

**ESCOLA DE GUERRA NAVAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS**

PAULO CEZAR TONACIO JUNIOR

**NAVEGANDO À MONTANTE: A INTEGRAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NOS
MACROPROCESSOS DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE
SOBRESSALENTE PARA OS MEIOS DA ESQUADRA DA MARINHA DO
BRASIL**

**LP III – Política, Gestão e Logística em Ciência, Tecnologia e Inovação no
Ambiente Marítimo**

Rio de Janeiro
2025

PAULO CEZAR TONACIO JUNIOR

**NAVEGANDO À MONTANTE: A INTEGRAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NOS
MACROPROCESSOS DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE
SOBRESSALENTE PARA OS MEIOS DA ESQUADRA DA MARINHA DO
BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval como requisito como requisito parcial para obtenção do título de Doutor.

Área de concentração: Defesa, Governança e Segurança Marítimas

Linha de pesquisa: LP III - Política, Gestão e Logística em Ciência, Tecnologia e Inovação no Ambiente Marítimo.

Orientador: Prof. Dr. CMG (FN-RM1) Adriano Lauro.

Coorientador: Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida.

Rio de Janeiro
2025

T663 Tonacio Junior, Paulo Cezar

Navegando à montante: a integração da logística reversa nos macroprocessos de gestão da cadeia de suprimentos de sobressalentes para os meios da Esquadra da Marinha do Brasil / Paulo Cezar Tonacio Junior . - Rio de Janeiro, 2025.

222f.: il.

Tese (doutorado) - Escola de Guerra Naval, Programa de Pós Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM), 2025.

Orientador: Adriano Lauro.

Coorientador: Nival Nunes de Almeida.

Bibliografia: f. 207 - 222

1. Gestão de cadeia de suprimento. 2. Gestão de sobressalentes. 3. Logística reversa. 4. Marinha do Brasil. I. Escola de Guerra Naval (BRASIL). II. Título.

CDD: 658.7

PAULO CEZAR TONACIO JUNIOR

**NAVEGANDO À MONTANTE: A INTEGRAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NOS
MACROPROCESSOS DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE
SOBRESSALENTE PARA OS MEIOS DA ESQUADRA DA MARINHA DO
BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval
como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor
em Estudos Marítimos.

Área de concentração: Defesa, Governança e
Segurança Marítimas

Linha de pesquisa: LP3 - Política, Gestão e
Logística em Ciência, Tecnologia e Inovação no
Ambiente Marítimo.

Orientador: Prof Dr. CMG (FN-RM1) Adriano Lauro.

Coorientador: Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida.

BANCA EXAMINADORA

Aprovada em 28 de agosto de 2025.

Prof. Dr. Adriano Lauro
Escola de Guerra Naval

Prof. Dra. Kétia Kellen Araújo da Silva
Escola de Guerra Naval

Prof. Dr. Claudio Rodrigues Corrêa
Escola de Guerra Naval

Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida
CEFET/RJ

Prof. Dr. Marcelo Xavier Selling
PUC-Rio

Prof. Dr. Annibal José Roris
Rodriguez Scavarda do Carmo
UNIRIO

Dedico esta tese aos que me são mais caros: a minha querida e amada esposa, aos meus pais, aos meus avós, aos meus irmãos. Uma dedicatória especial a dois homens que estão com Deus no céu: ao meu querido avô SO (Ref.-MA) José Soares de Melo Filho e ao meu sogro Ezequias Pinto de Paiva, ambos por sempre acompanharem minha trajetória profissional com muito orgulho e carinho Dedico, por fim, esta tese ao Papa Francisco, que no dia do meu aniversário retornou à casa do Pai, posso perceber, desde então sua intercessão especial em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor nosso Deus, que merece todo amor do mundo, a Ele meu primeiro agradecimento, pois tudo vem Dele e tudo é para Ele. A Nossa Senhora, a Rainha da Paz, a Porta do Céu, a Esposa do Espírito, Maria de todos os povos, por sua doce e materna intercessão. Eis aqui uma tese escrita em meio de tantos terços!

A minha esposa Michelly, que agora trilhamos juntos esse caminho acadêmico. Tenho muito orgulho de você, por tanta persistência e resiliência, e por ter facilitado imensamente este caminho. Minha melhor amiga, com quem posso contar sempre. Que tantas vezes me lembrou que era preciso escrever, que não me deixou desistir, que me levou lanches, com todo afeto e carinho. Amo-te!

Aos meus pais, a eterna gratidão, por investirem em minha educação, por me ensinarem sempre da dignidade e grandeza dos estudos. Por ser orgulharem de mim em tantas conquistas. Bendito seja Deus por suas vidas! Obrigado por tudo! A minha mãe Prof. Dra. Glória Tonacio, por me inspirar em seus estudos, ao meu pai, Ten. Cel. Tonacio, por me mostrar na vida militar um caminho justo e digno. Deixo aqui registrado o quanto os amo!

Agradeço aos meus avós, pela beleza e ternura no olhar em relação a mim e pelo orgulho na minha trajetória. Ao meu avô paterno, João Tonacio, agradeço pelas histórias contadas, cego, sempre olhou a minha alma. A minha avó materna, Nair Tonacio, ficará sempre a alegria de me receber em sua humilde casa de roça, com a expressão: “Paulinho Cezar”. Ao meu avô materno, SO (Ref-MA) Melo, minha gratidão pelo exemplo de marinheiro, com seus mais de 2mil dias de mar, e por ter me despertado o gosto pela Marinha. A minha avó materna, Elza Gonçalves de Melo, por seu imenso carinho por mim, por sempre perguntar sobre a minha carreira, por estar sempre interessada em saber da minha vida.

Aos familiares da minha esposa, em especial meus sogros e minha cunhada, agradeço por me acolherem como filho e irmão, por serem minha família em Natal, com quem sempre posso contar! A minha sogra, Dona Nilza, por ser uma pessoa que exala sempre amor. Ao meu sogro, Seu Ezequias, pela perene preocupação com a minha vida, por querer estar sempre a par dos acontecimentos e pelo amor que sempre nutriu por mim. A minha cunhada Nardelly, por sempre ser um suporte

silencioso, mas efetivo apoio para todos, por ser o grande alicerce que sustentou tantas dificuldades com firmeza!

Agradeço aos meus irmãos de sangue, pois foram quem ficaram quando saí de casa rumo à Marinha, estiveram com meus pais, fazendo as vezes das minhas ausências. Obrigado por acompanharem e torcerem sempre por mim.

Na vida acadêmica, deixo um agradecimento especial, ao Prof. Dr. Nival, que foi como um Pai nesta jornada. Aprendi com ele lições que ficarão para vida inteira. Obrigado, pois seu desejo foi sempre de passar o conhecimento e as experiências, nunca retendo para si ou querendo ficar com os méritos, indo além de uma simples de orientação. Deixo aqui a minha eterna gratidão!

Deixo registrado meu agradecimento ao CMG (RM1-FN) Adriano Lauro, por ter aceitado a orientação desta tese, em meio aos seus desafios pessoais e profissionais. Agradeço por sua cooperação e disponibilidade!

Aos meus chefes e ex-chefes, por propiciarem os meios possíveis para que eu concluísse essa etapa. Deixo um agradecimento especial ao Almirante de Esquadra Eduardo Machado Vazquez, pelos conhecimentos transmitidos, por sua postura de líder e, por tantas vezes, demonstrar interesse nesta tese, e ao CMG Stallone por acompanhar e incentivar meu percurso acadêmico.

Agradeço aos colegas de trabalho que me ajudaram na construção deste trabalho. Registro aqui um agradecimento especial aos CC (IM) Pires Ferreira e Vinícius Wood, por terem a paciência de lerem e apontarem melhorias na pesquisa.

Por fim, registro um agradecimento especial a minha família Shalom, por todo suporte espiritual nesta trajetória.

Tal como a chuva e a neve caem do céu e para lá não voltam sem ter regado a terra, sem a ter fecundado, e feito germinar as plantas, sem dar o grão a semear e o pão a comer, assim acontece à palavra que minha boca profere: não volta sem ter produzido seu efeito, sem ter executado minha vontade e cumprido sua missão.

Isaías 55,10-11

A fé e a ciência podem se unir na caridade se a ciência for colocada a serviço dos homens e mulheres de nosso tempo, e não distorcida em seu detrimento ou mesmo destruição. (...) A ciência é um grande recurso para a construção da paz!

Papa Francisco

RESUMO

Considerando a importância estratégica do ambiente marítimo nacional e a necessidade de assegurar a prontidão operacional da Esquadra, no qual a disponibilidade de sobressalentes é essencial para manutenção dos meios navais, esta tese estuda a integração da logística reversa na cadeia de suprimentos de sobressalentes da Marinha do Brasil. Verificou-se que a literatura carece de pesquisas aprofundadas sobre a incorporação da logística reversa em cadeias de suprimentos militares no contexto naval brasileiro, e que nas normas e na gestão vigentes da Marinha do Brasil a logística reversa não é tratada de forma estratégica, configurando lacunas que esta pesquisa buscou preencher. Assim, a tese teve como objetivo geral propor um modelo teórico que integre a logística reversa à gestão dos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes da Marinha do Brasil, nos serviços prestados aos meios da Esquadra. Para atingir esse objetivo, adotou-se um panorama metodológico sequencial e integrativo: conduziu-se uma revisão sistemática da literatura, tendo por base a teoria dos *stakeholders*, com identificação das barreiras e impulsionadores para implementação da logística reversa em cadeias de sobressalentes, realizou-se uma análise documental dos processos atuais do Sistema de Abastecimento da Marinha, confrontando doutrina, normas e dados operacionais, caracterizando a gestão vigente, e foi aplicado um questionário diagnóstico de maturidade em logística reversa, baseado em modelo teórico existente, junto a militares envolvidos na cadeia de suprimentos de sobressalentes. A síntese dos achados dessas três etapas embasou o desenvolvimento de um modelo integrado de logística reversa para os macroprocessos de sobressalentes da Marinha do Brasil. Os resultados indicaram que a cadeia de sobressalentes opera em baixo nível de maturidade em logística reversa, entre imaturo e simples, apresentando gargalos como integração estratégica insuficiente, ausência de metas claras e planejamento para retorno de materiais, estrutura fragmentada da cadeia e inexistência de um fluxo formal para destinação ou reaproveitamento de itens obsoletos ou usados. Identificaram-se oportunidades potenciais, como conhecimento disperso sobre mercados secundários e práticas isoladas de reutilização, que sinalizam um potencial a ser explorado. O modelo proposto, alicerçado nos resultados teóricos e empíricos, preenche as lacunas identificadas ao incorporar fluxos de retorno, reaproveitamento e descarte adequado de sobressalentes nos processos logísticos, estabelecendo procedimentos para a devolução, inspeção, recondicionamento e reincorporação ao estoque ou destinação final ambientalmente correta de materiais, conforme o caso. Conclui-se que a implementação desse modelo de logística reversa integrada pode aprimorar o apoio logístico na Marinha do Brasil, reduzindo custos, mitigando os impactos da obsolescência e elevando a disponibilidade operacional dos meios navais, além de contribuir para políticas logísticas mais sustentáveis e inovadoras.

Palavras-chave: logística reversa; Marinha do Brasil; cadeia de suprimentos; gestão de sobressalentes.

ABSTRACT

Considering the strategic importance of Brazil's maritime domain and the need to ensure the Fleet's operational readiness, where the availability of spare parts is essential to maintaining naval assets, this thesis examines the integration of reverse logistics into the Brazilian Navy's spare-parts supply chain. The literature reveals a lack of in-depth research on incorporating reverse logistics into military supply chains within the Brazilian naval context, and current Brazilian Navy doctrine and management do not treat reverse logistics strategically, creating gaps this research seeks to address. Accordingly, the thesis' overarching objective is to propose a theoretical model that integrates reverse logistics into the management of the macroprocesses of the Brazilian Navy's spare-parts supply chain, within the services delivered to Fleet assets. To achieve this objective, a sequential and integrative methodological design was adopted: a systematic literature review grounded in stakeholder theory identified barriers and drivers for implementing reverse logistics in spare-parts chains; a documentary analysis of the Navy Supply System's current processes contrasted doctrine, regulations, and operational data to characterize prevailing management; and a reverse-logistics maturity diagnostic questionnaire, based on an existing theoretical model, was administered to military personnel involved in the spare-parts supply chain. The synthesis of findings from these three stages underpinned the development of an integrated reverse-logistics model for the Brazilian Navy's spare-parts macroprocesses. Results indicate that the spare-parts chain operates at a low reverse-logistics maturity level, between immature and basic, exhibiting bottlenecks such as insufficient strategic integration, the absence of clear targets and planning for material returns, a fragmented chain structure, and a lack of formal flows for the disposition or reuse of obsolete or used items. Potential opportunities were identified, including dispersed knowledge of secondary markets and isolated reuse practices, which signal untapped potential. The proposed model, grounded in the theoretical and empirical results, addresses the identified gaps by incorporating return, reuse, and proper disposal flows for spare parts into logistics processes, establishing procedures for return, inspection, reconditioning, and either reincorporation into inventory or environmentally sound final disposition of materials, as appropriate. The study concludes that implementing this integrated reverse-logistics model can enhance logistics support within the Brazilian Navy by reducing costs, mitigating the impacts of obsolescence, and increasing the operational availability of naval assets, while also contributing to more sustainable and innovative logistics policies.

Keywords: reverse logistics; Brazilian Navy; supply chain; spare parts management.

LISTA DE ABREVIATURAS

AES	Amortecimento Exponencial Simples
ALI	Apoio Logístico Integrado
BID	Base Industrial de Defesa
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CNBE	Comissão Naval Brasileira na Europa
CNBW	Comissão Naval Brasileira em Washington
COMRJ	Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro
CREDN	Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
DE	Diretorias Especializadas
DGMM	Diretoria Geral de Material da Marinha
EMA	Estado-Maior da Armada
EPR	<i>Extended Producer Responsibility</i>
LP	Linha de Pesquisa
LR	Logística Reversa
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
NSN	<i>Nato Stock Number</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OE	Objetivos Específicos
OM	Organizações Militares
ONU	Organização das Nações Unidas
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte

PMEs	Pequenas e Médias Empresas
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPGEM	Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos
REP	Responsabilidade Estendida do Produtor
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SGM	Secretaria-Geral da Marinha
SINGRA	Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento
SISMICAT	Sistema de Catalogação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	Tecnologia da Informação

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

DIAGRAMA

Diagrama 1 – Diagrama de Venn do núcleo da pesquisa	45
---	----

FIGURA

Figura 1 – Estrutura metodológica.....	36
Figura 2 – Organização da pesquisa para a técnica <i>snowballing</i>	38
Figura 3 - Fluxo para seleção das referências	46
Figura 4 – Nuvem de palavras.....	76
Figura 5 – Fluxo teórico	84
Figura 6 – macroprocesso de LR	88
Figura 7 – Relacionamento entre funções logísticas e atividades de abastecimento	123
Figura 8 – Catalogação e ALI inseridos nas fases do abastecimento	136
Figura 9 – Estrutura de apoio logístico de sobressalentes aos meios navais	136
Figura 10 – Inserção dos processos de LR na figura 8	176

FLUXOGRAMA

Fluxograma 1 - fases do abastecimento.....	132
Fluxograma 2 – macroprocesso de gestão logística de sobressalentes	138
Fluxograma 3 – Macroprocesso de sobressalentes considerando fluxos de LR	178

GRÁFICO

Gráfico 1 – Visualização para o resultado da avaliação	54
Gráfico 2 – Quantidade de incidência de palavras-chave	78
Gráfico 3 – distribuição das referências por ano	82
Gráfico 4 – Valores gastos com sobressalentes em aquisições no país e no exterior.....	141
Gráfico 5 – Porcentagem do tipo de OM por respondente	145
Gráfico 6 – Conhecimento prévio sobre logística reversa de sobressalentes para navios .	146
Gráfico 7 – Respostas do questionário.....	148
Gráfico 8 – Representação <i>spider chart</i> do resultado por dimensão	148
Gráfico 9 – Matriz de correlação entre as dimensões do questionário.....	150
Gráfico 10 – <i>Boxplot</i> de avaliação de maturidade a partir do conhecimento de LR.....	151
Gráfico 11 – <i>Boxplot</i> de avaliação de maturidade entre “navio” e demais grupos	152

ORGANOGRAMA

Organograma 1 - Órgãos que compõem o SAbM	129
---	-----

QUADRO

Quadro 1 - Recorrência de etapas na revisão sistemática	40
Quadro 2 - Pesquisas parametrizadas em bases de dados	41
Quadro 3 – Descrição pela opção da análise de conteúdo qualitativa	47
Quadro 4 - Resultados consolidados da pesquisa	49
Quadro 5 - Modelos de níveis de maturidade.....	51

Quadro 6 – Modelo de avaliação de nível de maturidade em LR.....	52
Quadro 7 – Principais conceitos tangentes à LR.....	73
Quadro 8 -Temáticas ligadas à LR.....	75
Quadro 9 – Referências por clusters	80
Quadro 10 – Publicações por periódicos.....	82
Quadro 11 - Operações	87
Quadro 12 – Barreiras para implementação da LR.....	105
Quadro 13 - Impulsionadores	113
Quadro 14 – Descrição dos escalões de manutenção	125
Quadro 15 – Áreas, dimensões e perguntas do questionário	147
Quadro 16 – Elementos agrupados de barreiras e impulsionadores por stakeholder.....	165
Quadro 17 – Quadro referencial do modelo integrado de LR.....	183

TABELA

Tabela 1- Dados sobre os meios da esquadra brasileira	141
Tabela 2 – Resultados por dimensão	148

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Tema	24
1.2 Objeto e delimitação do tema	24
1.3 Problema de pesquisa, justificativa e relevância	24
1.4 Objetivo geral	28
1.5 Objetivos específicos	28
1.6 Ineditismo, inovação e contribuição	29
1.7 Organização da Tese	30
2. METODOLOGIA	33
2.1 Classificação da pesquisa.....	36
2.2 Revisão Sistemática de Literatura	37
2.2 Em busca de um modelo de maturidade	48
2.3 Design Science Research na construção do modelo Integrado de logística reversa ..	55
3. REFERENCIAL TEÓRICO: NAVEGANDO À MONTANTE.....	60
3.1 Conceitos iniciais	60
3.1.1 Macroprocesso e Arquitetura de Processo de Negócios	65
3.2 Logística reversa: conceituação e diferenciação	68
3.3 Por que falar em Logística Reversa?	74
3.4 Fechando o ciclo: método, resultados e discussões acerca da revisão sistemática de literatura	76
3.4.1 Discussão e Resultados	76
3.4.1.1 Análise descritiva	76
3.4.1.2 Análise de conteúdo temática.....	83
3.4.1.3 Recorte teórico.....	84
3.4.1.4 Resultados e discussões a partir da análise temática	85
T1 - Processos envolvidos na LR.....	86
T2 – Gestão do ciclo de vida sob a ótica da LR de peças sobressalentes	88
T3 - Pós-venda e o papel da LR de sobressalentes	91
T4 - Desempenho econômico da LR em cadeias de sobressalentes	93
T5 - Desafios na gestão da LR de sobressalentes	96
T6 - Sustentabilidade e questões regulatórias	98
3.4.2 Análise a partir dos stakeholders, impulsionadores e barreiras	100
3.4.2.1 – Stakeholders	100
3.4.2.2 – Barreiras.....	105
3.4.2.3 – Impulsionadores	112
4. ABASTECER PARA COMBATER: O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA MARINHA E A GESTÃO LOGÍSTICA DE SOBRESSALENTES PARA NAVIOS	121

4.1 Conceituando o SAbM	122
4.2 Funções logísticas do Abastecimento.....	124
4.3 Órgãos do SAbM.....	127
4.4 Fases do Abastecimento: atividades técnicas e gerenciais	130
4.5 Políticas de estoque de sobressalentes no SAbM.....	132
4.6 O SAbM e o macroprocesso de gestão logística de sobressalentes para navios	134
4.7 Da norma à realidade: pesquisas empíricas sobre a gestão de sobressalentes no SAbM, dados relevantes e desafios encontrados	139
4.8 E a Logística Reversa?	142
5. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE EM LR DO SAbM.....	143
5.1 Validação do questionário	143
5.2 Público-alvo e coleta de dados	144
5.3 Apresentação do questionário e resultados	147
5.4 Análise estatística	149
5.5 Discussão dos resultados por dimensão de maturidade	153
5.5.1 Integração estratégica e gerenciamento de retornos (Q1 e Q2)	154
5.5.2 Definição de metas claras e sincronização (Q4 e Q5)	155
5.5.3 Abordagem adotada ao longo da cadeia de sobressalentes (Q3)	156
5.5.4 Mercados secundários, reuso e recuperação (Q6, Q7 e Q8).....	156
5.5.5 Breve síntese dos achados	158
6. MODELO INTEGRADO DE LOGÍSTICA REVERSA NOS MACROPROCESSOS DE SOBRESSALENTES	160
6.1 Uma breve síntese da cadeia logística de sobressalentes da MB.....	161
6.2 Analisando os <i>stakeholders</i> na cadeia de sobressalentes da MB	163
6.3 Analisando as barreiras na cadeia de sobressalentes da MB	169
6.4 Analisando os impulsionadores na cadeia de sobressalentes da MB	171
6.5 Proposta de Modelo Integrado de Logística Reversa	175
6.6 Princípios Fundamentais do Modelo Integrado.....	180
7. CONCLUSÃO	185
Anexo A - Questionário de nível de maturidade em Logística Reversa	194
Anexo B – Respostas consolidadas do questionário.....	200
REFERÊNCIAS	203

Logistics is the stuff that if you don't have enough of, the war will not be won as soon as.

(Thorpe, 1914, p. XI)

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui sob sua tutela 5,7 milhões de km² de espaço marítimo que o constitui como exclusivo para exploração econômica, além de 7,4 mil km de costa. Neste espaço marinho são desenvolvidas atividades como a pesca, extração de petróleo, pesquisas científicas, biodiversidade e turismo (Marinha do Brasil, 2020a). Porém, há ainda um potencial a ser explorado economicamente, com riquezas minerais e naturais. Dada a vasta riqueza, tal extensão marítima foi denominada de Amazônia Azul¹, nome dado em alusão e comparação às riquezas da floresta amazônica (Pereira, 2019).

Na vertente de conservação dos oceanos, a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030) da Organização das Nações Unidas (ONU) aponta como um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) ligados diretamente ao Mar o objetivo 14 – vida na água (*life below water*), que dispõe sobre a conservação e o uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos, reconhecendo sua importância para a saúde do planeta e para o bem-estar humano (Organização das Nações Unidas, 2024).

Entre suas metas estão a prevenção e redução da poluição marinha, a proteção dos ecossistemas costeiros e oceânicos, e a regulação da exploração pesqueira para garantir a sustentabilidade a longo prazo. No entanto, os mares e oceanos possuem perspectivas transversais e integrativas com outros ODS, dada a sua importância no cenário do desenvolvimento sustentável (Santos, 2023).

Nesta esteira, salienta-se que dois terços da população mundial vive em região costeira (Creel, 2003). No Brasil, estima-se que 60% da população reside até 60 km da costa, tendo estas populações influência direta do oceano. Além disso, diante da

¹ Termo utilizado para descrever a região marítima que pertence ao Brasil. É uma área, em extensão e riquezas comparada à floresta amazônica, daí o nome "Amazônia Azul". É uma região de grande importância econômica e ambiental, pois contém ricos recursos naturais, incluindo grandes reservas de petróleo e gás, uma diversidade biológica marinha, além de auxiliar na regulação do clima. É também considerada um ponto estratégico para a segurança nacional e o controle do tráfego marítimo (Marinha do Brasil, 2019)

extensão costeira, o país recebe, em certos níveis, influência do mar, ainda que em áreas mais interiores à extensão marítima (Barbi e Rei, 2021).

Há ainda o termo *blue economy* (economia azul) cunhado em decorrência do encontro Rio+20 (Lee; Noh e Khim, 2020) que revela o potencial social, econômico, ambiental e de inovação que o ambiente Marinho possui (Santos, 2022). Ido e Shimrit (2015) afirmam que *blue is the new green*, um jogo de palavras que revela a importância dos oceanos e mares na economia. Dessa forma não se pode ignorar que 95% do comércio exterior brasileiro dá-se pelo modal aquaviário (Trevas, 2005).

Diante do exposto, salvaguardar, garantir e defender esses recursos, mediante soberania brasileira na Amazônia Azul, torna-se papel estatal estratégico no desenvolvimento de políticas voltadas a este fim, tendo em vista que tanto o mar como as águas interiores do Brasil (rios e lagos) são importantes na dimensão econômico-social do país, que passa por questões de exploração dos recursos naturais, produção energética e pela conexão mundial proporcionada pela utilização do modal aquaviário, no que diz respeito ao comércio marítimo (Rodrigues, 2021).

Quem possui, dessa forma, função central nessa proteção é a MB, pois tem a missão de realizar o preparo e o emprego do poder naval² para garantir a soberania nacional em toda sua vertente marítima (Marinha do Brasil, 2020a), de modo que caiba tão somente ao Brasil o destino de suas riquezas em suas águas (Dourado e Marques, 2023).

Assim, o correto preparo e emprego dos meios da MB necessita do apoio logístico adequado para os navios que irão exercer a atividade de proteção das águas pátrias (Antonio, 2018), de forma que a prontidão³ dos meios navais está diretamente ligada à logística, área que garante a eficácia, a eficiência e a disponibilidade dos ativos nessas operações (Wissler, 2018).

1. Portanto, a efetiva integração da logística no planejamento de defesa pode aprimorar a condição operacional de uma Força Armada, em tempos de paz

² “O poder naval é um dos componentes da expressão militar do poder nacional e integrante do poder marítimo, capaz de atuar no mar, nas águas interiores e em certas áreas terrestres limitadas de interesse para as operações navais, incluindo o espaço aéreo sobrejacente, visando contribuir para a conquista e a manutenção dos Objetivos Militares e Setoriais de Defesa, decorrentes dos Objetivos Nacionais de Defesa, identificados na Política Nacional de Defesa (PND), conforme as diretrizes estabelecidas pela Estratégia Nacional de Defesa (END).” (Marinha do Brasil, 2023, p. 1-4)

³ No contexto das operações navais, prontidão refere-se à capacidade operacional de uma força ou unidade naval para executar suas missões com eficácia e no tempo adequado, considerando a disponibilidade de recursos humanos, materiais e logísticos necessários. A prontidão é composta por fatores como manutenção adequada, treinamento contínuo, planejamento estratégico e gestão eficiente de suprimentos e infraestrutura (Till, 2013)

ou conflito, realçando a função da logística no suporte contínuo às capacidades de combate (Guérin e Gottschall, 2024).

Todavia, mais amplo que a logística, é a gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management – SCM*), pois envolve múltiplos processos gerenciais (Mentzer, Stank e Esper, 2008), uma vez que abrange o planejamento e a gestão das atividades relacionadas ao fornecimento, aquisição e distribuição, além das atividades de gerenciamento logístico e a interação com os respectivos atores envolvidos (Ballou, 2006).

No caso das operações navais, cenários voláteis e a necessidade de prontidão aumentam os riscos associados à falta de suprimentos na SCM, pois podem ocasionar a interrupção das operações marítimas (Kalogeraki *et al.*, 2018). Assim, a SCM também possui efeito direto operacional dos meios navais (Ramadhan, Kuncoro e Soemantri, 2021).

Importa, assim, ter uma visão global do ciclo de vida⁴ de um navio de guerra para garantir o correto dimensionamento orçamentário durante todo o período de comissionamento do meio, bem como a capacidade de o tornar disponível nas operações em que for empregado (Bhagwat e Chitrao, 2021).

Em aspectos orçamentários, todavia, entra em cena uma “guerra” diferente, a saber: entre o “canhão” e a “manteiga”, em outras palavras, os recursos públicos encontram-se na maioria das vezes pressionados pelo apelo político-social em gastos com funções básicas e deficitárias no Brasil, como saúde e educação, bem como no contingenciamento de gastos (Tonacio Junior; Santos; Almeida, 2019).

Assim, para o contexto da MB, fatores atrelados a custos precisam estar presentes nos serviços logísticos a serem prestados (Marcolino, Santos e Gigante, 2018), de forma que aspectos orçamentários sejam explicitamente considerados nas decisões estratégicas e no desenho da cadeia de suprimentos (Nobari; Kheirkhah, 2018).

O planejamento e adequação financeiro-orçamentária da vida de um meio operativo pode ser obtido por meio da gestão do ciclo de vida (Lemerande, 2017). Nesta gestão, deve-se estar explícito os processos que envolvem a devolução e

⁴ O ciclo de vida de um meio corresponde a todo o processo que se inicia com a concepção e projeto, do meio, passando por sua construção, operação e período de manutenção, até o descomissionamento e desfazimento ambientalmente correto. Normalmente, há um entendimento do que seja a existência de um meio resumindo-a à fase de operação e manutenção, em outros casos, adicionando ao período de construção (Bhagwat; Chitrao, 2021)

substituição dos itens a serem utilizados em seu processo de manutenção, bem como sua destinação final (Bansal, Anand e Tiwari, 2020).

Tais processo de retorno de itens e de destinação final de um meio fazem parte da dinâmica da Logística Reversa (LR) (Wanganoo e Tripathi, 2023), que pode ser definida como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais, produtos e informações desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou assegurar o descarte adequado de um item (Rogers e Tibben-Lembke, 1998; You e Chen, 2007), produzindo benefícios tangíveis e intangíveis, recapturando valor de produtos usados ou devolvidos e estendendo a vida útil dos produtos, em vez de adquirir mais matérias-primas e desperdiçar mão de obra e tempo (Alsadat Banihashemi, Fei e Shu-Ling Chen, 2019).

Ao mesmo tempo, um programa de LR bem estruturado pode criar um valor agregado e afetar positivamente o resultado de uma organização (Genchev, Glenn Richey e Gabler, 2011). Dessa forma, a integração da LR na cadeia de suprimentos, amplia as capacidades de análise e resposta, permitindo que ajustem rapidamente suas operações em resposta às condições de mercado (Rosin *et al.*, 2020), além disso, facilita a colaboração entre diferentes partes interessadas na SCM. (Wang *et al.*, 2016).

Utilizando a metáfora central da presente pesquisa, a LR representa a necessidade estratégica de "Navegar à Montante". Não se trata meramente de uma gestão de resíduos ou de uma preocupação puramente ambiental, embora esta seja uma de suas funções. Trata-se de uma busca ativa por valor naquilo que anteriormente era considerado o fim do ciclo de vida do produto. Ao fazê-lo, a LR visa estender a vida útil dos produtos e recapturar benefícios tangíveis e intangíveis, transformando a cadeia de suprimentos linear tradicional em uma cadeia de suprimentos de ciclo fechado (Alsadat Banihashemi, Fei e Shu-Ling Chen, 2019)

A importância estratégica da LR se torna exponencialmente mais crítica quando aplicada ao domínio específico das cadeias de suprimentos de sobressalentes (*spare parts*) para meios navais. Pode-se, portanto, inferir que a integração dos processos da LR em cadeia de suprimentos de sobressalentes de navios de guerra, um dos eixos temáticos da presente pesquisa, traria benefícios a este sistema (Ramadhan, Kuncoro e Soemantri, 2021).

Neste contexto, sobressalentes podem ser definidos como componentes mantidos em estoque, cuja finalidade principal é substituir itens similares durante reparos ou manutenções necessárias em unidades que apresentam falhas ou quebras (Tziantopoulos, Vlachos e Iakovou, 2016). Dessa maneira, a gestão de sobressalentes se faz necessária devido à necessidade de alta disponibilidade no contexto naval, aliado à degradação extra que o ambiente marítimo causa em máquinas e equipamentos. Soma-se a isso, equipamentos que são utilizados em situações específicas (possuem pouco uso), como um radar de direção de tiro, ou um armamento, porém sofrem continuamente com a ação do ambiente (Liang, Qing-Min e Ren-Yang, 2016).

Emerge-se, então, o desafio da gestão logística de peças sobressalentes, principalmente para setores que dependem de operações contínuas e equipamentos de alta complexidade. Logo, essa gestão logística pode contribuir para o aprimoramento da continuidade das atividades e operações, por meio da disponibilização de itens necessários à manutenção de equipamentos (Makarova *et al.*, 2021).

Doutra banda, não há como relegar o tamanho do mercado de logística de sobressalentes, uma vez que foi avaliado em USD 21,6 bilhões em 2023 e estima-se que registre um CAGR⁵ de cerca de 4,9% entre 2024 e 2032. Tal gerenciamento inclui uma variedade de tarefas, como atendimento de pedidos, remessa, armazenagem, gestão de estoque e LR (Global Market Insights, 2024).

Importa mencionar que, neste processo, a LR de sobressalentes tratará da recuperação, remanufatura, reutilização e descarte adequado desses itens, visando ao aprimoramento da garantia da disponibilidade de sistemas e equipamentos, tornando mais relevante esta tarefa em situações de alta criticidade, já que certas falhas podem comprometer as operações (Makarova, Shubenkova e Pashkevich, 2018).

Pontua-se ainda a complexidade das operações logísticas frente a peculiaridades advindas das operações navais, que necessita da coordenação entre

⁵ O CAGR é uma medida comumente usada para avaliar o crescimento anual de uma métrica de investimento ou negócios durante um período especificado, supondo que o crescimento ocorra a uma taxa constante. O CAGR pode ser expresso matematicamente como: $(V_f/V_i)^{1/t} - 1$, no qual V_f e V_i são os valores de investimento final e inicial, respectivamente e "t" a quantidade de anos. O CAGR fornece uma taxa de crescimento anual suavizada que pode ser facilmente comparada em diferentes investimentos ou períodos de negócios (Damodaran, 2012).

atores diversos (Marcolino, Santos e Gigante, 2018; Miranda *et al.*, 2019), o que permite ao sistema logístico da MB ter oportunidades de aprimoramento na gestão de sua cadeia de sobressalentes para navios ao se integrar a LR a esses sistemas.

Dessa forma, a gestão da LR de sobressalentes pode contribuir para o suporte aos meios navais (Stevenson, 2005). No contexto da Esquadra⁶, releva-se a alta complexidade e a idade avançada desses meios (Marinha do Brasil, 2020a), além do cerceamento tecnológico que os ativos de defesa são submetidos, ou seja, barreiras que impedem que outras nações tenham acesso ou controlem certas tecnologias, incluindo desafios intrínsecos de se obter peças sobressalentes (Ambros, 2017; Kovacic; Smallwood, 1994; Longo, 2011; Longo; Moreira, 2009). Diante disso, o processo de planejamento e controle dos fluxos de materiais pós-consumo, que caracteriza a LR, ganha relevância, pois apresenta uma possibilidade para aprimorar o reaproveitamento de componentes, promovendo economia de recursos, redução de resíduos e melhoria na disponibilidade dos meios (Larsen *et al.*, 2018; Makarova *et al.*, 2020). A implementação crescente desses processos pode alinhar a MB às tendências em logística, além de promover uma melhor gestão desses recursos.

Assim, a principal importância da LR no contexto militar-naval não é somente econômica ou ambiental, é, na verdade, estratégica, vez que a LR oferece uma alternativa de contribuição para mitigar as vulnerabilidades da obsolescência e do cerceamento.

Portanto, quando a compra de um sobressalente novo se torna impossível, seja por não ser mais fabricado ou por ser politicamente negado, uma fonte de suprimento disponível pode ser encontrada por meio do fluxo reverso. A capacidade de recuperar, recondicionar, remanufaturar ou canibalizar, de forma controlada, um componente de um meio em desativação ou de um estoque de itens danificados torna-se a uma via de manter o meio operacional.

Quando se "navega à montante" permite-se a recaptura de valor, de forma que um modelo de LR integrado é proposto na presente tese justamente por sua capacidade de reduzir custos e mitigar os impactos da obsolescência, de forma que

⁶ "Esquadra é o conjunto de Forças (parcelas da totalidade de navios, meios aéreos e de fuzileiros navais destinados ao serviço naval, pertencente ao Estado e incorporados à Marinha do Brasil) e navios soltos, posto sob comando único, para fins administrativos." Definição disponível em: <https://www.marinha.mil.br/comemch/quem%20somos> . Acesso em: 30 jun. 2025.

se aprimora a gestão eficiente do ciclo de vida dos meios navais, que se estende por décadas.

Dessa forma, os pontos ora expostos estão inseridos dentro do campo de pesquisa dos Estudos Marítimos, área interdisciplinar que abrange disciplinas relacionadas aos mares e águas interiores, focando nas diversas relações do homem com os mares, de maneira que a presente pesquisa contextualiza-se diretamente ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM), programa no qual este pesquisador insere-se e que a presente tese se desenvolve, e que possui em três vieses em sua área de concentração a saber: Defesa, que envolve a política de defesa armada como componente da soberania brasileira nos mares, incluindo operações de paz e defesa costeira; Governança, que define os caminhos para atingir os objetivos políticos nacionais; e Segurança, que trata da proteção costeira contra ameaças, além da exploração sustentável da Amazônia Azul.

Entende-se, portanto, que o tema proposto nesta tese abarca o viés defesa, por se tratar do aprimoramento de processos na MB; governança, uma vez que a logística é, ao mesmo tempo, produto, processo e serviço estratégico em uma política de defesa; e segurança, pois contribui para disponibilidade e prontidão dos meios navais, tendo em vista possíveis ameaças à Amazônia Azul. Assim, fecha-se a tríade da área de concentração do PPGEM: defesa, governança e segurança marítima.

Este pesquisador, neste sentido, poderá contribuir também para a Linha de Pesquisa (LP) no qual se insere, a saber: LP III - política, gestão e logística em ciência, tecnologia e inovação no ambiente marítimo. A LP III estuda a evolução e importância estratégica da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no ambiente marítimo, analisando sua influência no poder nacional e internacional, com enfoque no poder marítimo. Dentre as áreas de estudo da LP III, apontam-se aquelas com aderência à presente tese, tais como perspectivas tecnológicas futuras, estudos de gestão e logística. Também aborda as inter-relações entre estratégia, tecnologia, planejamento de forças, e as Políticas e Estratégias Nacionais de CT&I e de Defesa para o poder marítimo.

Por fim, tendo em vista o caráter profissional do PPGEM, pontua-se que a presente pesquisa pretendeu apontar contribuições práticas, tais como sugestões e formas de implementação, quando adequados ao caso concreto em estudo.

1.1 Tema

A tese tem como tema geral a integração da LR aos macroprocessos de gestão da cadeia de suprimentos de sobressalentes da esquadra brasileira.

1.2 Objeto e delimitação do tema

O objeto deste trabalho é o sistema logístico de sobressalentes da Marinha do Brasil, que presta à força naval o apoio logístico. Dentro da concepção logística da MB, o “abastecimento” é um conjunto de atividades que tem o propósito de prever e prover, para as Forças e demais Organizações Militares (OM) da MB, o material necessário a mantê-las em condições de plena eficiência (Marinha do Brasil, 2003).

Assim sendo, uma maior delimitação do objeto de estudo desta tese recai sobre o SAbM, em específico, a categoria de material denominada sobressalentes. Há, neste sentido, que se considerar que as cadeias de suprimentos da MB organizam-se por categorias de material e apenas uma dessas categorias será o foco deste trabalho

A pesquisa delimita-se a analisar o impacto da LR nos serviços prestados aos meios da Esquadra, buscando identificar as aplicabilidades e benefícios para o aprimoramento da gestão desses itens. Para fins de análise, a pesquisa aborda exclusivamente a MB e não inclui outras organizações ou ramos das Forças Armadas, tampouco outras categorias de materiais. O estudo é delimitado aos sobressalentes relacionados aos meios navios da Esquadra e excluiu equipamentos ou sistemas de outras naturezas.

Assim sendo, explora-se apenas o estado atual da gestão de sobressalentes, a partir da análise documental de manuais normas, dados e macroprocessos em vigor em 2024 e 2025, além de artigos empíricos sobre o tema. Delimita-se, ainda, a examinar o estágio atual de integração da LR à cadeia de sobressalentes da Esquadra. Por fim, o SAbM é delimitado na pesquisa em sua atuação em tempos de paz.

1.3 Problema de pesquisa, justificativa e relevância

Tendo em vista o tema apresentado e as discussões inicialmente levantadas, surge uma pergunta de pesquisa central: **De que forma a integração da logística reversa nos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes para**

navios na Marinha do Brasil pode aprimorar os serviços prestados aos meios da esquadra?

Diante desta pergunta central, outras questões surgem. Em primeiro plano, é preciso questionar-se: quais são as aplicabilidades da gestão da LR de sobressalentes que contribuem para a gestão da cadeia de suprimentos de peças sobressalentes para navios da MB? Como estão organizados os macroprocessos do sistema de gestão de sobressalentes para navios da MB? O que há implementado em termos de gestão da LR de peças sobressalentes neste sistema? De que forma é possível realizar a integração da gestão da LR aos macroprocessos do sistema de gestão de sobressalentes da MB?

Neste sentido, a presente pesquisa apresenta justificativas relevantes para sua consecução, uma vez que em um primeiro momento, insta-se que a gestão logística de peças sobressalentes pode contribuir para garantia da disponibilidade operacional e permanência de uma esquadra nos locais e momentos que se fizerem necessários, correspondendo a um objetivo estratégico para o país, conforme aponta a Política e a Estratégia Nacional de Defesa – PND E END (Brasil, 2016). Portanto, diante da crescente complexidade logística, a inclusão da LR é uma possibilidade para reaproveitar materiais, reduzir custos, além de mitigar impactos ambientais.

Do ponto de vista acadêmico, a presente tese é relevante por contribuir para supressão de lacunas na literatura sobre a aplicação de modelos de LR em cadeias de suprimentos militares. No caso da aplicação da LR em cadeias de sobressalentes para navios de guerra, a pesquisa bibliográfica inicial desta tese, que é melhor detalhada no Capítulo 2, verifica que apenas o estudo de Stevenson (2005) trata sobre o assunto.

É importante também destacar a relevância prática deste estudo. Sistemas de LR podem, de forma tácita, melhorar a rastreabilidade, reduzir desperdícios e garantir maior eficiência operacional em contextos de alta criticidade, como o das Forças Armadas. Em termos de comparação, estudos como o de Bucks e Williams (2016), sobre a reutilização de uniformes no Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA, demonstram a geração de economias e reduções de custos de aquisição ao implementar práticas de LR.

Para a MB, portanto, esta pesquisa se justifica uma vez que os resultados podem apontar para uma maior agilidade na manutenção dos meios, redução de

estoques e custo total de propriedade, além de maior alinhamento às políticas de sustentabilidade, ao se apresentar desdobramentos práticos a partir dos achados.

Por outro lado, há de se relevar que obter suprimentos para meios navais não é trivial, pois a indústria de defesa se caracteriza pelo cerceamento tecnológico, ou seja, barreiras que impedem que outras nações tenham acesso ou controlem certas tecnologias, incluindo desafios intrínsecos de se obter peças sobressalentes (Ambros, 2017; Kovacic; Smallwood, 1994; Longo; Moreira, 2009). Neste sentido, Bezerra (2015) destaca o baixo índice de nacionalização de sobressalentes, sendo necessário constantemente recorrer a importações para a manutenção desses ativos.

Além disso, o Comandante da Marinha, Almirante de Esquadra Marcos Sampaio Olsen, em reunião da Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional (CREDN), em 18/04/2024, apontou que nos últimos 20 anos, 50% dos meios da esquadra foram desmobilizados, ou seja, finalizaram suas operações. Permanecendo a estrutura de idade dos meios navais, outros 40% dos 50% dos meios que restaram precisarão ser desmobilizados. Principais motivos envolvem a obsolescência desses e a limitação orçamentária imposta à MB, conforme aponta reportagem do *site* especializado em notícias sobre defesa, chamado “poder naval”⁷.

As informações ora apresentadas apontam, então, para os seguintes desafios na gestão logística de sobressalentes para a Esquadra:

1. Obsolescência decorrente da idade dos ativos, que dificulta a procura pela peça sobressalente de reposição.
2. Baixo nível de nacionalização dos itens, que dificulta o acesso, por questões inerentes a maiores desafios quanto a busca de fornecedores internacionais.
3. Cerceamento por parte dos países detentores das tecnologias, devido a questões estratégicas ligadas à defesa.
4. Exclusividade no fornecimento de peças por fornecedores específicos.
5. Problemas de escassez orçamentária, frente a demandas e políticas públicas de maior apelo social.
6. Crescente ênfase na sustentabilidade e na busca pela eficiência operacional na SCM.

Em se tratando de obsolescência, a LR revela ser uma alternativa viável para solução da escassez de suprimentos no mercado, também é relevante em situações

⁷ Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2024/04/18/na-credn-comandante-da-marinha-anuncia-50-da-esquadra-ja-desmobilizada-e-mais-40-ate-2028/> Acesso em: 13 mai. 2024

de dificuldade de acesso a algum item, como é o caso do cerceamento tecnológico já pontuado ou de desafios de localização (Govindan e Bouzon, 2018).

No contexto das cadeias logísticas militares, em especial na gestão de sobressalentes para meios navais, a integração da LR revela-se igualmente fundamental. Por outro lado, observa-se uma lacuna na literatura quanto à aplicação da LR nesse domínio específico, pois apenas estudos pontuais, como o de Stevenson (2005), abordando o tema em cadeias de peças sobressalentes navais, indicando a necessidade de maior aprofundamento. Em paralelo, a gestão desses suprimentos em marinhas ainda se apoia majoritariamente em abordagens tradicionais de abastecimento, sem a incorporação sistemática de fluxos reversos (Marcolino, Santos, Gigante, 2018; Miranda *et al.*, 2019). Tal fato reflete-se nas diretrizes vigentes de logística de defesa, que mencionam a LR apenas de forma conceitual, sem tratá-la como ferramenta estratégica nos ciclos logísticos (Ministério da Defesa, 2016).

Essa ausência de enfoque estratégico contrasta com as potenciais vantagens da LR para as Forças Armadas: sistemas de logística reversa podem aprimorar a rastreabilidade de materiais, reduzir desperdícios e elevar a eficiência operacional em contextos de alta criticidade (Agrawal *et al.*, 2015; Bucks e Williams, 2016).

A exemplo disso, a reutilização de fardamentos no Corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos resultou em significativa economia de despesas, comprovando o potencial de redução de custos propiciado pela LR (Bucks e Williams, 2016).

Integrar processos reversos à cadeia de sobressalentes tende, assim, a aumentar a disponibilidade de materiais críticos e agilizar a manutenção dos meios navais, contribuindo diretamente para a manutenção dos meios da Esquadra (Antonio, 2018; Wissler, 2018).

Desse modo, ao modernizar a gestão de sobressalentes por meio da LR, a MB pode, além de reduzir custos e os impactos da obsolescência, alinhar-se a políticas logísticas mais sustentáveis, estabelecendo bases sólidas para o apoio ao combate e para futuras decisões logísticas (Ripanti *et al.*, 2015; Govindan e Bouzon, 2018).

Portanto, a gestão e a integração da LR aos processos da cadeia de suprimentos da MB tornam-se relevantes quando consideradas os contextos ora apresentados. Assim, a presente pesquisa se justifica na medida em que tem o potencial de contribuir para a modernização e sustentabilidade da gestão logística de sobressalentes para navios da MB, oferecendo externalidades para outras cadeias de

suprimentos em um contexto de defesa nacional, de maneira a fornecer uma base sólida para futuras decisões logísticas na MB.

1.4 Objetivo geral

Com este cenário como pano de fundo, esta tese visa **propor um modelo teórico que integre a LR à gestão dos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes da MB, nos serviços prestados aos meios da Esquadra.**

O objetivo geral proposto foi desdobrado por meio de uma análise detalhada dos atuais processos logísticos da MB e suas interfaces com a LR. Tal desdobramento implica identificar como as práticas vigentes se articulam ou podem ser aprimoradas por meio da integração da LR de sobressalentes, considerando a teoria sobre assunto, a maturidade atual desse sistema, os possíveis benefícios e as implicações práticas para a disponibilidade operacional dos meios navais. Pretende-se, portanto apresentar aprimoramentos para cadeia de suprimentos de sobressalentes da MB.

1.5 Objetivos específicos

OE1 – relacionar a LR à cadeia de sobressalentes da MB, identificando *stakeholders*, barreiras e impulsionadores.

OE2 – Analisar o Sistema Logístico de Sobressalentes da MB, com enfoque nos serviços prestados pelo Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) à Esquadra.

OE3 – Avaliar o nível de maturidade em LR da cadeia de sobressalentes da MB.

OE4 – Desenvolver um modelo integrado que incorpore a LR aos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes na MB, com vistas aos serviços prestados aos meios da Esquadra.

Os objetivos específicos, ademais, estarão sempre focados nos meios operativos e os processos que envolvam a LR na gestão de sobressalentes desses meios com os desdobramentos referentes à esquadra brasileira

1.6 Ineditismo, inovação e contribuição

Considerando que a prontidão operacional dos meios navais é um fator determinante para a defesa e soberania do país, a disponibilidade de sobressalentes, quando necessário à manutenção desses meios, possui importância central no contexto apresentado.

No entanto, o cenário atual apresenta desafios, tais como a obsolescência dos equipamentos, restrições orçamentárias, dependência tecnológica externa e dificuldades logísticas inerentes ao ambiente marítimo, fatores que comprometem a eficiência do abastecimento e a manutenção dos meios operativos.

Neste sentido, a originalidade deste estudo reside na sistematização da aplicação da LR à cadeia de suprimentos de sobressalentes da MB, para aprimoramento do SAbM. Ademais, as buscas parametrizadas conduzidas na RSL, no capítulo 2 evidenciam que há uma lacuna nos estudos sobre a integração da LR em cadeias de suprimentos militares, em específico no que tange à aplicação em cadeias de sobressalentes de Marinhas. Embora existam pesquisas isoladas sobre a reutilização e reaproveitamento de itens em cadeias logísticas militares em outros países, a literatura carece de estudos aprofundados sobre modelos de LR aplicáveis a marinhas de guerra. Além disso, no caso brasileiro, a gestão de sobressalentes ainda é majoritariamente pautada em abordagens tradicionais de suprimento (Marcolino, Santos e Gigante, 2018; Miranda *et al.*, 2019).

Dessa feita, pontua-se ainda que a Doutrina de Logística Militar (Ministério da Defesa, 2016) e as normas da MB sobre seu sistema logística não tratam da LR como uma das ferramentas da gestão dessas cadeias, de forma que algo paradoxal acontece: nos documentos acima mencionadas, a LR aparece, mas apenas como um conceito na Doutrina de Logística Militar e não de forma estratégica ou como um elemento estruturante dos ciclos logísticos, algo que demanda atenção para esta pesquisa e demonstra a importância do tema de estudo.

Neste sentido, a tese avança sobre perspectivas estratégicas ao apresentar como a LR pode mitigar os impactos da obsolescência tecnológica e das barreiras de aquisição impostas por restrições comerciais e políticas internacionais e no aprimoramento da cadeia de suprimentos de sobressalentes, desafios esses que afetam diretamente a disponibilidade dos meios operacionais da Esquadra. Além

disso, a pesquisa contribui para a formulação de diretrizes estratégicas voltadas à melhoria da gestão logística na MB e auxilia na maior eficiência orçamentária na gestão dos recursos.

Dessa forma, preenche-se uma lacuna na literatura ao propor a integração de macroprocessos da LR na gestão de sobressalentes da MB, contribuindo para o desenvolvimento de estruturas gerenciais aplicáveis a marinhas de guerra e sistemas de defesa. Ademais, os achados desta pesquisa podem subsidiar políticas institucionais voltadas ao aprimoramento da gestão logística da Esquadra, resultando em ganhos de eficiência, redução de custos e uma melhor destinação de materiais. Cabe relevar que há desdobramentos em outras cadeias de suprimentos na MB, uma vez que se pode estabelecer e estudar estruturas de RL em diferentes categorias de materiais.

Já a inovação da pesquisa manifesta-se em se aprofundar e aperfeiçoar o fluxo reverso de sobressalentes na MB, dentro das possibilidades que a LR apresenta, tais como reuso, reciclagem, recuperação e destinação correta de itens, destacando-se a incorporação de práticas de circularidade na gestão de sobressalentes, ao se promover a revalorização e a reintrodução de componentes, que outrora seriam descartados, à cadeia de suprimentos (Ripanti, Tjahjono e Fan, 2015).

Ademais, a presente tese não tem como meta apenas se limitar a uma análise descritiva da logística da Marinha, pretende-se apresentar soluções concretas para o aprimoramento da gestão de sobressalentes por meio da LR. Dessa forma, entende-se que o ineditismo é presente na proposta de projeto e contribuirá para as discussões na MB tangentes à temática em tela.

1.7 Organização da Tese

A presente tese está estruturada em sete capítulos, que se encadeiam de forma progressiva, articulando os fundamentos teóricos, a investigação empírica e a proposição prática de um modelo integrado de LR, voltado à cadeia de suprimentos de sobressalentes da MB. O presente capítulo introduz a pesquisa, contextualizando o tema no âmbito da defesa e da logística militar, a partir das especificidades da Amazônia Azul e da importância estratégica dos meios navais brasileiros. São definidos o problema de pesquisa, os objetivos geral e específicos, a justificativa

teórica e prática do estudo, bem como sua originalidade e as contribuições pretendidas. Também se explicita, de forma introdutória, a metodologia adotada – detalhada no Capítulo 2, com uso de revisão sistemática da literatura, análise documental e aplicação de questionário de avaliação de nível de maturidade.

O segundo capítulo apresenta e detalha a metodologia da pesquisa. São abordados a classificação e o delineamento do estudo, assim como as técnicas e procedimentos de coleta e análise de dados empregados. Nesse contexto, descrevem-se os métodos adotados, incluindo a realização de uma Revisão Sistemática da Literatura, a busca por um modelo de maturidade adequado à avaliação pretendida e a utilização da abordagem de Design Science Research (DSR) para a construção do modelo integrado de LR. Esse capítulo consolida os aspectos metodológicos antes dispersos, fornecendo uma base consistente para as etapas empíricas subsequentes da investigação.

O terceiro capítulo cumpre o primeiro objetivo específico, pois consolida o referencial teórico do estudo ao reunir e discutir a literatura sobre LR em cadeias de suprimentos de sobressalentes. Parte-se de conceitos introdutórios sobre logística, passando pela distinção entre LR, logística verde, economia circular e cadeias de suprimento sustentáveis. Em seguida, desenvolve-se uma RSL, cujos resultados são organizados por temas, abordando processos, desafios, aspectos econômicos e ambientais, bem como os elementos que dificultam ou impulsionam a adoção da LR. Ao final, o capítulo adota como lente analítica a teoria dos stakeholders para sistematizar barreiras e impulsionadores associados à implementação da LR nesse tipo de cadeia.

No quarto capítulo, dedicado ao segundo objetivo específico, examina-se a estrutura e o funcionamento do SAbM, com foco nos processos relacionados à cadeia logística de sobressalentes para os meios da Esquadra. A análise documental de normas, dados e artigos empíricos permite identificar as práticas atualmente adotadas e as lacunas existentes.

O quinto capítulo dá continuidade ao percurso investigativo, avaliando, com base em questionário aplicado a militares de diferentes organizações da Marinha, o nível de maturidade da cadeia de sobressalentes da MB em relação à LR. As

respostas são organizadas em dimensões analíticas que permitem identificar o estágio atual da MB quanto à integração estratégica, definição de metas, práticas de recuperação e uso de mercados secundários, a partir de um modelo teórico de avaliação.

O sexto capítulo constitui o núcleo propositivo da pesquisa. Com base nas análises teóricas, nos dados documentais e no diagnóstico de maturidade, apresenta-se um modelo integrado de LR para a cadeia de suprimentos de sobressalentes da MB. Realiza-se uma caracterização geral da cadeia existente, os atores envolvidos, as barreiras enfrentadas e os fatores que podem fomentar a mudança, de forma que a proposta formulada busca incorporar fluxos reversos de maneira estruturada e sistêmica ao ciclo logístico dos sobressalentes, articulando retorno, reuso, remanufatura e destinação final dos itens. Por fim, o capítulo explicita os princípios orientadores do modelo, bem como as diretrizes para sua futura implementação institucional.

O sétimo e último capítulo apresenta as conclusões da pesquisa, retomando os objetivos propostos e apresentando em que medida foram alcançados. São sintetizados os principais achados, tanto do ponto de vista teórico quanto prático, evidenciando a contribuição da integração da LR para o aumento da disponibilidade dos meios navais, a redução de custos e a sustentabilidade da gestão logística da MB. Discute-se, ainda, o alinhamento do estudo com os eixos estratégicos do Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos, as limitações encontradas ao longo da investigação e as possibilidades para pesquisas futuras.

2. METODOLOGIA

Este tópico tem por objetivo descrever, analisar e classificar a forma como a pesquisa foi desenvolvida. Diante desse panorama, traçaram-se linhas gerais das técnicas metodológicas a serem utilizadas, além de suas fundamentações para tal.

O método científico pode ser compreendido como o conjunto estruturado de etapas e instrumentos utilizados pelo pesquisador para conduzir sua investigação, sempre pautado por critérios científicos. Seu objetivo é permitir a obtenção de dados que sustentem os propósitos definidos no planejamento inicial do trabalho. Além disso, constitui-se como o caminho pelo qual o pesquisador examina o objeto de forma sistemática e aprofundada, buscando interpretar ou compreender as situações presentes em uma realidade específica (Silva e Paiva, 2022).

Em contraste com outros projetos, a abordagem qualitativa inclui comentários feitos pelo pesquisador sobre o seu papel e a sua autorreflexão (ou reflexividade, como é chamada), assim como o tipo específico de estratégia qualitativa que está sendo usada. Há de se relevar, ainda, que experiências passadas moldam as interpretações deste autor, e portanto, configura-se regra ética descrever sua relação, história e trajetória com a tese (Creswell e Creswell, 2021)

Neste sentido, este pesquisador é militar da Marinha do Brasil, no posto de Capitão de Corveta (Oficial Superior) e já atuou diretamente no SAbM durante 5 anos em seu Órgão de Obtenção no País: o Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro. Atualmente está lotado em seu Órgão de Supervisão Geral, a saber: Secretaria-Geral da Marinha, porém em função não afeta à área de logística. Cabe ressaltar que, como militar, e em Programa de Pós-Graduação conduzido em Organização Militar da MB, encontra-se sob a égide da hierarquia e disciplina.

Ainda assim, não se vislumbraram situações que afetariam tais pilares das Forças Armadas, nem comprometeriam a Instituição do qual o pesquisador é parte, ou algo que prejudicasse sua trajetória profissional. Se assim o fosse, este pesquisador se veria desobrigado a prosseguir a pesquisa, por razões éticas (Creswell e Creswell, 2021).

Dessa forma, entende-se que não houve situações que comprometessem sua consciência, tampouco o andamento da pesquisa, pelo contrário, a experiência do pesquisador conferiu-lhe *lôcus* de análise compatível com conhecimentos práticos que

auxiliaram na condução da pesquisa, na coleta, análise de dados e interpretação dos resultados.

Assim, o pesquisador teve autonomia para investigar o objeto proposto, definir os instrumentos adequados para cada etapa da pesquisa e buscar resultados confiáveis, com potencial de serem reproduzidos tanto na presente investigação quanto em contextos semelhantes (Lakatos e Marconi, 2007).

A partir do exposto, pode-se definir que, a presente pesquisa, quanto à sua natureza, é caracterizada como teórica, com a finalidade de produzir desdobramentos práticos e sugestões de aplicabilidade nas atividades logísticas do SAbM. O estudo foi desenvolvido em torno do pressuposto de que a LR contribui para o aprimoramento dos macroprocessos de gestão da cadeia de suprimentos de sobressalentes para navios, em especial, no serviço prestado aos meios da Esquadra. A estratégia de pesquisa foi delineada de forma sequencial e integrativa, de modo que a consecução dos três primeiros Objetivos Específicos (OE) fornecesse os subsídios necessários para o alcance do objetivo final (OE4).

Para atingir o OE1 - relacionar a LR à cadeia de sobressalentes da MB, identificando stakeholders, barreiras e impulsionadores., adotou-se um método rigoroso e replicável para mapear o conhecimento existente. Foi realizada busca parametrizada nas bases de dados Scopus e *Web of Science*, utilizando a exatidão dos termos "*supply chain*", "*reverse logistics*" e "*spare parts*" com o operador booleano AND. O processo de seleção seguiu um fluxo adaptado do modelo PRISMA 2020 (PRISMA,2020), resultando em 33 publicações. Os resultados obtidos foram discutidos por meio da análise de conteúdo temática (Bardin, 1977; Fereday e Muir-Cochrane, 2006), com uma abordagem qualitativa (Creswell e Creswell, 2021). Como recorte teórico, utilizou-se a teoria dos *stakeholders*, com foco na identificação de impulsionadores e barreiras para a implementação da LR, conforme o modelo de Govindan e Bouzon (2018). Esta etapa foi fundamental para construir o alicerce teórico da tese.

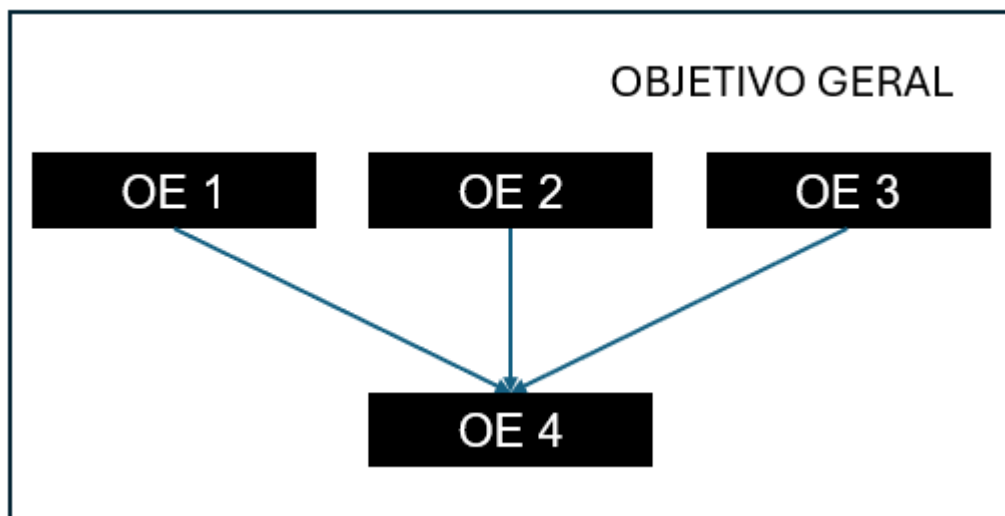
Visando alcançar o OE2 – analisar o Sistema Logístico de Sobressalentes da MB, com enfoque nos serviços prestados pelo SAbM à Esquadra, o procedimento adotado foi a análise documental (Lakatos e Marconi, 2007). A coleta de dados se concentrou em documentos oficiais que estruturam a logística na Marinha, como o Manual de Logística da Marinha (EMA-400), as Normas para Execução do

Abastecimento (SGM-201) e a Doutrina de Logística Militar do Ministério da Defesa. Adicionalmente, foram consultados dados orçamentários na base de dados "Tesouro Gerencial", informações do sistema de apoio logístico da SAbM, denominado Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA) e pesquisas empíricas prévias sobre o tema para contrastar a norma com a realidade operacional. Essa análise permitiu a caracterização detalhada do objeto de estudo e seu macroprocesso vigente.

Para o OE3 – avaliar o nível de maturidade em LR da cadeia de sobressalentes da MB, foi empregado um diagnóstico baseado na aplicação de um questionário. O instrumento foi formulado a partir do modelo de maturidade proposto por Janse, Schuur e Brito (2010), escolhido por sua adequação teórica, ao se basear em *stakeholders*, barreiras e impulsionadores, e por sua abordagem estratégica e processual. A amostragem da pesquisa foi intencional, direcionada a militares com conhecimento e experiência na cadeia de suprimentos de sobressalentes, lotados em diferentes tipos de organizações da MB, como navios, depósitos, diretorias especializadas e órgãos de direção, para garantir uma visão transversal do sistema. A análise dos resultados foi planejada para ser visualizada por meio de um gráfico radar, permitindo uma identificação do nível de maturidade (Imaturo, Simples, Semi-maturo ou Maduro) em cada dimensão avaliada.

A síntese dos resultados obtidos nas três etapas anteriores, a saber: base teórica (OE1), análise do sistema atual (OE2) e diagnóstico de maturidade (OE3), constituíram a base para o desenvolvimento do OE4: desenvolver um modelo integrado que incorpore a LR aos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes na MB. A junção dessas análises permitiu a formulação de uma proposta que seja, ao mesmo tempo, teoricamente fundamentada, aderente à realidade da MB e focada nas áreas que necessitam de maior desenvolvimento. A figura 1 ilustra a estratégia metodológica adotada na pesquisa:

Figura 1 – Estrutura metodológica



Fonte: elaborado pelo autor

2.1 Classificação da pesquisa

À luz da tipologia de Creswell e Creswell (2021), esta tese configura-se como pesquisa aplicada, orientada à proposta de solução de um problema organizacional concreto: a integração da logística reversa (LR) aos macroprocessos da cadeia de sobressalentes da Marinha do Brasil, com finalidade propositiva, que está disposto no desenvolvimento de um modelo integrado) e avaliativa, no que diz respeito ao diagnóstico de maturidade.

Do ponto de vista do enfoque metodológico, adota-se um desenho de métodos mistos (*mixed methods*) sustentado por uma postura pragmatista. O *design* específico é sequencial exploratório, no qual uma etapa qualitativa inicial (revisão sistemática de literatura e análise documental normativa/procedimental do SAbM) estrutura o construto e as dimensões analíticas que subsidiam a etapa quantitativa subsequente, com o diagnóstico de maturidade realizado por questionário. Em termos de finalidade científica, o estudo é exploratório e descritivo, pois observa lacunas e condicionantes da LR em cadeias militares e descreve o estado de maturidade organizacional, gerando insumos para a etapa propositiva.

No escopo dos procedimentos, a pesquisa combina a revisão sistemática da literatura para mapear conceitos, barreiras/impulsionadores e práticas; análise documental de normas e fluxos do SAbM para compreender o arranjo atual; levantamento tipo *survey*, de natureza quali-quantitativa, não experimental e transversal (*cross-sectional*), para mensurar a maturidade em LR com base em dimensões previamente definidas; e proposição de artefato organizacional (modelo integrado de LR) como produto aplicado. A unidade de análise são os processos e práticas de gestão de sobressalentes no âmbito do SAbM/OMs; a unidade de observação compreende os componentes do SAbM.

Quanto aos dados, utilizam-se fontes secundárias (literatura científica e documentos normativos) e primárias (questionário estruturado). A análise combina técnicas qualitativas (síntese temática) e quantitativas (estatística descritiva e análise por dimensões), favorecendo inferência analítica sobre a aderência da LR aos macroprocessos. O recorte temporal do survey é pontual (transversal) e o recorte espacial restringe-se à MB. O produto final é um modelo integrado de LR com diretrizes de governança, processos, coerente com a lógica de *mixed methods* voltada à intervenção organizacional, conforme preconizado por Creswell e Creswell (2021) para projetos pragmatistas e sequenciais.

2.2 Revisão Sistemática de Literatura

As RSL são utilizadas para avaliar o *status* do conhecimento sobre um determinado tema, de forma a endereçar agendas e lacunas de pesquisa ou para simplesmente discutir um determinado assunto. Também possuem utilidade para o desenvolvimento da teoria (Baumeister e Leary, 1997). No entanto, é importante notar que, dependendo do objetivo da revisão da literatura, o método de análise da revisão que deve ser utilizado irá variar (Snyder, 2019).

Além disso, a RSL permite a pesquisadores tomadas de decisão para análises baseadas em evidências sólidas e sistematicamente construídas, fornecendo um panorama claro e atualizado das pesquisas (Tranfield, Denyer e Smart, 2003). A revisão sistemática, dessa forma, é uma espécie do gênero revisão de literatura, porém com um método rigoroso e replicável de pesquisa que envolve a identificação, análise e síntese das pesquisas relevantes sobre um tópico específico (Azarian *et al.*, 2023).

Esse método é plenamente aplicável na gestão das operações e administração, pois permite uma avaliação ampla e objetiva das evidências existentes, ajudando a estabelecer conclusões confiáveis e informadas para a prática e teoria na área (Thomé, Scavarda e Scavarda, 2016), com a capacidade de diminuir vieses, aumentar a transparência na pesquisa, além de impor rigor metodológico e produzir um entendimento coletivo sobre o campo que está sendo pesquisado, com possibilidade de replicabilidade (Thomé *et al.*, 2016).

Neste prisma, foi necessário estabelecer um marco inicial que refletisse a abordagem metodológica mais adequada para a presente pesquisa, contudo alguns entraves dificultaram o trabalho deste pesquisador:

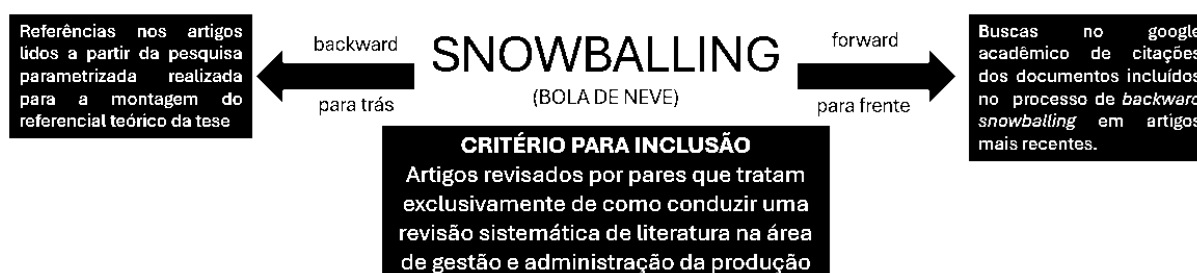
1. Há uma infinidade de artigos sob o título de revisão sistemática, o que dificulta encontrar fontes que tratem do procedimento *per si*, ou que permitissem pesquisas parametrizadas.
2. São vários os campos de utilização deste tipo de revisão.

Como forma de contornar tais desafios, foram estabelecidas as seguintes estratégias:

1. Busca de artigos relevantes na área da administração e gestão das operações dos últimos cinco anos, os quais conduziram RSL e apresentando resultados a partir dessas revisões.
2. Buscas nas referências desses artigos, por meio da técnica *snowballing*, de pesquisas que tratassem exclusivamente de RSL e que servissem como base para condução dessa metodologia.
3. Consolidação de um referencial de artigos para organização do passo a passo para condução de uma RSL.

O *snowballing* (ou efeito bola de neve) é uma técnica utilizada para identificar e selecionar artigos de interesse a partir de uma pesquisa inicial. Esse método pode ser conduzido de duas formas: *backward snowballing* e *forward snowballing*. No *backward snowballing*, os pesquisadores analisam as referências bibliográficas dos artigos já selecionados para identificar estudos anteriores que possam ser relevantes para o tema. Já no *forward snowballing*, a busca ocorre na direção oposta, verificando quais estudos posteriores citaram os artigos inicialmente selecionados, permitindo a identificação de pesquisas mais recentes que expandem ou dialogam com o tema investigado (Pinheiro, Comis e Rodrigues, 2024). A condução desse processo está descrita na figura 2.

Figura 2 – Organização da pesquisa para a técnica *snowballing*



Fonte: elaborado pelo autor

A partir dos critérios estabelecidos, foram consolidadas 25 referências, oriundas da literatura estabelecida de revisão sistemática, coletadas de artigos na área de gestão e administração da produção, além de artigos seminais sobre RSL, advindos das áreas da saúde - local de origem dos estudos sistemáticos - que surgiram no intuito de encontrar evidências científicas coesas para análises clínico-operatórias (Grant e Booth, 2009).

Os artigos com baixa ou inexistente quantidade de citações, verificados no google acadêmico, e sem conexão com outras fontes bibliográficas foram retirados (7 artigos), restando 18 artigos. A seguir, foram observados os estudos que apresentavam um passo a passo da condução da revisão sistemática, sendo que em 12 desses artigos havia explicitamente passos para condução da revisão sistemática.

Na etapa seguinte, foi levantada a frequência de cada passo a ser dado na revisão sistemática. A partir do quadro 3, chega-se ao resultado de que os estudos com maior frequência apresentam 5 passos para a condução de uma revisão sistemática, sendo que a sequência de etapas com o maior número de recorrência entre os artigos (linhas marcadas de cinza no quadro 3) foram os seguintes:

1. Formular a pergunta de pesquisa
2. Definição de critérios de inclusão e exclusão
3. Seleção e avaliação da literatura existente
4. Análise, síntese e avaliação dos resultados
5. Interpretar e relato dos achados

O detalhamento dos passos será apresentado no quadro e no tópico que se segue, juntamente com a apresentação dos resultados em cada uma dessas etapas.

Quadro 1 - Recorrência de etapas na revisão sistemática

N° do passo	Descrição	Snyder (2019)	Cronin; Ryan; Coughlan (2013)	Thomé; Scavarda; Scavarda (2016)	Azarian <i>et al.</i> (2023)	Tranfield; Denyer; Smart (2003)	Siddaway; Wood; Hedges (2019)	Donthu <i>et al.</i> (2021)	Paul; Criado (2020)	Galanis (2018)	Dixon-Woods <i>et al.</i> (2006)	Clark <i>et al.</i> (2021)	Hiebl (2023)	total por passos
1.	Formular a pergunta de pesquisa	x	x		x	x	x		x	x		x		8
1.	Escolha do tema e objetivo/escopo			x				x		x	x	x		5
1/2.	Definição de protocolo de pesquisa			x		x			x				x	4
2.	Definição de critérios de inclusão e exclusão		x		x			x			x	x	x	6
2.	Identificar literatura relevante	x				x	x			x				4
3.	Execução de busca abrangente			x	x				x			x		4
3/4.	Seleção e avaliação de literatura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12
4.	Extração e análise de dados		x					x	x	x			x	5
4/5.	Análise, síntese e avaliação dos resultados	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	10
5/6.	Interpretar e relato dos achados	x	x			x	x	x	x	x	x			8
Total por autor		5	6	5		5	6	5	5	7	6	5	6	5
5 passos		7												
6 passos		4												
7 passos		1												

Fonte: elaborado pelo autor

A partir deste momento, serão apresentados com maior detalhe cada um dos cinco passos percorridos na pesquisa. A dinâmica deste tópico foi organizada da seguinte forma: primeiramente, há um texto inicial explicando como se entende aquela etapa do processo, após isso, discorre-se a maneira como a RSL, para aquela etapa, foi realizada na prática, conforme se segue:

1. Formular a pergunta de pesquisa: a fase inicial de qualquer revisão sistemática envolve a formulação de uma pergunta de pesquisa clara e bem definida. Essa pergunta deve especificar o problema a ser investigado, a população em estudo, as intervenções e os desfechos esperados. A definição precisa da pergunta guia todas as etapas subsequentes da revisão, desde a estratégia de busca até a análise dos dados, garantindo que o foco da revisão seja mantido e que os resultados sejam relevantes para a questão em comento (Paul e Criado, 2020; Snyder, 2019).

Dessa maneira, a pergunta da pesquisa, seguiu inicialmente, o enunciado do problema de pesquisa: “De que maneira a LR contribui para o aprimoramento da cadeia de suprimentos de sobressalentes para navios na Marinha do Brasil, em específico, para os meios da esquadra?”

Dada a especificidade da pergunta e a possibilidade de retorno de buscas nulos ou insuficientes, este pesquisador realizou uma série de buscas em bases de dados específicas, conforme apresentado no quadro 2:

Quadro 2 - Pesquisas parametrizadas em bases de dados

Número	Termos	Tipo de busca	Base de dados	Retorno	Data
1.	"logística reversa" and ("sobressalente*" or "peças de reposição")	parametrizada	catálogo de teses e dissertações da CAPES	0	02/02/2025
2.	sobressalente / peças de reposição e Logística Reversa	Textual	biblioteca brasileira de teses e dissertações	1	03/02/2025
3.	“reverse logistics” and “spare parts” and “supply chain”	parametrizada	portal de periódicos da CAPES	43	03/02/2025
4.	“reverse logistics”	Textual	Naval Post-Graduate School (NPS)	4	06/02/2025

Número	Termos	Tipo de busca	Base de dados	Retorno	Data
5.	logística reversa sobressalentes	textual	Repositório de produção científica da Marinha do Brasil	8	06/02/2025
6.	TITLE-ABS-KEY ("reverse logistics" or "reverse flow") AND ("defense" OR "navy" OR "air force" OR "defence" OR "army") and "spare parts"	parametrizada	google acadêmico	117	06/02/2025
7.	TITLE-ABS-KEY ("reverse logistics" or "reverse flow") AND ("defense" OR "navy" OR "air force" OR "defence" OR "army") and "spare parts"	parametrizada	scopus	0	08/02/2025
8.	ALL FIELDS ("reverse logistics" or "reverse flow") AND ("defense" OR "navy" OR "air force" OR "defence" OR "army") and "spare parts"	parametrizada	web of science	0	08/02/2025
9.	ALL FIELDS ("supply chain" AND "reverse logistics" and "spare parts")	parametrizada	web of science	20	12/02/2025
10.	TITLE-ABS-KEY ("supply chain" AND "reverse logistics" and "spare parts")	parametrizada	scopus	25	12/02/2025

Nota: as linhas em negrito representam as estratégias de busca escolhidas na RSL

Fonte: elaborado pelo autor

Segue-se uma breve explicação sobre cada estratégia de busca e os resultados dessas pesquisas. Cada número representa o seu homólogo no quadro acima, na coluna "número":

1. O catálogo de tese e dissertações da CAPES⁸ não retornou respostas. Tentou-se ampliar os termos e retirar a parte da LR, deixando apenas direcionamentos à cadeia de suprimentos, ainda assim não foram encontrados trabalhos que tangenciassem o tema da pesquisa.
2. Ao se realizar pesquisa na Biblioteca de teses e dissertações⁹, chegou-se a apenas um resultado, não afeto diretamente à pesquisa.

⁸Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/> acesso em: 02 fev. 2025.

⁹ Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/> acesso em: 03 fev. 2025

3. No portal de periódicos da CAPES, os termos encontrados, por meio do acesso à Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), retornaram artigos que possuem melhor serventia aos propósitos da tese, que serão analisados no referencial teórico. Observou-se que 95% dos artigos, aproximadamente, advinham da base de dados “scopus” e “web of Science”, razão pela qual optou-se por essas duas bases de dados para realização da RSL.

4. No acesso à base de dados¹⁰ do *Naval Post-Graduate School*¹¹, quanto às aos trabalhos produzidos por este instituto, o termo exato *reverse logistics* encontrou 13 resultados, sendo apenas 2 ligados diretamente com sistemas de logística. Desses, apenas uma tese dizia respeito a RL em peças sobressalentes (Stevenson, 2005).

5. No Repositório de Produção Científica da Marinha do Brasil¹², na busca pelo termo exato “logística reversa” combinado com “sobressalentes”, houve 8 resultados, sendo apenas dois realizando vínculos à cadeia de suprimentos da MB. Desses, apenas um era relacionada à logística de sobressalentes e não tratava sobre LR.

6. Na pesquisa parametrizada do google acadêmico, dado o grande número de resultados, foi realizado um filtro para separação apenas de artigos revisados por pares. Desses, apenas quatro tratavam diretamente do tema desta tese, sendo que o primeiro fornece um *framework* para terceirização dos serviços de LR em sistema de logística militar (Vasilis Vasiliasuskas, Ivanauskas e Čižiūnienė, 2024), o segundo artigo trata da utilização de *machine learning* para estratégias de previsão de demanda para peças sobressalentes de meios navais (Moon, 2013), o terceiro aborda o desenvolvimento de um modelo hierárquico para previsão de demanda de sobressalentes na Marinha da Coreia do Sul (Moon, Hicks e Simpson, 2012) e o quarto trata do aprimoramento da gestão de cadeias de sobressalentes

¹⁰ Disponível em: <https://calhoun.nps.edu/> acesso em: 06 fev. 2025

¹¹ É a principal universidade de pós-graduação da Marinha Americana focada em defesa que oferece mestrado e doutorado em áreas de estudo para necessidades da *US NAVY*, Forças Armadas, civis do Departamento de Defesa Estadunidense e parceiros internacionais, dentre estes oficiais da MB, que realizam anualmente cursos de mestrado naquela escola

¹² Disponível em <https://www.repositorio.mar.mil.br/> acesso em: 06 fev. 2025

por meio da integração da LR a essas cadeias, com internet das coisas e *Business Intelligence* (Mo *et al.*, 2022).

7 e 8. Em pesquisa parametrizada, com os termos apresentados, não houve retorno nas bases de dados scopus e *web of science*. Isso fez com que este pesquisador observasse uma lacuna a ser explorada na literatura, apontando para o grau de ineditismo e contribuição que esta tese poderia trazer consigo.

9 e 10. Tendo resultados nulos, a partir dos termos utilizados no item anterior, **optou-se por uma pergunta mais ampla, a saber: “De que maneira a logística reversa contribui para o aprimoramento da cadeia de suprimentos de sobressalentes?”** Esta estratégia resultou na quantidade relevante de artigos para a presente tese (**por isso aparecem em negrito no quadro 4**). Estas duas últimas buscas serviram de base para a RSL. Dessa forma, concentrou-se nas buscas presentes nos itens 9 e 10 do quadro 4.

2. Definição de critérios de inclusão e exclusão: determinar critérios rigorosos de inclusão e exclusão é essencial para delinear o escopo da revisão, uma vez que esses critérios ajudam a filtrar estudos que não se alinham estritamente com a pergunta de pesquisa, no sentido de garantir que apenas dados pertinentes e de alta qualidade sejam considerados. Assim, esta etapa visa a manter a objetividade da revisão e minimizar o risco de viés. (Galanis, 2018; Thomé *et al.*, 2016; Thomé, Scavarda e Scavarda, 2016).

Foram incluídos apenas os artigos que tratavam diretamente da gestão da LR, considerando, questões ligadas à gestão de sobressalentes. Algumas publicações acabam por focar em aspectos bastante específicos da literatura como sustentabilidade, logística verde. Caso esses documentos não abrangessem a LR, esses foram excluídos. Tentou-se assim focar no cerne da pesquisa e retirar aqueles que prejudicassem a manutenção desse escopo.

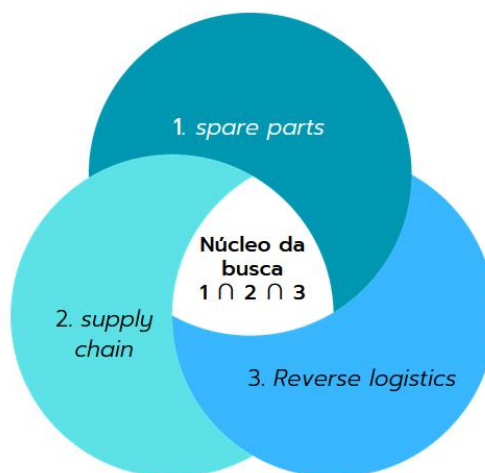
3. Seleção e avaliação da literatura existente: a seleção cuidadosa e a avaliação criteriosa da literatura irão determinar a integridade da revisão sistemática. Isso inclui uma busca em bases de dados relevantes, seguida de uma triagem rigorosa para assegurar que apenas estudos que atendam aos critérios estabelecidos sejam incluídos, de forma que cada estudo selecionado deve ser avaliado quanto à sua qualidade e relevância em relação à pergunta de pesquisa (Azarian *et al.*, 2023;

Baumeister e Leary, 1997; Donthu *et al.*, 2021; Hiebl, 2023; Tranfield, Denyer e Smart, 2003).

Neste contexto, a pesquisa delimitou-se a publicações em inglês, sem um horizonte específico de datas, com fontes indexadas em bases de dados da Scopus e *Web of Science*. Foram aceitas publicações da chamada *grey literature* como anais de conferências, capítulos de livros, teses e relatórios. Foram excluídas as publicações que não se conseguiu ter acesso aos documentos. Teve-se o cuidado de analisar a qualidade das evidências presentes neste tipo de literatura.

Quanto ao uso de palavras-chave, tentou-se exprimir o espírito da pergunta de pesquisa, dessa forma a busca parametrizada procurou refletir esse aspecto, com a consequente inclusão do operador booleano AND. Os termos utilizados foram: “*spare parts*”, “*supply chain*”, “*reverse logistics*” O diagrama 1 reflete a estratégia de busca:

Diagrama 1 – Diagrama de Venn do núcleo da pesquisa



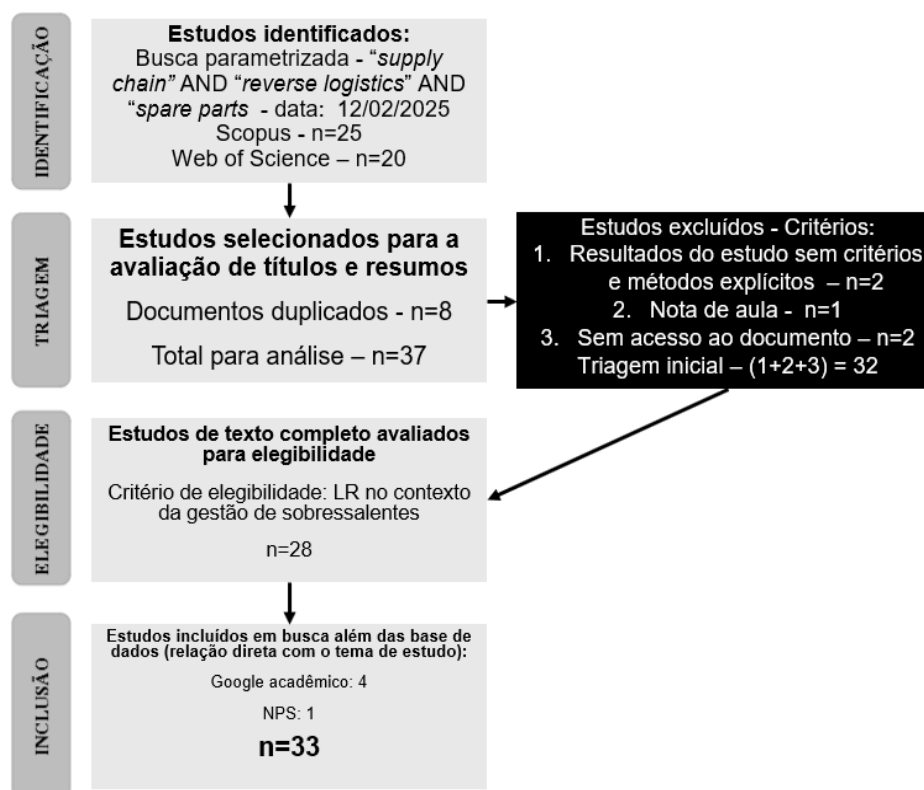
Fonte: elaborado pelo autor

Os estudos foram identificados e as informações padronizadas em planilha, de forma a serem excluídos as referências duplicadas. O passo seguinte constituiu na exclusão de documentos da literatura cinzenta que não possuíam um critério metodológico explícito e confiável. Em sequência, a análise das referências perpassou pelos critérios para inclusão, já citados anteriormente.

Adicionalmente, foram inseridos quatro artigos no processo de revisão, advindos de busca no google acadêmico (Mo *et al.*, 2022; Moon, 2013; Moon, Hicks e Simpson, 2012; Vasilis Vasiliasuskas, Ivanauskas e Čižiūnienė, 2024) e uma “tese” de

MBA advinda da base de dados do NPS (Stevenson, 2005), conforme busca descrita no quadro 4 e explicações já explanadas, os quais apontam para a pertinência temática das pesquisas. A seguir, é apresentado na figura 3 o fluxo da condução para seleção das referências para análise, tendo por base, porém adaptado, do modelo PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021):

Figura 3 - Fluxo para seleção das referências



Fonte: elaborado pelo autor.

4. Análise, síntese e avaliação dos resultados: após a seleção dos estudos, os dados são analisados e sintetizados para responder à pergunta de pesquisa, o que envolve técnicas quantitativas (Donthu *et al.*, 2021), como meta-análise, ou qualitativas, dependendo da natureza dos dados recolhidos (Dixon-Woods *et al.*, 2006) para assim se realizar a interpretação dos resultados, que deve ser crítica, considerando as limitações dos estudos incluídos e o possível impacto dessas limitações nos resultados da revisão (Hiebl, 2023; Siddaway, Wood e Hedges, 2019).

Dessa forma, nesta etapa, analisou-se a literatura selecionada, de modo a desenhar as linhas de contorno para se chegar ao cerne da análise dos achados e evidências oriundas da interconexão das informações extraídas das referências.

Assim, buscou-se iniciar com uma análise descritiva, para então abordar a perguntar de pesquisa de forma mais direta.

5. Interpretação e relato dos achados: A última fase de uma revisão sistemática envolve a interpretação dos resultados e a redação de um relatório detalhado. Este relatório deve resumir os achados, discutir as implicações práticas, as limitações da revisão e as sugestões para pesquisas futuras. É importante que o relatório seja claro e transparente, permitindo que outros pesquisadores reproduzam o estudo ou o utilizem como base para investigações subsequentes. (Clark *et al.*, 2021; Dixon-Woods *et al.*, 2006)

Para analisar os textos em lide, foi empregado como método a análise de conteúdo (Bardin, 1977) do tipo temática (Graneheim e Lundman, 2004) e de natureza qualitativa (Lakatos e Marconi, 2007), para que se capte os principais contextos e significados existentes e que estejam direcionados ao tema da pesquisa.

Neste sentido, a análise de conteúdo é um método que envolve a análise estruturada de textos, vídeos ou áudios para identificar padrões, temas e significados nos dados. Pesquisadores utilizam a análise de conteúdo para interpretar e condensar dados qualitativos, realizar inferências e formular conclusões (Krippendorff, 2019).

Assim, a análise de conteúdo temática é, em suma, um conjunto estruturado de etapas que possibilitam a identificação, categorização e interpretação dos significados subjacentes às informações analisadas (Bardin, 1977). O quadro 3 apresenta as vantagens da análise, sendo assim o motivo da presente escolha metodológica:

Quadro 3 – Descrição pela opção da análise de conteúdo qualitativa

Autor(es)	Vantagens da análise de conteúdo qualitativa
Graneheim e Lundman (2004)	Permite a análise tanto do conteúdo explícito quanto os seus significados implícitos, possibilitando interpretações profundas.
Hsieh e Shannon (2005)	Possibilita adequação conforme o objetivo e a pergunta da pesquisa.
Krippendorff (2019)	Garante rigor metodológico, pois estabelece critérios para confiabilidade e validade das interpretações.
Krippendorff (2019)	Facilita a análise de padrões comunicativos e a estruturação das mensagens dentro de um contexto específico, levando a uma compreensão mais profunda do assunto em investigação

Xie, Huo e Zou (2019) Aprimora a compreensão de discursos e narrativas ao captar nuances e contextos que podem ser ignorados em análises quantitativas.

Fonte: elaborado pelo autor baseado em Graneheim e Lundman, (2004), Hsieh e Shannon, (2005), Krippendorff, (2019), Xie, Huo e Zou, (2019).

Nesta parte da pesquisa, para uma análise de conteúdo qualitativa foi utilizado o método híbrido proposto por Fereday e Muir-Cochrane (2006), que envolve a utilização do método indutivo para criação de temas de discussão, de maneira que o conteúdo das referências é lido em busca de códigos emergentes, que surgem a partir das leituras realizadas e observações de surgimento de tópicos de discussão semelhantes.

2.2 Em busca de um modelo de maturidade

Para realizar tal revisão e organizar um modelo de avaliação de maturidade para este caso, foi utilizada uma pesquisa parametrizada com os termos ("*maturity model*" OR "*maturity level*") AND "*reverse logistics*", nas bases "Web of Science" (13 resultados) e "Scopus" (10 resultados), totalizando 23 artigos. Após remoção de referências duplicadas (ficando 17 artigos) e aplicação de critérios de inclusão, com foco direto em modelos de maturidade em LR, chegou-se a 6 artigos, com exclusão de 11 artigos não pertinentes, adicionaram-se ainda dois estudos identificados via busca textual no google acadêmico (Janse, Schuur e Brito, 2010; Morlet, Pollard e Appel, 2016). Assim, chegaram-se a cinco modelos de maturidade em LR relevantes, cujas características, como níveis, dimensões, método de avaliação, foram comparadas para subsidiar a escolha do mais adequado aos propósitos da tese. Assim, segue-se as etapas da pesquisa bibliográfica, seguido de um quadro consolidado com os resultados da pesquisa:

- **Pergunta de pesquisa:** Como avaliar o nível de maturidade em LR da cadeia de sobressalentes da MB?
- **Pesquisa parametrizada:** ("*maturity model*" OR "*maturity level*") and "*reverse logistics*"
- **Bases de dados:** Web of Science – n=13 / Scopus – n=10 / Total – n=23
- **Repetidos:** n= 6 – Total sem repetições – n=17
- **Critérios de inclusão:** artigos que tratem e elaborem diretamente estruturas de avaliação de nível de maturidade em LR – n=6
- **Critério de exclusão:** artigos que não elaborem estruturas de avaliação de nível de maturidade em LR – n=11

- Adição de dois estudos em busca textual (Janse; Schuur e Brito, 2010; Morlet; Pollard; Appel, 2016).

Quadro 4 - Resultados consolidados da pesquisa

Referência	Tema	Resultados
Amini, Retzlaff-Roberts e Bienstock (2005)	<i>Design</i> de operações de LR para serviços de reparo de curto ciclo de tempo.	Propõe um modelo para reduzir o tempo de ciclo e aumentar a eficiência em serviços de reparo através de práticas de LR
Chaves, Giuriatto e Ferreira (2020)	Medidas de desempenho da LR, por meio de um levantamento com empresas brasileiras.	Identifica as principais métricas usadas pelas empresas brasileiras para avaliar o desempenho da LR e destaca as diferenças setoriais.
Olejnik e Werner-Lewandowska (2018)	Proposta de método para determinar o perfil de maturidade da logística reversa.	Apresenta um modelo de maturidade para ajudar as organizações a avaliarem e melhorarem suas operações de logística reversa.
Peña-Montoya et al. (2020)	Avaliação da maturidade da LR como estratégia para gestão sustentável de resíduos sólidos.	Fornece uma avaliação detalhada sobre como a maturidade da logística reversa pode contribuir para a sustentabilidade na gestão de resíduos.
Pulansari, Suparno e Partiw (2018)	Desenvolvimento de um <i>framework</i> para avaliação do nível de maturidade da LR.	Propõe um <i>framework</i> que auxilia na avaliação e melhoria contínua do nível de maturidade da LR em organizações.
Werner-Lewandowska e Kosacka-Olejnik (2018)	Modelo de maturidade logística para empresas de serviços – fundamentação teórica.	Discute o desenvolvimento de um modelo teórico de maturidade logística focado em empresas de serviços, sugerindo adaptações para diferentes contextos operacionais.
Janse, Schuur e Brito (2010)	Ferramenta de diagnóstico de LR para cadeia de suprimentos de eletrônicos	Apresenta as barreiras e facilitadores comuns que impactam o desempenho da LR. As barreiras incluíam a falta de políticas claras de retorno, suporte de TI inadequado e capacidades limitadas de previsão e planejamento. Os facilitadores incluíam a conscientização da alta gestão e parcerias estratégicas.
Morlet, Pollard e Appel (2016)	Desenvolvimento e aplicação de uma abordagem de LR como parte integrante da economia circular.	Propõe um modelo de maturidade em LR, adaptado ao seguimento da empresa, para ajudar as organizações a avaliarem e melhorarem suas operações de logística reversa diante de um cenário de economia circular.

Fonte: elaborado pelo autor

A partir do resultado do quadro 4, observou-se que cinco delas apresentam um guia com passo a passo estruturado, constituindo um modelo de avaliação de nível de maturidade em LR.

Tais modelos constituem-se ferramentas de mensuração e aprimoramento dos processos de LR dentro das organizações. Esses modelos são projetados para avaliar o estágio de desenvolvimento das operações, permitindo que as empresas identifiquem em que nível de maturidade em partes específicas dos processos de implementação e o que precisa ser aprimorado para atingir um desempenho ideal. Os modelos de maturidade em LR seguem uma estrutura de progressão em níveis, que vai desde o estágio inicial, onde as práticas são rudimentares ou inexistentes, até o estágio de otimização ou maturidade, onde a LR está totalmente integrada e continuamente melhorada (Janse, Schuur e Brito, 2010; Amini, Retzlaff-Roberts e Bienstock, 2005).

No nível mais básico, as empresas podem estar em um estágio inicial ou caótico, no qual as práticas de LR são improvisadas e não seguem uma estrutura organizada. À medida que se avança, pode-se atingir um nível gerenciado ou semi-maduro, no qual alguns processos estão em vigor, mas ainda sem uma integração sistêmica. No nível definido ou maduro, as operações de LR estão documentadas e seguem diretrizes padrão. Neste ponto, os processos são medidos por indicadores de desempenho, como custo, atendimento ao cliente e produtividade, sendo as empresas capazes de aprimorar continuamente seus processos de LR, incorporando inovações tecnológicas e práticas avançadas de monitoramento (Kosacka-Olejnik e Werner-Lewandowska, 2018).

Um exemplo prático de adaptação e aplicação de um modelo de maturidade em LR pode ser encontrado no estudo de Peña-Montoya *et al.* (2020), que investigou pequenas e médias empresas (PMEs) do setor de plásticos na Colômbia. O estudo demonstrou que, embora a implementação de LR nessas empresas esteja em estágios incipientes, com níveis de maturidade que variam de imaturo a simples, há um reconhecimento crescente da importância estratégica da LR para a gestão sustentável de resíduos sólidos. Outro estudo relevante foi o de Pulansari, Suparno e Partiw (2018), que desenvolveu um modelo de maturidade para a indústria eletrônica na Indonésia, apresentando como a LR pode contribuir para minimizar o uso de recursos naturais e aumentar a eficiência operacional.

Nesse contexto, a implementação de um modelo de maturidade permite que as empresas identifiquem seu estágio atual e projetem o caminho necessário para atingir um desempenho otimizado. (Pulansari, Suparno e Partiw, 2018; Janse, Schuur e Brito, 2010). O quadro 5 relaciona os cinco modelos de nível de maturidade em LR que foram extraídos dos oito resultados encontrados na pesquisa inicial, uma vez eram os que forneciam uma estrutura de avaliação de nível de maturidade. Esses artigos foram organizados, no intuito de analisar os modelos e se definir qual será de melhor aplicação para os propósitos da tese:

Quadro 5 - Modelos de níveis de maturidade

Artigo	Método de Avaliação	Níveis de Maturidade	Dimensões de Avaliação	Aplicação
Pulansari, Suparno e Partiw (2018)	Propõe um modelo de maturidade para melhorar a sustentabilidade da empresa, minimizar os resíduos e maximizar os ganhos. Avalia as práticas de logística reversa através de critérios predefinidos e um questionário que mede a adequação das práticas organizacionais.	5 níveis: - Convencional - Gerenciado - Desenvolvido - Inovativo - Otimizado	- Gestão da informação - Produção e operação - Canal de distribuição reverso, - Processos, - LR sustentável.	O <i>framework</i> é aplicado por meio de autoavaliação usando um questionário detalhado que pontua cada dimensão e identifica o nível de maturidade correspondente. A pontuação total determina o nível de maturidade da organização.
Olejnik e Werner-Lewandowska (2018)	Desenvolve um framework com um conjunto de critérios específicos para avaliar a maturidade da LR baseado em um método de pontos para quantificar o desempenho das práticas.	5 níveis: - imaturo (1) - perfeição (5) - médio - alto - muito alto	- Rede física - Formalização - Estruturação - Indicadores - Troca de dados e informações - Otimização - Relacionamento e engajamento dos <i>stakeholders</i>	O avaliador verifica, para cada processo, quais questões (<i>achievements</i>) são cumpridas e mapeia esses cumprimentos nos níveis de maturidade (1 a 5). Ao final, calcula-se o percentual de atendimentos e determina-se o nível médio (ou perfil) de maturidade para cada dimensão.
Peña-Montoya et al. (2020), adaptado de Janse, Schuur e Brito (2010)	Utiliza uma combinação de análise documental e entrevistas para avaliar a maturidade com base no envolvimento da gestão a eficácia e eficiência das práticas de gestão de resíduos sólidos.	4 níveis: - Imaturo - simples - semi-maturo - maduro	- Estratégias de Gestão - Estratégia e objetivos na cadeia de logística reversa - Sustentabilidade	A aplicação ocorre por meio de análises documentais e entrevistas com gestores e partes interessadas para avaliar o envolvimento e eficácia nas práticas de logística reversa em empresas de resíduos sólidos na Colômbia.
Janse, Schuur e Brito (2010)	O método de avaliação tem por base a teoria dos <i>stakeholders</i> e de modelos gerais de maturidade e na revisão de impulsionadores e barreiras para implementação de LR	4 níveis: - Imaturo - Simples - semi-maturo - maduro	- Estratégia de Negócio - Gestão da Cadeia Reversa e Metas - Gestão de sobressalentes - Mercados secundários e processos de reuso - Recuperação (remanufatura)	Apresenta-se a aplicação do <i>framework</i> nos processos da empresa e na empresa e nos <i>stakeholders</i>

Artigo	Método de Avaliação	Níveis de Maturidade	Dimensões de Avaliação de sobressalentes	Aplicação
Morlet, Pollard e Appel (2016)	Avalia a forma de capturar o valor dos modelos de negócios a partir da LR. Sugere-se avaliar a partir da classificação do produto em: (1) <i>Low Value Extended Producer Responsibility</i> , (2) <i>Service Parts Logistics</i> , e (3) <i>Advanced Industrial Products</i> .	5 níveis: - Inicial - Gerencial - Definido - Quantitativamente definido - Otimizado	- estratégico - tático - performance	Selecionar um produto ou grupo de produtos para avaliar, mapear os componentes da LR (<i>Front End, Motor, Back End</i>), avaliar cada componente nos níveis estratégico, tático e de desempenho e identificar as áreas para melhoria para mover para níveis mais altos de maturidade.

Fonte: elaborado pelo autor

(Em **negrito**, o modelo escolhido para avaliação a LR na cadeia de sobressalentes da MB)

Dentre os modelos de avaliação acima expostos, o proposto por Janse, Schuur e Brito (2010) mostrou-se o mais adequado à base teórica, uma vez que fora construído com enfoque na teoria dos *stakeholders*, em especial, os impulsionadores e barreiras relativos à implementação da LR (Govindan e Bouzon, 2018). Além disso, mostrou-se o mais adequado diante do SAbM e o objetivo da tese, na perspectiva estratégica e de processos, pois o modelo avalia estes dois tópicos. Ademais, o quadro 6 apresenta o modelo de avaliação a ser seguido:

Quadro 6 – Modelo de avaliação de nível de maturidade em LR

Aspecto do Negócio	Dimensão	Estado 1: Imaturo	Estado 2: Pouco Simples	Estado 3: Semi-maduro	Estado 4: Maduro
Estratégia Empresarial	Integração da gestão da cadeia reversa na estratégia da cadeia de suprimentos	A gestão da cadeia reversa é um apêndice da estratégia da cadeia de suprimentos	A gestão da cadeia reversa é uma parte secundária da estratégia da cadeia de suprimentos	A gestão da cadeia reversa é semi-integrada na estratégia da cadeia de suprimentos	A gestão da cadeia de devoluções é parte integrante da estratégia da cadeia de suprimentos
Gestão da cadeia reversa e metas	Gerenciamento da logística reversa como processo empresarial essencial	Os retornos de produtos são percebidos como irrelevantes e gerenciados apenas como um fator de custo	A importância dos retornos de produtos é reconhecida, mas não há conhecimento sobre como gerenciá-los	Foco estratégico nos retornos de produtos, gerenciando-os tanto como custo quanto como gerador de valor	A cadeia de suprimentos reversa é um processo empresarial essencial estratégico e gerador de lucro

Aspecto do Negócio	Dimensão	Estado 1: Imaturo	Estado 2: Pouco Simples	Estado 3: Semi-maduro	Estado 4: Maduro
	Abordagem holística da cadeia de suprimentos	Abordagem isolada para gerenciar devoluções em cada parte da cadeia reversa	Abordagem multifuncional para gerenciar devoluções de produtos	Uma abordagem integrada da cadeia de suprimentos é adotada para gerenciar devoluções	Uma abordagem abrangente da cadeia de suprimentos é adotada para gerenciar devoluções de produtos
	Metas claras de logística reversa para processos de ponta a ponta	As metas de gestão da logística reversa não estão definidas	As metas de gestão da logística reversa estão definidas para algumas partes dos processos de devolução	As metas de gestão da logística reversa estão definidas para todos os processos	As metas de gestão da logística reversa estão estabelecidas para todos os processos de ponta a ponta
	Alinhamento com os objetivos empresariais	As operações da cadeia reversa não estão adaptadas aos objetivos empresariais	Os processos da cadeia reversa estão adaptados aos objetivos empresariais	Os processos e operações da cadeia reversa estão alinhados com os objetivos empresariais	Os processos e operações reversos estão alinhados com os objetivos empresariais e as evoluções do mercado
Gestão de peças de reposição	Sincronização	O planejamento e as previsões de peças de reposição não incorporam devoluções de produtos	Previsões de devolução de curto prazo são utilizadas no planejamento e previsões de peças de reposição	A previsão de devoluções é parte integrante do planejamento de peças de reposição	Planejamento sincronizado da demanda de peças de reposição e da previsão de devoluções
Mercados secundários e remarcação	Conhecimento sobre mercados secundários	O conhecimento sobre mercados secundários para ativos recuperados é considerado irrelevante	O conhecimento sobre mercados secundários para produtos recuperados está disponível	O conhecimento sobre os mercados de demanda para ativos recuperados é utilizado durante os processos de devolução	O conhecimento avançado dos mercados de demanda para ativos recuperados é integrado nas decisões de gestão dos fluxos reversos
	Remarcação	Produtos sem defeito e em excesso são descartados como produtos defeituosos	Produtos sem defeito e em excesso são utilizados para recuperação de peças de reposição	Os mercados secundários são identificados para produtos sem defeito e devoluções em excesso	Os mercados primários são identificados para produtos sem defeito e em excesso
Recuperação de processos	Estratégia de recuperação de ativos alinhada	Não existe uma estratégia clara de recuperação de ativos	Existe uma estratégia de recuperação claramente definida, baseada na viabilidade econômica e técnica	A estratégia de recuperação de ativos é claramente definida e alinhada com a estratégia da cadeia reversa e a estratégia empresarial	Existe uma estratégia de recuperação totalmente alinhada, baseada na viabilidade

Aspecto do Negócio	Dimensão	Estado 1: Imaturo	Estado 2: Pouco Simples	Estado 3: Semi-maduro	Estado 4: Maduro
			das opções de recuperação		econômica, técnica e ambiental das opções de recuperação

Fonte: Janse, Schuur e Brito (2010)

Do quadro de referência apresentado, foi possível formular um questionário de avaliação do nível de maturidade da LR na cadeia de sobressalentes para meios da Esquadra. Adotou-se, portanto, o modelo de Janse, Schuur e Brito (2010) como base. Foram realizadas adaptações no questionário para refletir a realidade da MB, principalmente substituindo termos e exemplos da indústria eletrônica por equivalentes na cadeia logística de sobressalentes. As dimensões de avaliação e os descritores de cada nível de maturidade foram traduzidos e ajustados, assegurando equivalência conceitual. O questionário no anexo A apresenta o modelo adaptado, com os quatro níveis de maturidade definidos por Janse, Schuur e Brito (2010) – 1: Imaturo; 2: Simples; 3: Semi-maduro; 4: Maduro – e os descritores correspondentes a cada dimensão. A visualização dos dados foi realizada a partir de um gráfico radar (*spider chart*) com gradações de 1 a 4, conforme o modelo fornecido por Janse, Schuur e Brito (2010). Cada uma das pontas representa uma dimensão de avaliação, conforme o gráfico 1:

Gráfico 1 – Visualização para o resultado da avaliação



Fonte: elaborado pelo autor, baseado em Janse, Schuur e Brito (2010)

Por fim, aponta-se que o resultado da ferramenta diagnóstica foi analisado a partir de um índice global, bem como dos resultados auferidos por dimensão de avaliação. Juntamente com OE 2, estes foram os formatos de investigação do objeto de estudo.

2.3 Design Science Research na construção do modelo Integrado de logística reversa

A pesquisa foi conduzida seguindo o método Design Science Research (DSR), que consiste em um processo metodológico voltado à criação e avaliação de artefatos para resolver problemas práticos relevantes, que, por conseguinte, gera conhecimento aplicado (Lacerda *et al.*, 2013).

Dessa forma, a DSR requer a produção de um artefato inovador, podendo ser um construto, modelo (como é o caso da presente tese), método ou instância, direcionado a um problema concreto que possua uma utilidade prática ou sirva de referencial teórico de possível aplicação. Busca-se compreender e resolver um problema de domínio por meio da construção e aplicação de um artefato, ao mesmo tempo em que se contribui com conhecimento para a base teórica do tema (Lacerda *et al.*, 2013).

No contexto desta tese, o artefato desenvolvido é um modelo integrado de LR, aplicado aos macroprocessos de gestão de sobressalentes da MB. A seguir, detalham-se as etapas da pesquisa em alinhamento com as fases típicas de DSR, conforme propostas por autores como Peffers *et al.* (2007) e Gregor e Hevner (2013).

- Identificação do Problema e Motivação

A primeira etapa consistiu em identificar e delinear o problema prático e a motivação para a pesquisa (Peffers *et al.*, 2007). Nesse caso, reconheceu-se uma lacuna na gestão da cadeia de suprimentos da MB: a ausência de integração estratégica da LR nos macroprocessos de gestão da cadeia de suprimentos de sobressalentes. Por outro lado, a revisão da literatura evidenciou a escassez de estudos aprofundados sobre a incorporação de LR em cadeias de suprimentos militares no contexto brasileiro, indicando uma lacuna teórica a ser explorada.

- Definição dos Objetivos da Solução

Com o problema claramente definido, a pesquisa avançou para estabelecer os objetivos específicos da solução (Peffer *et al.*, 2007). Nessa fase, determinou-se que o artefato a ser desenvolvido, qual seja: um modelo teórico de logística reversa integrada, deveria atender a certos requisitos derivados tanto das lacunas teóricas quanto das necessidades práticas diagnosticadas. Os objetivos centrais incluíram:

1. Integrar os fluxos de logística reversa aos macroprocessos de abastecimento, de forma a transformar a atual cadeia linear em uma cadeia circular, fechando o ciclo dos materiais;
2. Preencher as lacunas identificadas na MB, incorporando mecanismos para retorno, reaproveitamento e destinação adequada de peças, bem como princípios e políticas que fomentem a LR de forma sistemática; e
3. Contribuir com um artefato conceitual que possa ser avaliado e eventualmente generalizado, oferecendo diretrizes para outras organizações militares ou similares interessadas em aprimorar suas cadeias de suprimentos. Esses objetivos refletem tanto as exigências práticas (resolver os gargalos mapeados no SAbM) quanto objetivos científicos, que poderia ser sintetizado em gerar conhecimento novo sobre integração de LR em cadeias de sobressalentes navais, em conformidade com a recomendação de Hevner *et al.* (2004) de que a pesquisa em DSR deve equilibrar relevância prática e rigor científico.

- Projeto e Desenvolvimento do Artefato (Modelo Integrado de LR)

A etapa seguinte corresponde ao projeto e desenvolvimento do artefato em si, que é o núcleo da pesquisa DSR, durante a qual foi construída a solução proposta. Com base na revisão sistemática da literatura, identificaram-se os principais componentes e fatores para implementação de programas de LR de sobressalentes, incluindo os stakeholders envolvidos, barreiras e impulsionadores. Em paralelo, a análise documental do SAbM e o diagnóstico de maturidade forneceram o entendimento do estado atual dos processos da MB, permitindo delinear requisitos funcionais para o modelo. Assim, o design do artefato foi feito de forma iterativa e fundamentada, conforme preconizam March e Smith (1995), que classificam os artefatos DSR como constructos, modelos, métodos ou instâncias, sendo neste caso, um modelo conceitual.

Dessa forma, o resultado foi a concepção de um Modelo Integrado de LR, aplicável aos macroprocessos de sobressalentes da MB. Tal modelo é composto por três eixos principais, integrados entre si:

1. A reformulação do fluxograma de abastecimento atual, estendendo-o para além do consumo dos itens e acrescentando elos de retorno e reinserção pós-uso, unindo e adaptando fluxos diretos e inversos;
2. O incremento das fases do abastecimento dentro do conceito de Apoio Logístico Integrado (ALI), adicionando novas ações de LR a cada fase e mapeando-as esquematicamente; e (3) a estruturação de um quadro referencial relacionando os stakeholders, impulsionadores, barreiras e princípios orientadores para a implementação da LR na MB, de modo a conectar os achados teóricos (Cap. 3 da tese) com as evidências empíricas (Cap. 4 e 5).

Esse artefato conceitual, portanto, foi alicerçado nos resultados teóricos e práticos: incorporou requisitos apontados pela literatura e ajustou-os à realidade diagnosticada no SAbM. Vale ressaltar que a construção envolveu um processo de busca por soluções efetivas dentro das restrições ambientais, em linha com a ideia da DSR como um processo de busca e refinamento contínuo. A cada iteração, o modelo era comparado aos objetivos definidos e às lacunas identificadas, garantindo aderência ao problema original.

- Demonstração e Avaliação do Artefato

Na metodologia DSR, após desenvolver o artefato, procede-se à sua demonstração e posterior avaliação dos resultados obtidos (Peffer *et al.*, 2007). No caso desta pesquisa, dada a natureza conceitual do modelo, não houve demonstração empírica, o que não impede a utilização do modelo em aplicabilidades e demonstrações futuras. A análise, outrossim, deu-se de forma analítica e qualitativa, através de exemplificações que evidenciam como o modelo operaria na prática dentro da MB.

Nessa demonstração teórica, aplicou-se o modelo aos macroprocessos existentes – planejamento, obtenção, distribuição/uso – para ilustrar passo a passo as mudanças de procedimentos e decisões gerenciais que se poderia ter implicações.

Essa simulação conceitual serviu para verificar se o artefato atende aos objetivos estabelecidos: constatou-se, por exemplo, que o modelo proposto efetivamente provê um fluxo formal para itens obsoletos ou usados, algo inexistente na situação atual, e incorpora metas de recuperação de peças no planejamento de necessidades, abordando diretamente os problemas levantados no diagnóstico.

Quanto à avaliação, ela foi conduzida de múltiplas formas. Primeiro, realizou-se uma avaliação comparativa teórico-empírica, examinando em que medida o modelo preenche as lacunas detectadas e responde aos achados da pesquisa. Adicionalmente, empreendeu-se uma validação por especialistas: o modelo foi apresentado a profissionais da área de logística da MB para colher impressões e críticas. Embora informal, esse feedback de especialistas corroborou a relevância das propostas, apontando, por exemplo, que a formalização de políticas de devolução em contratos de aquisição e a inclusão de dados de ciclo de vida de componentes no sistema SAbM seriam de grande utilidade prática.

Por fim, a aplicação do questionário de maturidade também serviu como avaliação indireta: ele forneceu uma linha de base dos gaps atuais; ao confrontar o modelo com esses gaps, fica evidente que a implementação do modelo tenderia a elevar a maturidade da MB em praticamente todas as dimensões avaliadas, ao introduzir práticas ausentes e melhorar a coordenação dos macroprocessos, de maneira que a avaliação sugeriu que o artefato atende ao objetivo de utilidade (*DSR utility*) para o problema proposto, embora se recomende, em trabalhos futuros, uma avaliação empírica mais robusta por meio de implantação piloto ou simulação computacional para quantificar os benefícios.

Comunicação dos Resultados

Por fim, a pesquisa DSR requer a comunicação efetiva do artefato e dos conhecimentos gerados tanto para o público acadêmico quanto para os stakeholders organizacionais envolvidos. Os resultados desta tese – incluindo a fundamentação teórica, método e o modelo desenvolvido – foram documentados no formato da presente tese. Além disso, buscou-se traduzir os achados de forma compreensível aos gestores da MB, por meio de um resumo prático para os stakeholders da cadeia de suprimentos de sobressalentes, ressaltando recomendações e implicações no processo de implementação da LR.

Esse cuidado atende à diretriz de Hevner *et al.* (2004) de comunicar a pesquisa tanto para audiências técnico-científicas quanto gerenciais. A redação do capítulo de resultados foi estruturada de modo semelhante a um artigo de DSR, enfatizando a contribuição do artefato para a solução do problema e para a literatura, conforme orientações de Gregor e Hevner (2013), sobre como posicionar e apresentar pesquisas de DSR com máximo impacto. Adicionalmente, partes dos resultados poderão ser divulgadas em publicações e eventos científicos da área, ampliando o alcance da comunicação.

3. REFERENCIAL TEÓRICO: NAVEGANDO À MONTANTE

Este capítulo visa a cumprir o “OE1”. Ele servirá como base de análise e investigação do objeto da tese, de forma que são discutidos conceitos e teorias vinculadas e tangentes à LR, desde pontos introdutórios como os conceitos de logística, em suas vertentes empresarial, militar e de defesa, gestão da cadeia de suprimentos, perpassando pelos temas da gestão de sobressalentes para navios, além da análise e diferenciação do conceito de LR de outros congêneres, até se chegar ao cerne deste capítulo, diretamente vinculado ao OE1, que se traduz na análise detalhada da RSL.

Assim, inicialmente, apresentou-se uma fundamentação conceitual, diferenciando a LR de outros conceitos correlatos. Em seguida, detalhou-se o processo metodológico da RSL, com o objetivo de mapear o conhecimento existente sobre LR aplicada à cadeia de suprimentos de sobressalentes. Para isso, foram utilizadas as bases de dados Scopus e *Web of Science*, com critérios rigorosos de busca parametrizada por termos-chave e operadores booleanos. O processo de seleção seguiu a metodologia PRISMA 2020, resultando na seleção de 33 estudos, cuja análise se deu por meio da técnica de análise de conteúdo temática qualitativa incluindo os critérios de busca, seleção e análise das, sendo os achados organizados em seis eixos temáticos. A organização da RSL deu-se por meio de uma estruturação de assuntos sobre este tipo de revisão no campo dos estudos de gestão das operações e administração. Chegou-se a um percurso de cinco passos a serem cumpridos. Posteriormente, o capítulo adotou a teoria dos *stakeholders* como lente analítica para identificar barreiras e impulsionadores à implementação da LR em cadeias de sobressalentes, consolidando uma base teórica para os capítulos seguintes. O detalhamento dos passos metodológicos da RSL e da análise de conteúdo temática serão explanados no decorrer do capítulo, nas seções 3.4.1 e 3.4.2.

3.1 Conceitos iniciais

A logística, por se tratar da gestão do fluxo de materiais e informações, pode-se dizer que existe desde os primórdios da humanidade. Em diversos momentos históricos, essa gestão foi e continua sendo imprescindível para o desenvolvimento da sociedade (Christopher, 2018). O termo tem origem provável do francês *logistique*, sendo este derivado do grego, no sentido de logos (razão). O significado de logística

em sua origem francesa é a arte de calcular ou, mais especificamente, a manipulação dos detalhes de uma operação (Ballou, 2009).

No entanto, o termo "logística" só foi provavelmente utilizado pela primeira vez em 1830, em um contexto militar, para se referir à arte de movimentar e abastecer as tropas em campo de batalha e diretamente vinculado ao conceito de estratégia. A partir daí, a expressão "logística" passou a ser utilizado em outras áreas, como a indústria e o comércio. Na perspectiva empresarial, com o aumento da complexidade das operações comerciais, a partir da década de 1960, houve a necessidade de desenvolver métodos e ferramentas para gerenciar essas atividades. Surgiram então os primeiros estudos sobre gerenciamento de estoques e transporte, com a utilização de modelos matemáticos e estatísticos para otimizar os processos logísticos (Ballou, 2006).

Nesta perspectiva, a década de 1980 é marcada pela inserção do conceito de gerenciamento da cadeia de suprimentos (*supply chain management*), representando uma evolução do gerenciamento logístico para uma visão mais ampla e integrada de toda a cadeia de abastecimento (Lambert e Cooper, 2000).

Atualmente, a logística é considerada uma área estratégica para as empresas, uma vez que pode afetar sua competitividade e rentabilidade. Com o advento da tecnologia e a utilização de sistemas informatizados, a logística se tornou ainda mais complexa e dinâmica, exigindo uma constante atualização e adaptação das práticas e ferramentas utilizadas (Bowersox *et al.*, 2013).

Dessa maneira, define-se a logística como um processo relacionado às atividades de movimentação, de armazenagem e de facilitação do fluxo de produtos, desde os pontos iniciais de coleta, tal qual a de aquisição da matéria-prima até a chegada ao ponto em que o consumo final ocorrerá. Incluem-se nesse conceito os fluxos de informação os quais fazem com que os produtos possam ter os tempos e movimentos corretos (Novaes, 2007).

De maneira ampla, a logística também pode ser definida como o processo de planejar, implementar e controlar processos para o fluxo eficiente e eficaz de bens, serviços e informações do ponto de origem ao ponto de consumo (Bowersox *et al.*, 2013; Council of Logistics Management, 1999; Mentzer, Stank e Esper, 2008; Zijm *et*

al., 2019), ou, resumindo, o ato de pôr o item certo, no lugar certo, no tempo correto a um custo razoável (Ballou, 2009).

Toda essa dinâmica precisa ter como objetivo a manutenção dos níveis de serviço adequados aos clientes, a partir de um equilíbrio de custo razoável. Assim, a logística perpassa por ser elemento que se transforma em agregador de valor para produtos e serviços, desdobrando-se em níveis elevados de satisfação dos clientes (Holweg e Pil, 2007).

Por outro lado, tendo a logística como base inicial o ramo militar, como fora exposto, surge sendo um elemento essencial para a mobilização de tropas, armazenagem de equipamentos e gerenciamento de suprimentos de campanha (Luttwak, 1987). O foco é garantir o abastecimento correto dos recursos no tempo certo e no local apropriado, de forma a ser um dos elementos para o sucesso de qualquer operação militar (Freedman, 2015).

Assim, a logística militar pode ser definida como um processo que culmina, segundo Clausewitz (2003, p. 95), no “(...) soldado recrutado, armado e treinado, e todo objetivo deste em dormir, comer e beber (...)” para “(...) que ele deva estar lutando no lugar e tempo corretos”. Portanto, a logística militar possui a definição de ser a atividade de preparar e sustentar campanhas, a ciência e a arte de mover recursos, executando empreendimentos estratégicos e táticos, ou seja, um serviço que entrega disponibilidade e permanência aos meios e tropas em locais e situações nos quais se deseja sua utilização (Jomini, 2012). Portanto, a logística militar é especializada nas necessidades de mobilidade das forças armadas, incluindo o transporte, manutenção e armazenamento de equipamentos militares (Wissler, 2018).

Como ampliação das discussões da logística militar, surge a noção de logística de defesa, que se coloca como um desdobramento mais amplo, focalizando para além da operação em si, pois envolve aspectos estratégicos e de manutenção das capacidades defensivas de uma nação, de forma que a logística de defesa envolve a coordenação entre setores governamentais, industriais e de defesa para garantir disponibilidade de recursos em situações de conflito, bem como para assegurar a prontidão das forças armadas em diversos cenários (Caliari *et al.*, 2025). Esse contexto agrega discussões que vão além da simples alocação de materiais, pois compreende também a integração com políticas de aquisição, desenvolvimento

de infraestrutura e gestão de riscos associados ao ambiente de segurança nacional (Brick, 2019).

A logística de defesa pode ser entendida, então, como o conjunto de processos, recursos e atividades coordenadas que visam garantir a mobilização, o fornecimento, a manutenção e a distribuição de equipamentos, suprimentos e serviços necessários ao cumprimento das missões das Forças Armadas, diferenciando-se da logística militar por incluir uma dimensão estratégica de planejamento de longo prazo, levando em conta a colaboração com setores produtivos, além de extrapolar a mera circulação de recursos, vez que incorpora aspectos de segurança de suprimentos e políticas de aquisição que assegurem a soberania nacional (Zsidisin *et al.*, 2020).

Tal política de aquisição engloba a organização produtiva, além de pesquisa e desenvolvimento, em linha com organizações, capacidades produtivas e conhecimento tecnológico voltados ao desenvolvimento, fabricação e manutenção de produtos e serviços empregados em atividades militares, o que se convencionou chamar de Base Industrial de Defesa (BID) (Luttwak, 2002).

A BID, assim, engloba empresas, institutos de pesquisa e laboratórios especializados, universidade, governo, instâncias da sociedade civil e o ambiente natural, em termos de sustentabilidade e *locus* operativo, que atuam em conjunto na inovação de tecnologias sensíveis e no fornecimento de itens críticos para as forças armadas, modelo esse denominado de “quíntupla hélice” (Carayannis e Campbell, 2010).

Por meio de parcerias público-privadas e de políticas de fomento, a BID busca garantir a autonomia tecnológica e a sustentabilidade das capacidades militares, de modo que as demandas de modernização, reparo e atualização de equipamentos sejam atendidas em prazos compatíveis com as necessidades estratégicas de uma nação (Caliari *et al.*, 2025).

Sob essa perspectiva, a logística de defesa passa a ser concebida como uma atividade que extrapola o transporte e a distribuição de suprimentos, envolvendo também a coordenação com setores industriais estratégicos e o estabelecimento de políticas que assegurem a contínua disponibilidade de insumos críticos (Kovacic e Smallwood, 1994). Essa cooperação e coordenação ampla ocorre por meio de um

gerenciamento da cadeia de suprimentos que envolve diversas partes em um processo integrado (Mentzer, Stank e Esper, 2008).

Dessa maneira, ao passo que a logística possui o papel de se concentrar nas operações dentro da própria organização, a gestão da cadeia de suprimentos (*supply chain management* – SCM) acaba por ampliar esse olhar, seja no ambiente empresarial ou no contexto de defesa, ao observar os processos desde o início até os elos finais da corrente de fornecedores e clientes. Portanto, focam-se os esforços na preocupação com todas as empresas que participam da cadeia, mais que isso, todos os atores participantes dessa sistemática, tendo por base um *status* de colaboração entre os partícipes do processo, para que se obtenha maior eficiência ao longo da cadeia (Queiroz, Telles e Bonilla, 2020).

A conceituação do *Council of Supply Chain Management Professionals* - CSCMP aponta a Cadeia de Suprimentos como o elo que interliga fornecedores, provedores de serviços e clientes, começando pela fabricação das matérias-primas a serem transformadas até a utilização dos produtos acabados, compreendendo, ao longo de repetidos processos logísticos, o intercâmbio de materiais e informações (CSCMP, 2013).

Neste sentido, a SCM ainda pode ser definida como a coordenação sistêmica e estratégica das funções comerciais tradicionais tanto no âmbito interno de uma organização quanto entre os diversos agentes da cadeia de suprimentos, com o propósito de aprimorar o desempenho de longo prazo das empresas individualmente e da cadeia como um todo (Mentzer, Stank e Esper, 2008).

Ainda no que tange a uma Cadeia de Suprimentos, as funções logísticas poderão ser repetidas por diversas vezes até o produto ou serviço chegar ao último ponto da cadeia. Na mesma lógica, as mesmas atividades logísticas repetem-se na medida em que os itens usados são recolhidos no sentido inverso do canal logístico, o que se denomina canal logístico reverso (Ballou, 2006).

É salutar, dessa forma, compreender que a utilização da cadeia de suprimentos em seu canal logístico normal, seja em todo o processo, seja em parte dele, é sinal dos benefícios da cadeia de suprimentos corretamente ordenada, no qual o ciclo de vida do item é, por total, abrangido, encerrando-se com seu reaproveitamento, reciclagem, remanufatura ou o descarte, porquanto o canal reverso

precisa ser considerado como parte do escopo do planejamento e controle logísticos (Leite, 2009). Este canal reverso, por sua vez, materializa-se nos conceitos envolvidos na LR.

3.1.1 Macroprocesso e Arquitetura de Processo de Negócios

A Gestão de Processos de Negócio (BPM) pode ser definida como a ciência e a prática de supervisionar metodicamente a forma como o trabalho é executado dentro de uma organização. O objetivo fundamental desta supervisão é duplo, garantir resultados consistentes e manter um elevado padrão de qualidade nesses resultados. Isso permite às organizações padronizarem as suas operações, identificando e aproveitando sistematicamente as oportunidades de melhoria contínua. A partir desta definição da disciplina de gestão, pode-se, por conseguinte, inferir a definição do seu objeto de estudo: o "processo". Um processo de negócio é, portanto, a unidade fundamental de trabalho que é desenhada, executada, monitorada e melhorada sob a égide do BPM, com o propósito de entregar um resultado específico, consistente e de qualidade (Plattfaut, 2022).

A relevância do "processo" como uma unidade de análise central é reforçada pela investigação em domínios adjacentes, como a gestão do conhecimento. Estudos sobre a maturidade da gestão de projetos e a capacidade de conhecimento identificam os "processos" como um dos três pilares fundamentais para o sucesso organizacional, em conjunto com "pessoas" e "tecnologia". Assim, o sucesso de uma organização em alavancar o seu conhecimento e atingir os seus objetivos depende diretamente da capacidade de conectar e gerir a interação entre estas três componentes. Os processos, neste contexto, funcionam como os condutores estruturados através dos quais o conhecimento das pessoas é aplicado, suportado pela tecnologia, para executar tarefas críticas e atividades da cadeia de valor (Alghail et al., 2021).

Contudo, a literatura apresenta uma taxonomia que diferencia os processos com base na sua natureza e no tipo de trabalho que englobam. Uma distinção fundamental é traçada entre, por um lado, processos que envolvem trabalho de rotina e tarefas repetitivas e, por outro, processos que exigem atividades cognitivas, intensivas em conhecimento e de criação de valor. Os processos de rotina, caracterizados pela sua previsibilidade e baixo nível de variabilidade, são os alvos tradicionais das metodologias de BPM. Em contrapartida, os processos cognitivos ou não estruturados são dinâmicos, dependentes do contexto e focados na criação de

novo valor, representando o cerne da vantagem competitiva na economia do conhecimento. Portanto, o BPM contemporâneo, para ser efetivo, deve evoluir para além das rotinas; deve tornar-se ágil, flexível e capaz de gerir a mudança, abraçando tanto a melhoria de processos de rotina como a gestão de processos cognitivos e estratégicos (Wanner et al., 2019).

A transição de uma gestão funcional tradicional para uma orientação por processos (BPM) gera uma necessidade organizacional premente: a criação de um conjunto estruturado de modelos que possa apresentar uma visão integrada e holística das operações.⁶ É para responder a esta necessidade que emerge o conceito de Arquitetura de Processos de Negócio (Business Process Architecture - BPA). O BPA é definido na literatura como um modelo integrado conceitual abrangente. A sua função é fornecer uma visão geral estruturada de todos os processos de negócio dentro de uma organização, descrevendo explicitamente os seus relacionamentos e interações. Esta arquitetura inclui também os princípios e diretrizes que governam a organização, a execução e a manutenção desses processos (Dijkman; Vanderfeesten; Reijers, 2016).

É importante notar que a BPA não é um somente um catálogo ou um inventário estático de processos. Pelo contrário, é um framework dinâmico que estabelece as ligações fundamentais entre os processos, permitindo a sua gestão coordenada. É precisamente dentro de uma estrutura de decomposição hierárquica que o conceito de "macroprocesso" adquire o seu significado acadêmico e prático. Neste sentido, o termo "macroprocesso" não possui uma definição autônoma na literatura, pois o seu significado é relacional e hierárquico, existindo apenas em relação aos processos que lhe são subservientes. Assim, a literatura seminal sobre BPA estabelece uma arquitetura de processo típica organizada em três níveis de abstração, conforme Dijkman; Vanderfeesten; Reijers (2016):

O Nível 1 desta hierarquia é explicitamente definido como o nível Empresarial ou de macroprocesso. Este nível representa a visão mais elevada e condensada dos processos centrais da organização. Tipicamente, este nível consiste num conjunto restrito de grandes categorias de processos, que, em conjunto, encapsulam a totalidade da cadeia de valor da empresa. A sua função primordial é fornecer uma visão compartilhada em toda a organização, traduzindo a estratégia complexa da da

alta administração em num modelo que articula o que a organização faz ao nível mais fundamental.

No Nível 2, o Nível de Processo de Negócio, detalha-se cada macroprocesso do Nível 1. Embora ainda num nível resumido, este nível captura as relações essenciais, as entradas, as saídas e as interconexões entre os processos que compõem o macroprocesso.

O Nível 3, denominado Modelo de Processo ou Nível Operacional, decompõe-se cada processo de negócio do Nível 2 em detalhe. É neste nível que os fluxos de controle, fluxos de dados, papéis, recursos e pontos de decisão são modelados, frequentemente utilizando notações técnicas como o BPM.

A definição do macroprocesso como o Nível 1 da BPA revela a sua importância estratégica, sendo seu maior desafio a correta identificação do conjunto de macroprocessos, não resultando em um exercício técnico, mas sim um exercício de liderança estratégica, de forma que a gestão de topo deve definir um conjunto de macroprocessos (Nível 1) que equilibre perfeitamente a completude, assegurando que todo o negócio está representado, e a simplicidade, assegurando que o modelo pode ser usado como a "visão compartilhada" por todos (Dijkman; Vanderfeesten; Reijers 2016).

Neste sentido, o macroprocesso (Nível 1) é o objeto de gestão ao qual a estratégia é alinhada. Na prática, o alinhamento estratégico é o ato de mapear as prioridades estratégicas da organização para os macroprocessos específicos que são responsáveis por entregar valor nessas áreas prioritárias. Assim, a liderança deve articular a estratégia ao definir os Macroprocessos (Nível 1) como a visão compartilhada da organização. Esta arquitetura (BPA) permite o Alinhamento Estratégico, que é a capacidade de BPM que liga as prioridades aos macroprocessos. O suporte da liderança, com a priorização de esforços e o são então canalizados de forma seletiva para os processos de Nível 2 e 3 que compõem os macroprocessos (Nível 1) considerados estrategicamente prioritários (Plattfaut, 2022).

Dessa maneira, quando o BPM é torna-se a forma de gerir o negócio (PLATTFAUT, 2022), ele transforma-se efetivamente numa gestão de portfólio estratégico, com os macroprocessos representando esse portfólio de capacidades centrais da organização. O alinhamento estratégico, portanto, é o processo de decisão

de priorização de esforços nesse portfólio. Logo, o BPM deixa de ser apenas sobre melhorar processos (eficiência - Nível 3) e passa a ser sobre decidir quais processos melhorar com base na sua contribuição aos objetivos de negócio (eficácia - Nível 1). É este investimento focado que permite a aplicação de tecnologias como os da indústria 4.0 para criar vantagem estratégica (Alghail et al., 2021).

3.2 Logística reversa: conceituação e diferenciação

Em perspectiva cronológica, estudos ligados ao processo de LR podem ser verificadas na literatura, inicialmente, na década de 1970, nos quais eram utilizados termos como canal reverso ou fluxo reverso para referir-se à LR (Guarnieri *et al.*, 2022). Neste sentido, a preocupação inicial voltava-se para reciclagem dos materiais utilizados (Brito e Dekker, 2004). Autores como Guitinan e Nowowkoye (1974), além de Ginter e Starling (1978) focam seus estudos na problemática dos resíduos sólidos e o impacto desses no meio ambiente no contexto dos Estados Unidos, tendo como diretiva o desenvolvimento de legislação que direcionasse à mitigação do problema dos rejeitos sólidos pela via da reciclagem. Visualizava-se, assim, a utilização dos canais de distribuição existentes, só que no caminho inverso, para a reciclagem (Ginter e Starling, 1978; Guitinan e Nwokoye, 1974).

Já na década de 1980, apesar da preocupação ainda se concentrar em questões logísticas advindas de retorno por força de lei, do material que era utilizado pelo consumidor (Lambert e Towle, 1980), a influência de fatores externos para implementação da LR foi identificada para além de questões normativas. Outras forças mostraram-se atuantes neste processo, tais como a pressão dos compradores e de fornecedores, além da manutenção da competitividade da organização frente ao cenário de concorrência (Achrol, Reve e Stern, 1983). Dessa forma, a “distribuição reversa” poderia ser determinada por três atores: o consumidor, por iniciativa própria; iniciativa da indústria para reciclagem; ou iniciativa do governo, por força normativa, ou imposição de *recall* de produtos (Murphy, 1986).

No mesmo período, a definição de LR era entendida de fluxo contrário ao canal normal de distribuição, também chamada de “contramão”. Esta definição estava frequentemente associada à devolução de produtos, com o escopo limitado à movimentação de materiais de clientes para fabricantes (Murphy, 1986).

A década de 1990, todavia, foi marcada por um crescente foco nas questões ambientais, o que influenciou diretamente o desenvolvimento da LR. A preocupação com o desperdício e a sustentabilidade geraram uma pressão por soluções que permitissem o retorno de produtos e materiais ao seu ciclo de vida, além da destinação adequada dos resíduos. Nesse contexto, surgiram legislações e regulamentações que obrigaram as empresas a se responsabilizarem pela coleta, reciclagem e reaproveitamento de produtos, como a Lei de Embalagens na Alemanha, que impulsionou a LR como uma prática necessária (Guide e Wassenhove, 2009).

Neste período, as discussões acadêmicas sobre LR abordavam as complexidades das redes de distribuição, estratégias de inventário e as dificuldades logísticas no retorno de produtos. Destacavam-se os desafios relacionados à incerteza e variabilidade na quantidade e qualidade dos produtos retornados, aspectos fundamentais para o sucesso da LR (Fleischmann *et al.*, 2005).

Ao final dos anos 90, os conceitos de LR começam, então, a serem apresentados em maior escala, tendo por base a expectativa da consolidação do termo (Quesada, 2005). Referia-se então à LR como um papel logístico nas devoluções de produtos, redução de fontes, reciclagem, substituição de materiais, reutilização de materiais, descarte de resíduos e reforma, reparo e remanufatura (Stock e Boyer, 2009). Referia-se ainda às habilidades e atividades de gerenciamento logístico envolvidas na redução, gerenciamento e descarte de resíduos perigosos ou não perigosos de embalagens e produtos (Kroon e Vrijens, 1995).

A LR também passou a ser entendida como um processo pelo qual as empresas podem se tornar mais eficientes ambientalmente por meio da reciclagem, reutilização e redução da quantidade de materiais utilizados, de forma que mais materiais passem a fluir de volta e, assim, a reutilização de materiais seja possível e a reciclagem seja facilitada (Carter e Ellram, 1998).

A profusão dos conceitos sobre LR e a inserção de aspectos de sustentabilidade na concepção da atividade trouxeram consigo imprecisão na utilização das terminologias que tangenciam a temática (Rogers e Tibben-Lembke, 1998). Dessa maneira, a crescente preocupação com a sustentabilidade impulsionou, assim, transformações na gestão de cadeias de suprimentos. Aspectos antes

secundários, como o destino de resíduos e o ciclo de vida dos produtos, tornaram-se centrais nas estratégias empresariais (Rajput e Singh, 2022).

Dessa forma, em panorama contemporâneo, a LR é definida pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) como:

Um segmento especializado de logística com foco na movimentação e gestão de produtos e recursos após a venda e após a entrega ao cliente. Inclui devoluções de produtos para reparo e/ou crédito (CSCMP, 2013, p. 168)

Malgrado o conceito apresentado não seja definitivo para a presente pesquisa, esta se reveste de panorama inicial para o desenvolvimento das discussões dos termos que necessitam ser diferenciados e pontuados para um correto desenvolvimento da tese.

Assim, conceitos como LR, cadeias de suprimentos fechadas (*closed-loop supply chain*), economia circular, ou com predicados como “verde” ou “sustentável” emergiram como respostas inter-relacionadas que demandam atenção, pois muitas vezes há confusões e imprecisões em suas utilizações (Singh e Trivedi, 2016).

Não há como desconsiderar, no entanto, que a LR é tida como elemento-chave da chamada logística verde e sustentável (Quariguasi Neto *et al.*, 2010). Em paralelo, as cadeias de suprimentos fechadas integram fluxos logísticos diretos e reversos em um só sistema, visando “fechar o ciclo” dos materiais. Essas operações viabilizam a transição de um modelo econômico linear (extrair-produzir-descartar) para o modelo de economia circular, que promove a extensão da vida útil dos recursos e a redução ou eliminação de desperdícios. Não surpreende, portanto, que maior atenção tenha sido dada à economia circular nos últimos anos devido ao foco em sustentabilidade, sendo a LR vista como integrador desse conceito aos processos das cadeias de suprimentos (Shahidzadeh *et al.*, 2022).

Por outro lado, a sustentabilidade em cadeias de suprimentos envolve equilibrar objetivos econômicos, ambientais e sociais – o chamado tripé da sustentabilidade ou *triple bottom line*. Em vez de priorizar apenas custo, qualidade e prazo, gestores da cadeia devem incorporar metas ambientais e sociais em conjunto com as econômicas (Ramanathan e Ramanathan, 2020).

Nesse contexto de sustentabilidade, são apresentadas novas perspectivas, como logística verde e a gestão sustentável da cadeia de suprimentos (SSCM). A logística verde preocupa-se em produzir e distribuir bens de modo sustentável, com enfoque nos impactos ambientais (emissões, resíduos), sendo que a SSCM tenta equilibrar as preocupações presentes *no triple bottom line* (Wanganoo e Tripathi, 2023).

A logística verde busca a melhor maneira de produzir e distribuir bens de forma sustentável, levando em conta os fatores ambientais (e em alguns casos, também sociais) associados a essas atividades (Srivastava, 2007). Para esta definição, o escopo primário é a questão ambiental e a LR se intersecciona com a logística verde pela preocupação com a destinação adequada dos resíduos, a reutilização de materiais e a redução dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos. Assim, embora a logística verde abarque iniciativas como veículos menos poluentes, utilização de energias renováveis e otimização de embalagens, a dimensão de retorno de produtos (logística reversa) é indispensável para uma logística verdadeiramente “verde” (Singh e Trivedi, 2016).

JÁ a SSCM busca a otimização dos processos operacionais com o objetivo de reduzir os impactos ambientais e sociais, balanceando a eficiência e a rentabilidade das operações (Thomé *et al.*, 2016). Esta pode ser vista como uma evolução ou ampliação do conceito de logística verde. Enquanto a logística verde foca sobretudo na variável ambiental, a logística sustentável incorpora de forma explícita as três dimensões da sustentabilidade – ambiental, social e econômica – no gerenciamento logístico (Nikseresht, Golmohammadi e Zandieh, 2023).

Há assim a necessidade, para além do fluxo direto da cadeia de suprimentos ser sustentável, e, por consequência, verde, importa também fechar o ciclo de uma cadeia produtiva, incorporando fluxos de retorno, algo necessário para mitigar os danos ambientais e melhorar o desempenho socioambiental da logística (Govindan, Soleimani e Kannan, 2015).

Neste sentido, as cadeias de suprimentos fechadas (ou de ciclo fechado) expandem o escopo da LR, integrando-a aos fluxos tradicionais. Uma cadeia fechada é, em essência, a junção do fluxo para frente (produção e distribuição até o cliente) com o fluxo reverso (retorno do cliente de volta ao produtor). Isso significa projetar

redes logísticas que permitam entregar produtos novos e recolher os usados. Ademais, as cadeias fechadas sustentáveis emergiram como uma resposta viável a diversos problemas da gestão de suprimentos, por sua capacidade de lidar com danos ambientais e até impactos sociais relacionados (Zengin, Amin e Zhang, 2024).

Portanto, define-se cadeia de suprimentos de ciclo fechado como uma rede logística abrangendo as etapas “para frente” e “reversa”, incluindo opções de recuperação como reuso, remanufatura e reciclagem dentro do próprio ciclo. Assim, produtos ao fim de sua vida útil não representam o fim do ciclo, mas sim o início de um ciclo reverso onde materiais voltam a ser recursos. Essa lógica de circularidade visa a atender à necessidade ambiental de redução de resíduos, com a geração de impactos sociais positivos, por exemplo, na forma de criação de empregos em processos de coleta, acondicionamento, ou até mesmo em auxílio a cooperativas de reciclagem (Quariguasi Frota Neto *et al.*, 2010).

Deste panorama, entende-se que a economia circular surge como o arcabouço conceitual que engloba e dá coesão às práticas de LR e cadeias fechadas sob a ótica da sustentabilidade (Kurniawan *et al.*, 2024). Para isso, diversas ideias passam a ser implementadas: repensar o design de produtos, reduzir o consumo de recursos, reutilizar componentes, reparar itens quebrados, remanufaturar produtos, reciclar materiais e, por fim, aplicar a própria LR para orquestrar o fluxo de retorno, sendo que essas práticas operacionais da economia circular abarcam toda a cadeia (Tan, Tan e Ramakrishna, 2022)

Em essência, a LR e as cadeias fechadas fornecem a infraestrutura física e os processos pelos quais a economia circular se concretiza. Sem mecanismos de retorno e recuperação, as ideias circulares ficariam restritas à teoria. Por isso, afirma-se que a LR é crítica para a implementação da economia circular nas cadeias de suprimentos, atuando como catalisadora da circularidade. As inter-relações entre esses conceitos ficam evidentes quando analisamos suas contribuições mútuas para a sustentabilidade. A economia circular oferece a perspectiva macro – repensar modelos de negócio e consumo para manter o capital natural e minimizar resíduos – enquanto a LR e as cadeias fechadas oferecem os meios práticos de materializar essa visão (Rajput e Singh, 2022).

Diante das diferenciações e inter-relações entre os conceitos ora apresentados, cabe retornar, neste momento com o olhar mais definitivo sobre afirmação que melhor defina a LR. Nesta linha, o Grupo de Trabalho Europeu sobre LR (Brito e Dekker, 2004) propõe a seguinte definição:

O processo de planejamento, implementação e controle de fluxos reversos de matérias-primas, estoque em processo, embalagem e produtos acabados, de um ponto de fabricação, distribuição ou uso, até um ponto de recuperação ou ponto de descarte adequado (p. 5,)

Esta atividade inversa inclui a devolução de produtos danificados, renovação e ampliação de estoques através da remanufatura de produtos de materiais de embalagem, reutilização de recipientes, renovação de produtos e manuseio de aparelhos obsoletos (Brito e Dekker, 2004).

Por fim, o quadro 7 sumariza as definições dos conceitos ora discutidos, de forma a diferenciá-los e organizá-los teoricamente:

Quadro 7 – Principais conceitos tangentes à LR

Conceito	Definição
Logística reversa (LR)	Processo de planejamento, execução e controle do fluxo de materiais, produtos e informações do ponto de consumo de volta à origem, com objetivo de recapturar valor ou destinar adequadamente os produtos. Envolve atividades de coleta, triagem, reprocessamento (reuso, reparo, remanufatura ou reciclagem) e redistribuição de produtos no pós-consumo, fechando o ciclo produtivo (Brito e Dekker, 2004)
Cadeia de suprimentos fechada (<i>Closed-loop supply chain, CLSC</i>)	Cadeia de suprimentos que integra os fluxos diretos (produção e distribuição convencional) e reversos (retorno pós-consumo) em um sistema único. Inclui as atividades tradicionais da cadeia de suprimentos mais processos adicionais de LR, tais como aquisição de produtos usados, transporte de retorno, inspeção, recuperação (remanufatura/reciclagem) e redistribuição, de modo a fechar o ciclo e reinserir produtos e materiais retornados no fluxo produtivo (Guide e Wassenhove, 2009).
Economia circular (EC)	Modelo econômico regenerativo que busca eliminar o conceito de “resíduo”, mantendo produtos, componentes e materiais em utilidade pelo máximo de tempo. Visa reintroduzir produtos ao final da vida útil na cadeia produtiva, por meio da redução, reuso, remanufatura e reciclagem, em vez de destiná-los ao descarte. Em essência, substitui a economia linear “produzir-usar-descartar” por ciclos contínuos de aproveitamento de recursos, reduzindo a extração de insumos virgens e a geração de resíduos (Majiwala e Kant, 2022).

Conceito	Definição
Logística verde	Conceito focada em minimizar impactos ambientais das operações de transporte, armazenagem e distribuição. Envolve iniciativas como redução de emissões e consumo de combustível, otimização de rotas, uso de tecnologias limpas e gestão de resíduos logísticos. Busca conciliar eficiência logística com preservação ambiental, produzindo e distribuindo bens de forma sustentável e considerando os custos ambientais no desempenho operacional. (Nikseresht, Golmohammadi e Zandieh, 2024).
Logística sustentável	Gestão logística que integra objetivos ambientais, sociais e econômicos (sustentabilidade de <i>triple bottom line</i>) na operação. Visa reduzir impactos ambientais e sociais, matendo a viabilidade do negócio. Engloba a logística verde (foco ambiental) e adiciona preocupações com, por exemplo, condições de trabalho na logística, segurança e bem-estar de funcionários e comunidades, além de aspectos financeiros de longo prazo (Demir <i>et al.</i> , 2023).
Cadeia de suprimentos sustentável (<i>Sustainable Supply Chain</i>)	Cadeia de suprimentos gerida de forma a equilibrar desempenho econômico com responsabilidade ambiental e social em todos os seus elos. Implica coordenar fluxos de materiais, informações e capital ao longo da cadeia, atendendo aos objetivos das três dimensões da sustentabilidade. Inclui práticas de compras sustentáveis, produção mais limpa, <i>eco-design</i> de produtos e relacionamento responsável com <i>stakeholders</i> (fornecedores, comunidades, consumidores). (Ramanathan e Ramanathan, 2020).

Fonte: elaborado pelo autor

3.3 Por que falar em Logística Reversa?

De acordo com Agrawal, Singh e Murtaza (2015), os processos de LR geram benefícios ao melhorar a utilização de recursos e reduzir desperdícios. Por outro lado, a legislação ambiental e regulatória tem pressionado as empresas a adotarem práticas de LR, tal qual a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece a responsabilidade compartilhada no gerenciamento de resíduos, exigindo das empresas a implementação de programas de LR para o cumprimento legal (Brasil, 2010)

Rogers e Tibben-Lembke (1998) destacam que a LR fortalece a imagem institucional e contribui para a criação de valor ao demonstrar um compromisso com a sustentabilidade e o bem-estar social. Segundo Kumar *et al.* (2021), empresas que

integram a LR em sua cadeia de suprimentos aumentam a confiança do consumidor e melhoram o relacionamento com os investidores e a comunidade.

Além do exposto, a LR impulsiona o desenvolvimento de novas tecnologias e o aprimoramento de processos produtivos, conduzindo um ambiente favorável à inovação. Destaca-se ainda que os processos de LR são relevantes para o desenvolvimento de novos modelos de negócios e para a criação de vantagem competitiva (Leite, 2009).

Assim sendo, destacam-se tópicos retirados da literatura sobre a LR, somado à Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Brasil, 2010) brasileira que trata do assunto, nos quais apontam as principais justificativas para estudo da LR e sua aplicabilidade a cadeias de suprimento, conforme o quadro 8:

Quadro 8 -Temáticas ligadas à LR

Tópico	Referência	Justificativa
Redução de Custos e Maior Eficiência Operacional	Agrawal, Singh e Murtaza (2015)	A LR permite reprocessar, reutilizar e reciclar materiais, reduzindo custos de aquisição e descarte, além de otimizar recursos e o fluxo de caixa.
Pressões Regulatórias e Exigências Ambientais	Lei nº 12.305/2010	A legislação brasileira estabelece responsabilidades compartilhadas no gerenciamento de resíduos, exigindo práticas de LR para atendimento legal.
Aumento da Credibilidade e Atuação Responsável	Rogers e Tibben-Lembke (1998)	A LR fortalece a imagem institucional ao demonstrar compromisso socioambiental, atendendo às demandas sociais e melhorando o relacionamento com <i>stakeholders</i> .
Potencial de Inovação e Aperfeiçoamento de Processos	Leite (2009)	A LR impulsiona melhorias em embalagens, durabilidade de equipamentos e rastreabilidade de itens, gerando inovações em todo o ciclo de vida do produto.
Integração e Visão de Cadeia de Suprimentos	Bowersox <i>et al.</i> (2013)	Uma correta integração da cadeia de suprimentos incorpora o fluxo reverso, otimizando a gestão de materiais e assegurando eficiência e sustentabilidade.

Fonte: elaborado pelo autor

3.4 Fechando o ciclo: método, resultados e discussões acerca da revisão sistemática de literatura

Superadas as etapas iniciais do referencial teórico, chega-se ao cerne deste capítulo, que envolve uma análise que percorre a gestão da cadeia de suprimentos de sobressalentes, com enfoque na LR. Para se chegar à discussão esperada, optou-se pela RSL como técnica bibliográfica a ser utilizada.

Destaca-se que as revisões tradicionais “narrativas” possuem importância na organização do conhecimento, mas podem carecer de método, e não se materializando como peças genuínas da ciência investigativa (Grant e Booth, 2009). Dessa forma, passa-se a explicar o método a ser utilizado na condução desta revisão.

3.4.1 Discussão e Resultados

Chega-se, neste momento, às fases 4 e 5 da análise de conteúdo. Passa-se à análise dos estudos com a respectiva discussão e resultados.

3.4.1.1 Análise descritiva

A análise descritiva aqui apresentada tem como objetivo sintetizar, de forma clara e organizada, os principais padrões observados na literatura selecionada. Para isso, foram empregadas técnicas como a geração de nuvem de palavras e o levantamento de frequência de termos-chave, evidenciando o foco recorrente dos estudos em conceitos como *spare parts*, *supply chain* e *reverse logistics*.

Dessa forma, a análise descritiva possibilita um panorama inicial que norteia a compreensão dos elementos centrais na literatura ao identificar os pontos de convergência que embasam a gestão de sobressalentes em cadeias de suprimentos reversas.

A primeira análise consistiu na elaboração de uma nuvem de palavras, a partir dos *abstracts* das referências, como uma técnica de análise exploratória que ajuda a identificar com facilidade os termos de maior incidência nos artigos selecionados. Por meio da visualização gráfica do tamanho e da frequência das palavras, é possível compreender rapidamente os eixos temáticos que estruturam a RSL, conforme a figura 4:

Figura 4 – Nuvem de palavras

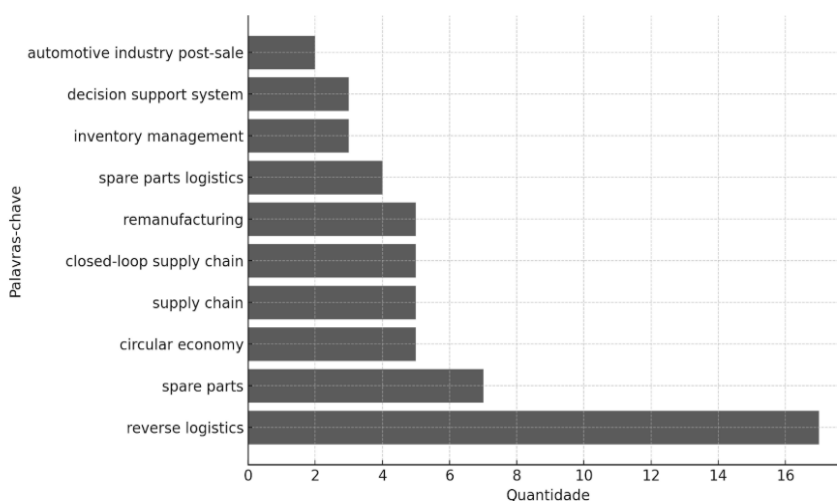
no atendimento de demandas específicas de serviço e suporte aos clientes (Ray e Mondal, 2018; You e Chen, 2007).

Além disso, a palavra “*service*” evidencia a importância de níveis elevados de serviço e suporte pós-venda, o que inclui a garantia de disponibilidade de peças sobressalentes e a redução do tempo de espera para manutenção ou reparos, um dos fatores-chave em setores como o naval, no qual a indisponibilidade de componentes pode acarretar perdas financeiras elevadas e riscos operacionais (Fang-lin, 2010; Wanganoo e Tripathi, 2023).

Dessa forma, a nuvem de palavras sintetiza as principais dimensões que embasam a pesquisa: a busca por modelos de gestão (“*model*”, “*management*”) focados em “*spare parts*” e em toda a cadeia de suprimentos (“*supply chain*”), orientados pela lógica de remanufatura e reaproveitamento (“*reverse logistics*”, “*product*”, “*used*”). Essas dimensões, analisadas em conjunto, elucidam direções para o aprimoramento contínuo na LR aplicada ao contexto específico de sobressalentes.

Prosseguindo na análise descritiva, organizou-se, por contagem, as dez palavras-chave de maiores recorrências nas referências analisadas, como complemento e contraste das discussões advindas da nuvem de palavras (figura 4). Ao identificar termos, conforme o gráfico 2, de maior recorrência, é possível observar os principais focos de investigação.

Gráfico 2 – Quantidade de incidência de palavras-chave



Fonte: elaborado pelo autor

A análise das palavras-chave no gráfico de frequência complementa, neste prisma, as conclusões extraídas da nuvem de palavras e dos termos previamente identificados (*system*, *technologies*, *service*, *manufacturing*). Observa-se que “*reverse logistics*”, “*spare parts*” e “*circular economy*” aparecem em destaque, o que confirma a ênfase das pesquisas na adoção de direcionamentos sobre a circularidade como caminho para reduzir resíduos e gerar valor em todo o ciclo de vida do produto. Além disso, a presença de “*supply chain*” e “*closed-loop supply chain*” corrobora a importância dos fluxos reversos de materiais e componentes, reforçando a necessidade de modelos que integrem coleta, triagem, recondicionamento e redistribuição em uma cadeia de suprimentos integrada (Belhadi *et al.*, 2022).

O papel de “*inventory management*” e “*decision support system*” também ganha visibilidade no gráfico 2. Tais termos indicam uma busca por soluções e metodologias capazes de melhorar o processo decisório, na gestão de inventário de peças sobressalentes (Akcali e Bayindir, 2008).

O conjunto de elementos destacado reflete a transformação das cadeias logísticas em sistemas mais complexos e cíclicos (*closed-loop*), apontando a relevância de pesquisas que integrem os fluxos diretos e reversos na gestão de sobressalentes.

Após a análise ora exposta, no intuito ainda de auxiliar a análise descritiva, optou-se por um processo de separação das referências por *clusters*, no qual foi analisado título, resumo e palavra-chave. A ferramenta utilizada para clusterização foi o algoritmo “k-means”.

Dentre os algoritmos de clusterização, o K-means divide os dados em um número predefinido de clusters, com o objetivo de minimizar a variância, maximizando a separação entre eles. De forma resumida, k-means particiona n pontos em k clusters de modo a minimizar a soma das distâncias de cada ponto ao centroide (média) do respectivo *cluster* (Dubey e Choubey, 2017).

O desafio deste método é conseguir escolher o número de clusters ideal, uma vez que ele é fornecido (Dubey e Choubey, 2017). Optou-se em executar o algoritmo a partir de dois clusters, até se chegar em um valor ideal, de forma qualitativa, com base na análise das referências selecionadas. Assim, obteve-se $k=5$.

Cada cluster obteve a concentração das seguintes palavras, com maior frequência para as referências sinalizadas, conforme o quadro 9:

Quadro 9 – Referências por clusters

Cluster	Principais palavras	Autores
1	<i>inventory, supply chain management, spare parts, review, method</i>	(Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi, 2007; Durugbo, 2020; Fleischmann <i>et al.</i> , 2005; Larsen <i>et al.</i> , 2018; Makarova, Pashkevich e Lenik, 2018; Mouschoutzi e Ponis, 2022; Turki <i>et al.</i> , 2024; Zhang, Huang e Ling, 2017)
2	<i>product, components, used, new, model, returned, life-end, remanufacturing</i>	(Bansal, Anand e Tiwari, 2020; Makarova <i>et al.</i> , 2020; Mascle, 2018; Morana e Seuring, 2007; Mutha e Pokharel, 2009; Ray e Mondal, 2018; Ruiz-Torres, Mahmoodi e Ohmori, 2019; Tahirov, Hasanov e Jaber, 2016; Tan, Yu e Arun, 2003)
3	<i>technologies, circular economy, development, processes, benefits, transport, risks, organizing</i>	(Makarova <i>et al.</i> , 2021; Mo <i>et al.</i> , 2022; Simonetto <i>et al.</i> , 2022; Vasilis Vasiliauskas, Ivanauskas e Čižiūnienė, 2024)
4	<i>retailers, closed-loop supply chain, network, algorithm, recovery, location, disassembly</i>	(Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012; Akcali e Bayindir, 2008; Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Ferguson e Souza, 2010; Fleischmann, Nunen e Gräve, 2003; Moon, 2013; Moon, Hicks e Simpson, 2012; Wang e Shi, 2019)
5	<i>service, case study, intermediate, segments, logistics, solution, stages</i>	(Jacyna e Semenov, 2020; Klueber <i>et al.</i> , 2009; Manikas, Sundarakani e Iakimenko, 2019; Stevenson, 2005)

Fonte: elaborado pelo autor

No que diz respeito as discussões sobre os clusters, o primeiro conjunto de referências (*Cluster 1*) explora temas relacionados à gestão de estoques de peças de reposição e ao planejamento estratégico de cadeias de suprimentos. As referências abordam como balancear o custo de manutenção de inventário e o risco de rupturas de estoque, além de propor métodos e *frameworks* para lidar com a variabilidade da demanda de sobressalentes. É comum encontrar *design* de redes de LR, próximos à realidade de gestão, com múltipla atuação, revisões de literatura, bem como propostas

de novas metodologias para prever demandas intermitentes, definir níveis de serviço e realocar estoques.

O *Cluster 2* enfoca a transição entre o estado “usado” e “novo” dos produtos, com destaque para a remanufatura e para a gestão do fim de vida útil. Nesse grupo, as pesquisas discutem processos de desmontagem, inspeção e substituição de componentes desgastados, buscando devolver os itens a um estado funcional semelhante ao original. Modelos de fluxo de retorno ganham relevância, para prever e classificar produtos que chegam ao final do seu ciclo de vida.

O terceiro grupo de referências (*Cluster 3*) destaca a adoção de tecnologias e estratégias de economia circular no contexto do desenvolvimento de processos logísticos e de cadeia de suprimentos. São comuns discussões sobre uso de sistemas de rastreamento, *Big Data*, *blockchain* e outras inovações que potencializam a visibilidade do ciclo de vida dos produtos. Os trabalhos também enfatizam riscos e benefícios, relacionando a economia circular à redução de custos, a um menor impacto ambiental e a possíveis entraves de natureza regulatória e organizacional.

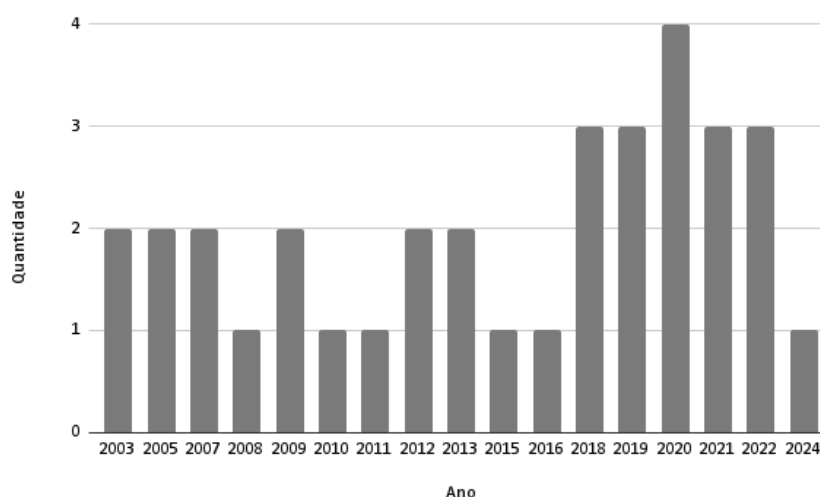
Já o *Cluster 4* mergulha na ideia de cadeias de suprimentos fechadas, enfatizando o desenho de redes de coleta e recuperação de produtos, a localização de instalações e a definição de algoritmos de otimização. Apresenta-se que a coordenação com varejistas e os pontos de venda muitas vezes se convertem em centros de devolução e coletas iniciais. Além disso, surgem estudos sobre processos de desmontagem e sua relevância econômica, pois entender a viabilidade de desmontar um produto pode afetar de forma decisiva a rentabilidade do sistema de remanufatura.

Por fim, o último *cluster* apresenta um conjunto de artigos mais voltados a estudos de caso e soluções práticas que contemplam diferentes estágios e segmentos da cadeia de suprimentos, no que se refere aos serviços de LR e pós-venda. Há ainda reflexões sobre como estratégias específicas em cada etapa – coleta, inspeção, classificação, armazenamento, distribuição – variam de acordo com o tipo de setor ou aplicação das peças sobressalentes.

Passando à análise da distribuição das publicações ao longo do tempo, disposto no gráfico 3, observa-se uma produção relativamente constante entre 2003 e 2016, com um ou dois trabalhos por ano durante esse período. É possível notar uma

intensificação gradativa a partir de 2016, culminando em um pico de publicações em 2020. Esse aumento coincide com o crescimento do debate sobre sustentabilidade, economia circular e a relevância estratégica da LR e remanufatura na literatura (Oliveira Neto, Conceição e Silva Filho, 2023).

Gráfico 3 – distribuição das referências por ano



Fonte: elaborado pelo autor

Após o pico em 2020, o número de publicações segue em um patamar superior àquele observado antes de 2016, o que sugere a consolidação de pesquisas sobre o tema da tese. Em linhas gerais, essa evolução cronológica indica que, embora o interesse pela LR na gestão de peças sobressalentes já estivesse presente desde o início dos anos 2000, sua relevância ganhou, ao longo do tempo, novo fôlego e visibilidade.

Já no que diz respeito aos periódicos nos quais as referências foram publicadas, o quadro 10 apresenta àquelas que tiveram quantidades de publicações maior do que 1:

Quadro 10 – Publicações por periódicos

Nome do Periódico	Quantidade
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH	4
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS	3
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	2
SUSTAINABILITY	2

Fonte: elaborado pelo autor

A distribuição dos artigos nessas revistas reforça a natureza multidisciplinar do tema e induz ao possível entendimento que há uma preocupação das comunidades acadêmicas com aspectos pesquisados na presente RSL, tendo em vista a qualidade em alto impacto dos periódicos relacionados. Neste sentido, o *International Journal of Production Research* é uma revista de reconhecida relevância, com foco em pesquisas sobre sistemas de produção, logística e operações, além de publicar inovações metodológicas e tecnológicas em gerenciamento de cadeias de suprimentos. Já o *International Journal of Production Economics* tem por escopo questões econômicas e de gestão voltadas para operações, manufatura e *supply chain*, explorando aspectos como análise de custos, produtividade e competitividade.

O *Journal of Cleaner Production*, por sua vez, está associado a trabalhos voltados para a sustentabilidade, a economia circular e a redução de impactos ambientais na indústria. Por fim, *Sustainability* é um periódico multidisciplinar que recebe artigos ligados a diferentes dimensões da sustentabilidade, abrangendo desde estudos de casos práticos até reflexões teóricas e metodológicas sobre a transição para práticas e modelos de negócios mais sustentáveis. Dessa forma, o escopo de ambas os periódicos tangenciam temáticas vinculadas à LR.

Esses periódicos são considerados importantes dentro das suas áreas de conhecimento, pois geralmente ocupam posições de destaque em rankings acadêmicos (como o *Journal Citation Reports* ou *SCImago Journal Rank*), além de possuírem políticas editoriais rigorosas que asseguram a qualidade científica das pesquisas publicadas. Dessa forma, o fato de as pesquisas relacionadas à LR de sobressalentes e cadeias de suprimentos sustentáveis estarem concentradas nesses títulos reforça o nível de relevância e impacto que o tema alcançou na literatura internacional.

3.4.1.2 Análise de conteúdo temática

Esse processo ocorreu com a leitura dos documentos, com anotações de síntese dos achados. Da compilação de sínteses, surgiram os códigos, marcações que categorizaram o conteúdo das leituras. As categorias semelhantes foram agrupadas em temas, conforme abaixo:

T1 - Processos envolvidos na LR

T2 – Gestão do ciclo de vida sob a ótica da LR de peças sobressalentes

T3 - Pós-venda e o papel da LR de sobressalentes

T4 - Desempenho econômico da LR em cadeias de sobressalente

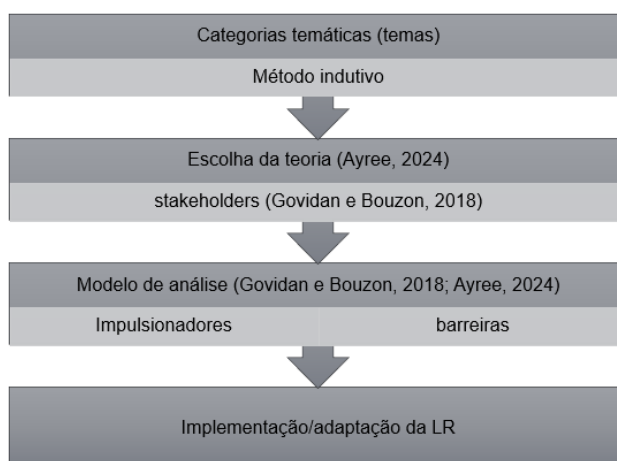
T5 - Desafios na gestão da LR de sobressalentes

T6 - Sustentabilidade e questões regulatórias

3.4.1.3 Recorte teórico

Para a consecução da pesquisa, buscou-se ainda um recorte teórico que servisse de chave de leitura para compilação estruturada dos temas da análise de conteúdo. Neste sentido Aryee (2024) fornece uma sinopse das teorias empregadas em estudos de LR e apresenta uma estrutura para a escolha e aplicação dessas teorias de acordo com o contorno da pesquisa. Diante das possibilidades de escolha, o recorte teórico de base que melhor se enquadrava na estrutura desenvolvida por Aryee (2024) para a presente tese foi a teoria dos *stakeholders*, tendo por modelo os impulsionadores e barreiras para implementação/adaptação em LR, nos moldes de Govindan e Bouzon (2018). Dessa forma, a figura 5 apresenta a estrutura do modelo teórico a ser aplicado no desenvolvimento teórico.

Figura 5 – Fluxo teórico



Fonte: elaborado pelo autor

A teoria dos *stakeholders* sugere que uma empresa maximiza seus objetivos na medida em que o maximiza valor para as partes interessadas (*stakeholders*) no negócio (Ayree, 2024). Baseia-se no pressuposto de que uma empresa só pode ser considerada bem-sucedida quando entrega valor à maioria das partes interessadas (Shankman, 1999)

No contexto de uma cadeia de sobressalentes, a aplicação dessa teoria é relevante para entender como cada ator— desde fornecedores, clientes finais até órgãos reguladores — pode influenciar ou ser influenciado pelos processos de LR.

Para aplicar essa teoria, deve-se mapear os envolvidos (internos e externos) e de que forma se relacionam com a operação de peças de reposição, sendo possível identificar tanto impulsionadores quanto barreiras que surgem das pressões ou incentivos vindos de cada grupo (Agrawal, Singh e Murtaza, 2015; Govindan e Bouzon, 2018). Na mesma esteira, a cooperação entre os vários agentes envolvidos nos processos é um dos fatores fundamentais na busca pela implementação de cadeia reversas, por meio da cooperação entre fornecedores, clientes, gestores e outros atores (Zhu, Geng e Lai, 2010).

Dessa forma, a análise teórica concentrou-se em identificar, a partir dos temas, os stakeholders envolvidos e em cada um deles os impulsionadores e barreiras para implementação/adaptação da LR em uma cadeia de suprimentos de peças sobressalentes. Lembra-se que a análise necessita de transversalidade, ou seja, tem por base uma perspectiva integrada, de forma que padrões de *stakeholders* ou de impulsionadores e barreiras, além dos assuntos tratados nos temas podem aparecer e se repetir no processo de análise.

3.4.1.4 Resultados e discussões a partir da análise temática

A implementação da LR na gestão de sobressalentes exige uma integração plena com a logística direta e a gestão de estoques. É necessário coordenar os fluxos reversos com os fluxos de peças novas, gerenciando inventários de ambos os tipos de forma integrada (Fleischmann, Nunen, e Gräve, 2003; Tomasic, Dukic e Safran, 2013). Essa integração, no entanto, adiciona complexidade ao planejamento e à operação da rede logística (Tan, Yu e Arun, 2003; Wang e Shi, 2019). O projeto dessas redes torna-se mais desafiador ao considerar múltiplos tipos de produtos, diferentes estados de conservação dos retornos e diversas alternativas de processamento (Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi, 2007), demandando modelos de otimização (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012) e regras de custeio de estoque adequadas ao ambiente de recuperação (Akcali e Bayindir, 2008).

Recentemente, tecnologias da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas (IoT), têm sido exploradas para aprimorar a visibilidade, rastreabilidade e eficiência dos sistemas de LR para peças sobressalentes (Simonetto *et al.*, 2022; Mo *et al.*, 2022).

O que se passa a discutir, portanto, dado o cenário exposto, são os resultados da análise de conteúdo temática.

T1 - Processos envolvidos na LR

A LR pode ser compreendida como um conjunto sequencial e interconectado de processos ligados a um fluxo de produtos, peças, bens e informações no sentido contrário ao da cadeia de suprimentos tradicional. Fleischmann *et al.* (2005), discutindo questões acerca de processos em LR, destacam a visão a partir deste entendimento, pois gera um olhar holístico da cadeia de suprimentos, uma vez que se visualiza por uma estrutura macroprocessual dos fluxos desde o cliente original, fonte primária dos retornos, até o mercado futuro para produtos recuperados, de forma alinhada aos objetivos do negócio.

O processo da LR tipicamente se inicia com a geração do retorno, que pode ocorrer por diversos motivos, como fim de contrato, nos casos de arrendamento mercantil, fim de vida útil, falha coberta por garantia, peças defeituosas identificadas na manutenção, ou excesso de estoque (Morana e Seuring, 2007; Mutha e Pokharel, 2009; Tan, Tan e Ramakrishna, 2022). A legislação de responsabilidade estendida do produtor e acordos comerciais de devolução também são importantes gatilhos para esses fluxos reversos (Fleischmann, Nunen e Gräve, 2003)

Segue-se a etapa de coleta, que envolve a atividade física de reunir os produtos ou peças retornadas a partir de fontes frequentemente dispersas, como clientes finais, varejistas, centros de serviço ou concessionárias (Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Mutha e Pokharel, 2009; Tomasic, Dukic e Safran, 2013). Uma vez coletados, os itens são movidos através de transporte reverso para instalações centralizadas, que podem incluir centros de consolidação, inspeção ou processamento (Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Wang e Wang, 2007). A otimização dessas rotas, por vezes utilizando viagens de retorno de veículos que fizeram entregas diretas, é considerada para minimizar custos e emissões (Makarova, Shubenkova e Pashkevich, 2018).

Ao chegarem a uma instalação designada, os itens passam por um processo de inspeção, triagem e classificação (*gatekeeping*). Nesta fase, avalia-se a condição e a qualidade de cada item retornado para determinar a melhor destinação possível (Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi, 2007; Simonetto *et al.*, 2022). Dada a alta variabilidade esperada nos retornos (Ruiz-Torres, Mahmoodi e Ohmori, 2019), esta etapa destina-se ao direcionamento para o fluxo de recuperação apropriado.

Conforme aposto no quadro 11, as operações de recuperação ou valorização constituem o núcleo da LR, onde se busca extrair valor dos itens retornados. Estas operações podem incluir:

Quadro 11 - Operações

Tipo	Descrição	Referências
Reparo ou Recondicionamento	Restaurar o produto ou peça a uma condição funcional, geralmente com menor intensidade de intervenção que a remanufatura.	(Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi, 2007; Ray e Mondal, 2018)
Remanufatura	Processo industrial que desmonta o produto retornado, limpa os componentes, inspeciona, substitui peças desgastadas ou obsoletas (potencialmente usando uma mistura de componentes novos e recuperados), remonta e testa o produto para que ele atenda a especificações de desempenho equivalentes às de um produto novo.	(Bansal, Anand e Tiwari, 2020; Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Mutha e Pokharel, 2009; Ray e Mondal, 2018)
Reuso (Canibalização ou Desmontagem)	Desmontar produtos para recuperar componentes ou submontagens específicas que podem ser reutilizadas como peças sobressalentes.	(Akcali e Bayindir, 2008; Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi, 2007; Tahirov, Hasanov e Jaber, 2016)
Reciclagem	Processar os materiais constituintes de produtos que não podem ser recuperados em níveis superiores (como remanufatura ou reparo) para reintroduzi-los como matéria-prima na cadeia produtiva.	(Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi, 2007; Mascle, 2018)

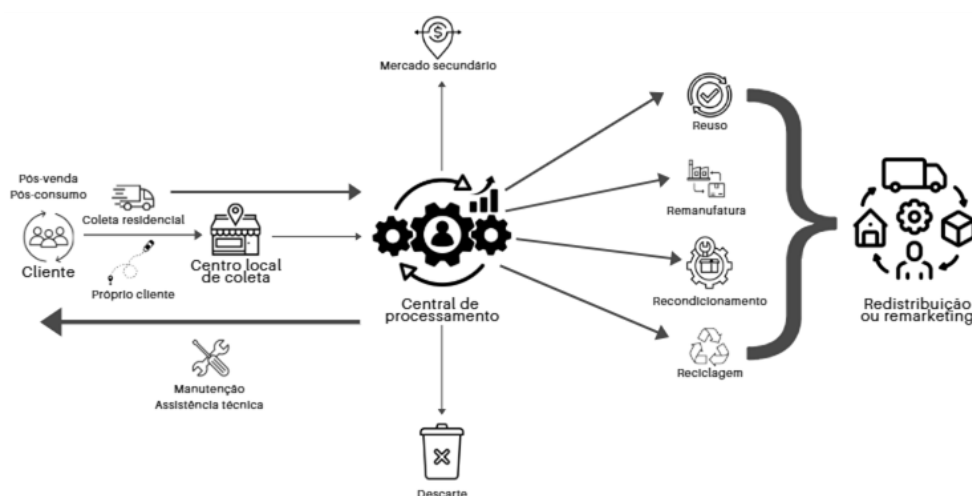
Fonte: elaborado pelo autor

Após o processamento, segue-se a etapa de redistribuição ou remarketing. Peças remanufaturadas ou reparadas são reintroduzidas na cadeia de suprimentos de serviço (Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Fleischmann *et al.*, 2005), produtos recondicionados podem ser vendidos em mercados secundários (Ray e Mondal,

2018), e materiais reciclados são direcionados para indústrias que os utilizarão como insumo (Ferguson e Souza, 2010).

Finalmente, para os itens ou componentes que não puderam ser recuperados através das opções anteriores, ou para os resíduos gerados nos processos de recuperação, a etapa final é o descarte, que deve ser realizado de maneira ambientalmente responsável, em conformidade com as regulamentações (Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi, 2007; Mutha e Pokharel, 2009). A figura 6 ilustra como o macroprocesso de LR, ora descrito, pode ser visualizado:

Figura 6 – macroprocesso de LR



Fonte: elaborado pelo autor

Paralelamente a esses fluxos físicos, processos de apoio são essenciais, como a gestão de estoques de itens retornados e recuperados (Akcali e Bayindir, 2008; Tomasic, Dukic e Safran, 2013) e a gestão da informação, que inclui rastreamento, coleta de dados e sistemas de apoio à decisão para gerenciar a complexidade da LR (Mo *et al.*, 2022; Simonetto *et al.*, 2022; Tan, Tan e Ramakrishna, 2022). Em conjunto, esses processos visam transformar o desafio dos retornos em uma oportunidade de recuperação de valor e gestão sustentável do ciclo de vida dos produtos e peças.

T2 – Gestão do ciclo de vida sob a ótica da LR de peças sobressalentes

A gestão do ciclo de vida do produto abrange todas as fases de um bem industrial – desde a fase de planejamento e projeto, perpassando pela produção, até o uso, manutenção e destinação final, de forma a buscar, nesta gestão, a integração

de todas as fases mencionada, com o propósito de agregar valor a produtos e peças durante seus ciclos de vida (Fleischmann, Nunen, e Gräve, 2003). Nesta perspectiva, transcende-se de uma visão linear tradicional, que termina com a entrega ao cliente, para se abranger toda a existência desse item, desde sua concepção até seu descarte ou revalorização final (Ferguson e Souza, 2010; Makarova *et al.*, 2021).

No contexto industrial e de manutenção, articular o ciclo de vida e a LR significa planejar antecipadamente as necessidades de peças em cada etapa da vida do produto. Decisões nas fases iniciais do ciclo viabilizam essa integração da LR ao longo de sua vida (Fleischmann, Nunen, e Gräve, 2003). São nessas etapas iniciais que se define, por exemplo, se um equipamento será de fácil desmontagem, quais peças terão vida útil semelhante ou superior à do produto e poderão ser aproveitadas, e se haverá padronização que permita utilizar a mesma peça em vários modelos, racionalizando o estoque (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012).

Por conseguinte, projetos concebidos com enfoque em manutenção facilitada e desmontagem permitem substituir componentes com mais rapidez e recuperar partes com mais qualidade ao final do uso. Conforme destacado anteriormente, ativos de alta complexidade continuam requerendo suporte de peças por muitos anos após sua fabricação ser encerrada, devido a contratos de serviço e garantias estendidas (Mutha e Pokharel, 2009). Além disso, ativos de alto valor, como o caso de navios, que possuem utilização além de sua vida útil, uma vez que são vendidos e revendidos, beneficiam-se de projetos com essas características (Mouschoutzi e Ponis, 2022).

Portanto, se o fabricante considerou isso no planejamento do produto, terá previsto módulos robustos e intercambiáveis, bem como um plano de fornecimento de sobressalentes, seja por produção extra ou por reutilização (Fleischmann *et al.*, 2005). Por outro lado, em setores de rápida obsolescência tecnológica, o encurtamento do ciclo de vida dos produtos novos limita as oportunidades de reutilização do item completo, tornando a recuperação no nível de componentes a alternativa necessária para se extrair valor da peça. Contemplar desde a concepção de um produto a LR insere, portanto, a possibilidade de recuperação de valor (Mutha e Pokharel, 2009).

Pelas razões expostas, fabricantes adotam a modularização de produtos, que consiste em segregá-lo em seções que facilitam reparos e a separação de peças no fim da vida útil, acelerando a desmontagem e evitando o descarte desnecessário de

módulos que ainda estejam em bom estado, de forma a aumentar a quantidade de componentes reutilizáveis. Aliado a isso, escolhas de materiais mais recicláveis e ambientalmente amigáveis durante o projeto também simplificam o reprocessamento ao final do ciclo (Morana e Seuring, 2007).

Já durante a fase de uso, programas de manutenção preventiva e monitoramento digital podem prever falhas e serem estes dados inseridos em sistemas de previsão de demanda para estoques de sobressalentes (Jacyna e Semenov, 2020). Logo, uma forma de aprimorar a gestão do ciclo de vida de um produto e, assim, auxiliar na superação dos desafios apresentados é a perene coleta de dados, que vai desde informações de projeto e lotes de produção até histórico de falhas em campo, a qual auxilia modelos preditivos a ajustar estoques de maneira mais precisa, integrando as decisões de pós-venda ao ciclo de vida (Masclé, 2018).

Essa coleta de dados, entretanto, esbarra em desafio central na dimensão da informação: uma gestão de ciclo de vida eficaz requer troca ágil e confiável de dados sobre vendas, uso, falhas, devoluções e reaproveitamento. No entanto, é comum haver incerteza ou lacunas nas informações financeiras, ambientais e de mercado relacionadas aos retornos, dificultando a tomada de decisão ótima (Jacyna e Semenov, 2020).

Essa incerteza informacional manifesta-se na dificuldade de estimar com precisão quantos produtos serão devolvidos e em que estado, ou qual será a demanda futura por peças remanufaturadas. Sem dados confiáveis, as empresas tendem a superestimar estoques, e acabam por imobilizar capital, imobilizando capital, ou subestimam necessidades, gerando faltas (Klueber *et al.*, 2009)

Quando se fala, ademais, de inserir o ciclo de vida do produto sob a ótica da LR aos sistemas de previsão, passa-se a levar em conta, além da produção adicional de sobressalentes para cobertura de garantia, o tempo de uso do produto em seu processo de obsolescência, situação na qual pode-se contar com processos de reutilização e remanufatura de sobressalentes. Na prática, muitos produtos duráveis descartados contêm componentes em bom estado que podem ser reconicionados e reutilizados como peças de reposição em unidades ainda em operação, de tal forma que em sistemas integrados, a demanda por peças sobressalentes acaba sendo atendida de forma combinada por peças novas, remanufaturadas e recuperadas via

desmontagem, equilibrando o suprimento de forma racional (Tahirov, Hasanov e Jaber, 2016).

Observa-se nesse processo que opções de recuperação como reuso, remanufatura e reciclagem permitem recapturar uma fração do valor agregado original. Um exemplo disso reside na indústria eletrônica, em que o baixo desgaste mecânico de certos componentes faz com que muitos produtos descartados ainda tenham alto potencial. Na IBM, a recuperação multinível de equipamentos (no nível do equipamento completo, de componentes e de materiais) resultou em uma fração ínfima de resíduos encaminhados a aterro (Fleischmann, Nunen, e Gräve, 2003).

Esse provisionamento de sobressalentes novos e usados evita tanto a falta de peças (que prejudica a disponibilidade de máquinas) quanto excessos de estoque onerosos, dado o desafio de previsibilidade da demanda de sobressalentes (Jacyna e Semenov, 2020; Klueber *et al.*, 2009). Dessa forma, uma das dificuldades enfrentadas no planejamento de tal sistema é a determinação do custo de oportunidade associado ao transporte e ao estoque de peças recuperadas. A dificuldade surge na busca do valor agregado à peça, dados os custos incorridos para manutenção do produto, sua desmontagem *versus* a receita auferida com itens remanescentes após a desmontagem da peça (Akcali e Bayindir, 2008).

Tendo em vista o exposto, aponta-se que LR assume seu papel principal na gestão do ciclo de vida na fase de fim de vida (Fleischmann, Nunen, Van e Gräve, 2003; Mutha e Pokharel, 2009), momento em que opera gerando oportunidades econômicas de recuperação de valor (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012; Fleischmann, Nunen, Van e Gräve, 2003). Neste estágio, as operações de LR envolvem a coleta dos produtos e a tomada de decisões críticas sobre a melhor forma de destinação: remanufatura, recondicionamento, canibalização para recuperação de peças, reciclagem de materiais ou descarte ambientalmente adequado (Mascle, 2018), de forma que os processos de LR e do ciclo de vida passam a se confundir.

T3 - Pós-venda e o papel da LR de sobressalentes

A LR, dentro de um sistema de pós-venda, faz transcender a visão tradicional de um simples gerenciamento de devoluções, posicionando-se como um componente que captura valor dos itens no fluxo reverso, ou na chamada cadeia estendida

(Fleischmann *et al.*, 2005). Assim, dentro do processo de pós-venda, a importância da LR é impulsionada por fatores como acordos de devolução e a extensão da responsabilidade do produtor sobre o ciclo de vida de seus produtos (Ferguson e Souza, 2010; Fleischmann, Nunen, e Gräve, 2003), responsabilidade esta presente na indústria marítima (Mouschoutzi e Ponis, 2022).

No contexto da gestão de peças sobressalentes no pós-venda, a LR atua na recuperação de valor a partir de produtos usados, em fim de vida (EOL - *End-of-Life*) ou defeituosos. Organizações do setor de eletrônicos buscam ativamente explorar o valor latente nesses itens através de processos como reparo, recondicionamento e, mais intensamente, a remanufatura (Mutha e Pokharel, 2009). Essa recuperação afeta diretamente a viabilidade econômica da implementação de redes de LR (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012).

Dessa forma, a LR estabelece uma fonte alternativa de suprimento para peças sobressalentes também no pós-venda. Itens coletados através dos canais reversos podem ser processados e remanufaturados, transformando-se em peças "como novas" que são reintroduzidas na cadeia de suprimentos para atender à demanda de manutenção e reparo (Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Makarova *et al.*, 2021), de maneira que tal situação pode envolver tanto produtos completos quanto peças sobressalentes (Tahirov *et al.*, 2016), permitindo o uso estratégico de módulos novos e antigos em produtos remanufaturados (Mutha & Pokharel, 2009; Bansal *et al.*, 2020).

Além disso, a LR acaba por ser um pilar para a sustentabilidade e a economia circular, pois contribui para a redução do consumo de recursos e da geração de resíduos, algo que pode ser percebido como valorado ao cliente no processo de pós-venda (Ferguson e Souza, 2010; Makarova *et al.*, 2018; Makarova *et al.*, 2021). A gestão estratégica da LR no pós-venda envolve decisões sobre a viabilidade de produtos que contenham *design* voltado para remanufatura (Bansal *et al.*, 2020), modularidade (Mutha e Pokharel, 2009), passando por processos de precificação de produtos recuperados (Ray e Mondal, 2018) e até mesmo o uso de incentivos para influenciar a quantidade e qualidade dos retornos (Ruiz-Torres Mahmoodi, Ohmorl, 2019).

Os artigos analisados convergem, portanto, em ressaltar a importância estratégica da logística de peças de reposição e dos fluxos reversos no pós-venda,

embora cada um aborde nuances diferentes desses temas. Durugbo (2019) destaca que esses serviços – englobando assistência técnica de campo, distribuição de peças sobressalentes e atendimento ao cliente – constituem uma fonte de receitas para fabricantes industriais. De fato, tais atividades de suporte após a venda podem responder, segundo resultados encontrados pelo autor, por cerca de 25% do faturamento e até 40–50% dos lucros das empresas manufatureiras.

Finalmente, a gestão da LR no pós-venda de peças impacta diretamente o desempenho econômico e operacional das organizações (Larsen *et al.*, 2018; Tan, Yu e Arun, 2003), sendo importante para lidar com produtos de longo ciclo de vida, como é o caso dos navios da esquadra brasileira, incluindo os desafios específicos no fim de vida (Masclé, 2018; Morana e Seuring, 2007).

T4 - Desempenho econômico da LR em cadeias de sobressalentes

A análise do desempenho econômico da LR em cadeias de suprimentos de sobressalentes evidencia possibilidades de redução de custos relacionados à aquisição de novos componentes, à armazenagem de peças ociosas e à destinação de resíduos (Simonetto *et al.*, 2022), que se vinculam ao aproveitamento de itens que, de outra forma, seriam descartados de forma prematura. Esse aproveitamento promove economia de escala na obtenção de insumos, recaptura de valor, além da redução da dependência de fornecedores externos (Roudbari, Ghomi e Sajadieh, 2021).

Larsen *et al.* (2018) adotam uma revisão sistemática para sintetizar conhecimentos sobre cadeias reversas, porém com um escopo mais direcionado: eles se concentram em como a LR pode se tornar fonte de lucro e quais fatores externos influenciam esse resultado. Em sua revisão de 112 estudos, eles identificam quinze formas distintas pelas quais a logística de devoluções e recuperação de produtos agrega valor econômico, como segmentação de mercado, comportamento do cliente, *design* do produto e rede de distribuidores, acabando por demonstrar, na prática, que uma cadeia reversa bem administrada pode se tornar um centro de lucro.

Essa visão encontra eco em Tomasic, Dukic e Safran (2013), cujo estudo do setor automotivo croata aponta para vantagens econômicas no reaproveitamento de peças recuperadas, apesar de muitos concessionários locais ainda não explorarem

todo esse potencial, vez que quase 75% não estabelecem metas claras para uso de peças remanufaturadas, refletindo ausência de planejamento. Porém, os gestores reconhecem que oferecer peças reconcondicionadas mais baratas, com garantia equivalente à de peças novas, pode trazer benefícios comerciais e vantagem competitiva.

No setor naval, o desempenho econômico, quando se trata de redução de janelas de inoperância associadas à espera por sobressalentes, gera reflexos na produtividade e na prontidão das embarcações, elementos que, quando considerados em análises de custo total, elevam a viabilidade financeira das iniciativas de LR (Moon, Hicks e Simpson, 2012).

É importante ressaltar que a própria natureza da logística de peças sobressalentes já envolve, *per si*, custos consideráveis, associados à manutenção de inventários para garantir disponibilidade, à complexidade de redes de distribuição globais e à necessidade de respostas rápidas para minimizar o tempo de inatividade de equipamentos (Mouschoutzi e Ponis, 2022; Zhang, Huang e Yuan, 2021).

A introdução da LR, possui, no entanto, problemas atinentes ao custo-benefício de sua implementação e operação, o que impõe ao decisor o paradoxal desafio de adicionar novas camadas de custos relacionadas à coleta de produtos usados ou defeituosos, transporte reverso, inspeção, triagem, desmontagem, remanufatura, reparo ou descarte adequado (custo), embora essas atividades sejam potencialmente geradoras de valor (Wang e Shi, 2019).

Neste sentido, existem desafios práticos, como os custos desproporcionalmente altos associados à LR de peças de baixo valor, que podem impactar negativamente a rentabilidade se não forem gerenciados adequadamente (Tan, Tan e Ramakrishna, 2022). Além disso, custos associados a incentivos para estimular a devolução de produtos pelos consumidores ou usuários finais também devem ser considerados no cálculo econômico global (Ruiz-Torres, Mahmoodi e Ohmori, 2019).

Dessa forma, o pilar econômico de cadeias de suprimentos de sobressalentes fechadas, ou seja, que integrem a LR, reside na capacidade de capturar valor dos itens retornados (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012a), por estarem intrinsecamente ligadas ao valor residual que pode ser extraído desses produtos ou componentes

através da remanufatura, recondição ou recuperação de materiais (Bansal, Anand e Tiwari, 2020). Dessas, a remanufatura pode ser uma fonte potencial de lucro se a diferença entre o custo de aquisição e processamento do item retornado e o preço de venda da peça remanufaturada forem favoráveis (Ray e Mondal, 2018).

Por outro lado, a literatura aponta algumas alavancas que podem ser empregadas para otimizar o desempenho econômico, tais como o projeto estratégico da rede (*Strategic Network Design*), que define a localização, capacidade e função de centros de distribuição, coleta e remanufatura, de forma a buscar minimizar os custos totais do sistema da logística direta e reversa (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012; Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Mutha e Pokharel, 2009).

Outra alavanca reside nas políticas de gestão de estoques serem definidas considerando os custos diferenciados de manter peças novas *versus* peças recuperadas e aplicando regras de custeio apropriadas para ambientes de recuperação (Akcali e Bayindir, 2008). Deve-se ainda verificar que a definição de preços para produtos novos, remanufaturados e recondiçãoados é uma decisão que afeta diretamente a demanda e a lucratividade em sistemas híbridos de manufatura/remanufatura (Ray e Mondal, 2018).

Ruiz-Torres Mahmoodi e Ohmori (2019) exploram o *trade-off* entre os custos contratados com fornecedores, para garantir capacidade de produção de componentes novos, e os custos decorrentes de não atender à demanda por falta de peças, analisando como equilibrar esses fatores por meio de incentivos de devolução aos clientes e acordos de capacidade com fornecedores. Oferecer benefícios, pois, para quem devolve produtos (um custo imediato) pode prevenir perdas maiores associadas à falta de materiais reutilizáveis no futuro, melhorando o resultado econômico global da cadeia.

Uma terceira alavanca indica para o *design* do produto, que desde sua concepção precisa ser pensando a partir dos fluxos reversos de suas peças sobressalentes. Isso inclui a capacidade de produzir um produto com modularidade suficiente, incorporando princípios de Design para Remanufatura (DfRem), que levem em conta a LR como instrumento de aumento a rentabilidade econômico, com a recuperação de valor desses materiais (Bansal, Anand e Tiwari, 2020; Mutha e Pokharel, 2009).

Assim, há benefícios econômicos associados à gestão da LR de peças sobressalentes. Entretanto, há, em medida semelhante, uma série de desafios que as organizações precisam lidar para que a operação seja economicamente viável.

T5 - Desafios na gestão da LR de sobressalentes

Um dos desafios mais fundamentais da LR de sobressalentes reside na incerteza inerente aos fluxos reversos, uma vez que enquanto a logística direta é impulsionada pela demanda – por vezes previsível ou estimável, a LR lida com retornos cuja quantidade, *timing* e qualidade ou condição são altamente variáveis e difíceis de prever (Ruiz-Torres, Mahmoodi e Ohmori, 2019; Simonetto *et al.*, 2022).

Além disso, há a incerteza na condição de conservação dos itens retornados, ao passo que tal condição determina as opções de recuperação viáveis (reparo, remanufatura, canibalização, reciclagem, descarte) e os recursos necessários para cada uma dessas, complicando o planejamento da capacidade e das operações de reprocessamento (Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi, 2007).

A gestão de múltiplos tipos de produtos retornados, cada um com diferentes estados potenciais e alternativas de processamento, adiciona outra camada de complexidade (You e Chen, 2007). Tais incertezas ecoam no projeto e na operação da rede logística de ciclo fechado, o que aumenta a dificuldade de modelagem e resolução de problemas de otimização de rede (Wang e Shi, 2019).

Decidir onde localizar pontos de coleta, centros de consolidação, instalações de reparo/remanufatura e como alocar os fluxos entre eles, integrando as operações reversas com a rede direta existente, é uma tarefa complexa que envolve múltiplos *trade-off* entre custos, níveis de serviço e impactos ambientais (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012; Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Mutha e Pokharel, 2009). A falta de processos padronizados para a LR entre diferentes unidades de negócios ou regiões geográficas também pode levar a inconsistências e ineficiências operacionais (Tan, Yu e Arun, 2003), o que torna a coordenação ainda mais desafiadora ao lidar com múltiplos produtos que podem compartilhar ainda submontagens específicas (Tahirov, Hasanov e Jaber, 2016)

Também são proeminentes desafios relacionados à informação e visibilidade, devido a uma falta de rastreabilidade dos produtos ao longo do fluxo reverso, dificultando o acompanhamento do status e a tomada de decisões informadas (Mo *et*

al., 2022; Simonetto *et al.*, 2022). Sistemas de tecnologia da informação (TI) podem ser subutilizados, servindo mais para coleta de dados do que como ferramentas de apoio à decisão (Tan, Yu e Arun, 2003). Além disso, a assimetria de informações entre os diferentes atores da CLSC pode gerar riscos operacionais adicionais, embora tecnologias da indústria 4.0, como internet das coisas (IoT) e *Big Data*, podem mitigar alguns desses problemas, apesar de sua implementação também apresentar desafios (Mo *et al.*, 2022).

Desafios operacionais e de gestão inerentes à logística de peças de reposição e aos fluxos reversos são adicionados quando o processo envolve ativos de alto custo e longo ciclo de vida, tais como os descritos na revisão de Mouschoutzi e Ponis (2022) sobre o setor marítimo, devido à complexidade logística envolvida, a saber: navios são ativos móveis, os pontos de suprimento e demanda de peças estão dispersos globalmente, janelas de entrega são rígidas, limitadas às escalas dos navios nos portos e múltiplos atores participam do processo.

Assim sendo, garantir a disponibilidade de componentes críticos, para evitar faltas que poderiam comprometer a confiabilidade das embarcações, exige equilibrar cuidadosamente estoques e prazos. A dificuldade de “manter o navio navegando” sem interrupções ilustra que a indisponibilidade de peças de reposição pode acarretar grandes prejuízos financeiros aos proprietários de equipamentos, ao mesmo tempo em que o excesso de estoque traz riscos de obsolescência e custos elevados (Zhang, Huang e Yuan, 2021).

O setor aeroespacial é outra área de ativos de alto custo e complexidade, e, assim apresentam particularidades logísticas. Uma dessas particularidades está no tratamento dado após o fim da vida de aeronaves, vez que envolve segredos de fabricação, peças de alto valor e conhecimento agregados, além de riscos ambientais associados ao descarte desses ativos (Mascle, 2018)

Um último desafio, enfim, é apresentado no contraste que desnuda as lacunas entre a teoria e a prática: enquanto a literatura exalta os benefícios da LR, na prática constata-se a ausência de estratégias formalizadas, o apoio insuficiente de TI e a pouca comunicação com clientes sobre peças oriundas de processos de LR. Embora importantes, as operações de pós-venda vinculadas à LR apresentam alto grau de

complexidade, exigindo atenção gerencial específica, investimento em sistemas e coordenação dos atores envolvidos (Tomasic, Dukic e Safran, 2013).

T6 - Sustentabilidade e questões regulatórias

A LR de peças sobressalentes constitui elemento essencial para atender aos crescentes requisitos regulatórios e ambientais impostos às empresas, tanto em nível regional, como globalmente, de tal forma que a sua integração nas cadeias de suprimentos permite que empresas consigam corresponder às responsabilidades socioambientais, por diminuírem questões de descarte, de matéria-prima para produção, além de contribuir para aspectos de reciclagem em comunidades locais (Ferguson e Souza, 2010; Fleischmann, Nunen e Gräve, 2003)

Neste prisma, um forte fio condutor temático é a integração da logística de peças com objetivos de sustentabilidade, economia circular, CLSC dentro do contexto da LR, com o fito de minimizar desperdícios, de modo que a peça que será reposta tenha uma destinação ambiental correta, e assim contribua com a sociedade e com os objetivos da organização, ao gerar um ecossistema sustentável (Makarova *et al.*, 2021).

Larsen *et al.* (2018) situam seus estudos na ascensão das cadeias reversas com tendências “verdes”, sendo essas ligadas a consumidores dispostos a pagar por sustentabilidade, preços elevados de matérias-primas que tornam a reutilização atrativa, e regulamentações que impõem responsabilidade pelo fim de vida dos produtos.

Assim, destaca-se a relevância da LR na transição para uma economia circular, uma vez que o reaproveitamento de peças promove uma redução substancial na extração de recursos naturais e na produção de resíduos industriais, contribuindo assim para a sustentabilidade organizacional (Diabat, Abdallah e Henschel, 2015; Makarova *et al.*, 2021). Todavia, um desafio constante é a complexidade das regulamentações ambientais, que variam entre regiões e setores industriais, o que gera, em nível global, desafios de padronização, e, assim, criam-se obstáculos adicionais à implementação efetiva dessas práticas (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012a).

As exigências regulatórias, como a responsabilidade estendida do produtor (*extended producer responsibility* - EPR), impõem que fabricantes gerenciem o retorno dos produtos ao final da vida útil. Exemplos específicos incluem a Diretiva Europeia sobre Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos e a Diretiva sobre Veículos em Fim de Vida, que exigem que empresas assumam o retorno e reciclagem de seus produtos. Essas regulamentações buscam reduzir o impacto ambiental e incentivar o reaproveitamento e reciclagem, por outro lado acabam por gerar desafios logísticos, operacionais e financeiros consideráveis (Ferguson e Souza, 2010).

Adicionalmente, o conceito de cadeias verdes (*Green Supply Chains*) é discutido com a ideia de cadeias logísticas integradas, ao passo que aspectos ambientais são considerados em todas as etapas deste processo, de maneira a oferecer benefícios de sustentabilidade diretos às organizações, como redução das emissões de gases de efeito estufa. Além disso criam vantagens estratégicas, fortalecendo a posição competitiva de "empresa sustentável" no mercado global (Wang e Shi, 2019).

De maneira semelhante, enquadra-se a investigação no contexto da logística verde, lembrando que a conscientização ambiental e legislações desde os anos 1990 vêm estimulando índices maiores de recuperação e reutilização de componentes na indústria (Tomasic, Dukic e Safran, 2013), sendo um consenso transversal de que a gestão de peças sobressalentes e retornos não é vista somente pela lente dos lucros, mas engloba os objetivos ambientais e de sustentabilidade, fechando o ciclo de vida dos produtos (Abdallah, Diabat e Simchi-Levi, 2012; Durugbo, 2020).

De fato, nos últimos anos, requisitos regulatórios e de mercado forçaram os fabricantes a olhar além do simples descarte, incorporando recuperação e reciclagem de produtos como parte de seu modelo de negócios. Exemplo disso é o movimento "direito de reparar" que pressiona fabricantes a disponibilizar peças de reposição ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos, com o objetivo de reduzir o descarte prematuro e o desperdício de recursos (Zhang, Huang e Yuan, 2021).

Ademais, não basta apenas adaptar operações logísticas e produtivas às normas regulatórias, é necessário também desenvolver competências para antecipar futuras exigências legais, transformando esses desafios em oportunidades de

vantagem competitiva sustentável (Klueber *et al.*, 2009; Manikas, Sundarakani e Iakimenko, 2019).

3.4.2 Análise a partir dos stakeholders, impulsionadores e barreiras

Este tópico concentra a análise, a partir da RSL, dos *stakeholders*, impulsionadores e barreiras para implementação da LR de peças sobressalentes. Govindan e Bouzon (2018) apresentam uma visão multiperspectiva a respeito das temáticas na LR, entretanto, não desenvolvem o tema para discussões acerca de peças sobressalentes. Em perspectiva focal, a presente explanação adentra em escopo na forma de conceber tais tópicos.

Assim, no contexto da LR de peças sobressalentes e com base pesquisa acima desenvolvida, é possível identificar diversos *stakeholders* (partes interessadas) tanto internos quanto externos à organização. Cada um desempenha funções, processos e papéis específicos no funcionamento da cadeia e se relaciona de forma direta com um ou mais dos temas T1 a T6 descritos.

A seguir, descrevemos esses stakeholders, barreiras e impulsionadores, indicando como eles se vinculam aos temas T1 - Processos envolvidos na LR, T2 - Gestão do ciclo de vida sob a ótica da LR, T3 - Pós-venda e o papel da LR de sobressalentes, T4 - Desempenho econômico da LR, T5 - Desafios na gestão da LR e T6 - Sustentabilidade e questões regulatórias.

3.4.2.1 – Stakeholders

S.1 - Fabricante do equipamento: É responsável por planejar e executar os processos de logística reversa de peças (T1). A empresa fabricante gerencia o ciclo de vida dos sobressalentes, definindo como serão reaproveitados, remanufaturados ou descartados ao final de sua vida útil (T2). Também atua no pós-venda, oferecendo suporte ao cliente com peças de reposição e recolhendo itens defeituosos ou obsoletos para tratamento adequado (T3). Do ponto de vista do desempenho econômico, o fabricante busca recuperar valor dos itens retornados (por exemplo, através de reuso ou reciclagem) e reduzir custos de estoque, melhorando resultados financeiros da cadeia de sobressalentes (T4). A empresa enfrenta diretamente os desafios de implementar e gerir a LR (T5), como a coordenação de fluxos reversos, controle de qualidade de itens retornados e integração com parceiros. Por fim, o fabricante deve assegurar que a operação atenda a exigências de sustentabilidade e

legislação vigentes, cumprindo normas ambientais e regulamentações de logística reversa impostas ao setor (T6).

S.2 - Setor ou empresa focada no pós-venda (Interno): área focada no suporte ao cliente e manutenção de produtos após a venda. Este departamento está envolvido nos processos de LR ao receber produtos ou peças defeituosas dos clientes e acionar os procedimentos de devolução e substituição (T1). Tem relação direta com o pós-venda (T3), pois a logística reversa de sobressalentes é parte fundamental do serviço oferecido. Exemplo disso é que ao gerenciar devoluções em garantia e fornecer peças recondiçionadas para reparo, aumenta-se a satisfação do cliente. O pós-venda também lida com desafios operacionais (T5) ao coordenar a retirada de peças junto aos clientes ou rede de assistência, garantindo agilidade e comunicação eficaz entre cliente, logística e fábrica. Esse departamento trabalha em conjunto com a logística para superar obstáculos como atrasos na coleta de peças ou identificação correta dos itens retornados. (Os temas de desempenho econômico e sustentabilidade são impactados de forma indireta pelo pós-venda, mas não são seu foco principal direto segundo o texto.)

S.3 - Área de Logística/Operações: equipe interna responsável por executar a operação logística dos fluxos reversos. Está diretamente ligada aos processos da LR (T1), coordenando coleta, transporte, recebimento e armazenamento das peças sobressalentes devolvidas. Também apoia a gestão do ciclo de vida (T2) ao viabilizar que peças usadas retornem para remanufatura, recondiçionamento ou reciclagem, estendendo o ciclo de vida dos componentes sempre que possível. Suas atividades influenciam o desempenho econômico (T4), pois a eficiência na LR (roteirização de coletas, otimização de transporte, redução de tempos de ciclo) contribui para redução de custos e aproveitamento de ativos retornados. Esta área enfrenta os principais desafios da gestão da LR (T5), como a imprevisibilidade no volume de devoluções, necessidade de infraestrutura de triagem e integração com parceiros externos (transportadoras, centros de reparo). Além disso, a logística interna deve garantir a conformidade com questões de sustentabilidade e regulatórias (T6), assegurando o descarte ambientalmente correto de peças não reaproveitáveis e cumprimento de normas de transporte de resíduos.

S.4 - Clientes/Consumidores: são os usuários finais ou compradores das peças sobressalentes e constituem um stakeholder fundamental da cadeia. Os

clientes participam dos processos de logística reversa (T1) quando devolvem peças usadas, avariadas ou excedentes à cadeia. Estão no centro do pós-venda (T3), já que a LR de sobressalentes existe em grande parte para atendê-los, seja via trocas em garantia, recolhimento de produtos no fim da vida útil ou fornecimento de peças reconcondicionadas a baixo custo. A cooperação dos clientes, com sua adesão ou resistência, impacta desafios da LR (T5), mas pode ser um desafio incentivar o cliente a retornar uma peça usada em vez de descartá-la inadequadamente. Além disso, os consumidores são afetados por questões de sustentabilidade (T6), sendo que em alguns casos, há obrigações ou programas de devolução (como coleta de componentes eletrônicos ou baterias após uso) que exigem a participação ativa do consumidor, bem como uma conscientização crescente do cliente quanto ao destino ambientalmente correto dos produtos que adquire.

S.6 - Centros de manutenção, de assistência técnica ou oficinas autorizadas: São parceiros externos à empresa que prestam serviços de manutenção e reparo. Esses centros de assistência intermedeiam o processo de LR (T1) no campo, ao realizarem a substituição de uma peça sobressalente em um produto do cliente, eles coletam a peça usada ou defeituosa e a encaminham de volta ao fabricante. Tem papel no pós-venda (T3) de assegurar que o cliente tenha atendimento rápido enquanto a peça removida entra no fluxo reverso para avaliação, conserto ou descarte. A integração dessa rede de oficinas representa um desafio de gestão da LR (T5), pois é necessário coordenar logística de coleta regular, sistemas de informação para autorização de devoluções, e treinamento para que as oficinas sigam os procedimentos corretos de embalagem e envio das peças retornadas. Em termos de sustentabilidade e conformidade regulatória (T6), as oficinas também precisam aderir às normas de sustentabilidade que contribua com toda a cadeia no atendimento às legislações ambientais.

S.7 - Distribuidores/Revendedores: São os canais de venda e distribuição de peças sobressalentes ao mercado (como concessionárias, lojas ou representantes). Além de vender, eles podem atuar na LR de itens em estoque (T1), devolvendo ao fabricante peças sobressalentes excedentes, obsoletas ou não vendidas, para redistribuição ou destinação adequada. Esses revendedores fazem parte do pós-venda (T3) ao garantir a disponibilidade local de peças para prontamente atender os clientes, e eventualmente recolhem itens substituídos ou sem uso para

desmontagem e reuso de peças. A existência de um processo de retorno de estoques entre distribuidores e fabricante impacta o desempenho econômico (T4), pois permite reduzir perdas com excesso de inventário na ponta e realocar peças onde há demanda, otimizando custos. No entanto, gerenciar múltiplos distribuidores traz consigo complexidade de alinhar políticas de devolução, créditos e transporte entre a empresa e os revendedores, o que configura um desafio central nesta parte da cadeia, no que concerne à gestão da LR (T5) que precisa ser bem estruturada para funcionar eficientemente

S.8 - Fornecedores de Peças/Componentes (Externo): São empresas fornecedoras que produzem componentes ou peças que a organização utiliza como sobressalentes. Embora atuem principalmente na logística direta, os fornecedores podem ser envolvidos indiretamente na LR (T1) na medida em que peças com defeito de fabricação são retornadas a eles para análise ou substituição. Sob a ótica da gestão do ciclo de vida (T2), acordos de fornecimento podem incluir programas de remanufatura ou recolhimento de componentes após o uso, integrando os fornecedores na estratégia de prolongar a vida útil dos produtos. A relação com fornecedores também afeta o desempenho econômico da LR (T4): se o fornecedor credita o fabricante por peças defeituosas retornadas ou fornece refabricação a baixo custo, há uma recuperação de valor que beneficia a cadeia. Por outro lado, a falta de alinhamento com fornecedores em termos de prazos de devolução ou responsabilidade sobre resíduos pode se tornar um desafio na gestão da LR (T5).

S.9 - Empresas de Reciclagem/Tratamento de Resíduos: São *stakeholders* externos encarregados da destinação final sustentável das peças sobressalentes que não podem ser reaproveitadas ou recolocadas no mercado. Essas empresas de reciclagem entram em ação nas etapas finais do processo de LR (T1), recebendo materiais (metais, plásticos, eletrônicos) provenientes dos produtos ou peças recolhidas e realizando sua reciclagem, revalorização de material ou descarte especializado. Assim, elas permitem fechar o ciclo de vida dos sobressalentes de modo adequado (T2), garantindo que mesmo após o uso e coleta, os componentes tenham um fim alinhado com práticas sustentáveis. Contar com parceiros de reciclagem confiáveis ajuda a empresa a alcançar objetivos de sustentabilidade e atender às regulações ambientais (T6), pois muitos setores têm exigências legais de destinação correta de resíduos pós-consumo. No entanto, assegurar a infraestrutura

de reciclagem e encaminhar todos os itens corretamente pode apresentar desafios de gestão (T5) como custos adicionais no processamento de resíduos, necessidade de rastrear o destino de cada peça e poucas empresas qualificadas disponíveis em determinadas regiões, exigindo planejamento e supervisão por parte do fabricante.

S.10 - Órgãos Reguladores e Governo: influenciam fortemente a LR por meio de leis, regulamentações e fiscalizações. As questões regulatórias (T6) emanadas por esses órgãos como políticas nacionais de resíduos sólidos, resoluções ambientais ou exigências específicas para setores como eletroeletrônicos ou automotivo, obrigam a implementação de sistemas de LR de sobressalentes. Isso significa que o fabricante precisa adequar seus processos internos de LR (T1) e a gestão do ciclo de vida dos produtos (T2) para cumprir normas de retorno, reutilização ou disposição final. Do ponto de vista do desempenho econômico (T4), embora o governo não atue visando ao lucro, suas políticas podem gerar impactos econômicos, encarados, em geral, como negativos, envolvendo dispêndios com multas e custos de *compliance* para quem não atende às exigências, porém podem ser positivos, como incentivos ou benefícios fiscais por implementar processos ambientalmente positivos. Entender e atender a essas obrigações legais constitui um desafio (T5) para as empresas, exigindo investimento em sistemas de coleta, documentação e relatórios aos órgãos competentes. O regulador, assim estabelece o pano de fundo obrigatório de sustentabilidade e responsabilidade pós-consumo que todos os demais stakeholders devem seguir no âmbito da LR de sobressalentes.

Identificados os *stakeholders*, entende-se que a realização de uma síntese que os classifique por grupos auxiliará no desenvolvimento de um modelo integrado de análise para o caso da MB, conforme exposto no OE4. Isto será também organizado para as barreiras e impulsionadores. Portanto, é o que se segue:

1. Organização Central:

- Fabricante do equipamento (S.1)
- Setor ou empresa focada no pós-venda (Interno) (S.2)
- Área de Logística/Operações (Interna) (S.3)

2. Usuários Finais:

- Clientes/Consumidores (S.4)

3. Rede Externa de apoio à LR de sobressalentes:

- Centros de manutenção/assistência técnica/oficinas (S.6)
- Distribuidores/Revendedores (S.7)
- Fornecedores de Peças/Componentes (S.8)
- Empresas de Reciclagem/Tratamento de Resíduos (S.9)

4. Ambiente legal:

- Órgãos Reguladores e Governo (S.10)

3.4.2.2 – Barreiras

A implementação de LR apresenta um conjunto de barreiras que as organizações precisam superar para integração dos processos logísticos diretos e reversos. As barreiras, nesse contexto, são definidas como obstáculos internos ou externos que impedem ou dificultam a plena realização das atividades associadas à LR, exigindo das organizações estratégias específicas e recursos adicionais para sua superação (Govindan e Bouzon, 2018).

No contexto específico de peças sobressalentes, adicionam-se especificidades e características próprias deste tipo de cadeia. As barreiras específicas da LR de sobressalentes é destacada no quadro 12, conforme extraído da análise temática da presente tese. Neste sentido, foram encontradas 31 barreiras dentro dos 6 temas propostos.

Essas barreiras podem ser classificadas, basicamente, em categorias específicas, tais como a variabilidade e imprevisibilidade dos retornos, complexidade das operações logísticas, limitações tecnológicas e informacionais, aspectos econômicos e financeiros, bem como as exigências regulatórias e ambientais. É importante notar que as barreiras não atuam isoladamente, mas sim de forma interligada e complexa, exigindo das empresas uma compreensão aprofundada para o adequado planejamento e implementação da LR. Dessa forma, seguem as barreiras detectadas no presente estudo:

Quadro 12 – Barreiras para implementação da LR

Código	Barreiras	Tema	Descrição da Barreira	Autores
B1	Alta variabilidade nos retornos	T1	Refere-se à dificuldade operacional de prever precisamente os volumes e as condições em que os produtos serão retornados pelos clientes, causando dificuldades no planejamento das operações logísticas reversas e no uso eficiente de recursos.	Ruiz-Torres, Mahmoodi e Ohmori (2019)
B2	Falta de otimização de rotas para o transporte direto e reverso	T1	Indica a ausência de rotas otimizadas que combinem eficazmente a distribuição direta e o retorno das peças, elevando custos operacionais, aumentando tempos de ciclo e gerando impactos negativos na eficiência geral do sistema logístico.	Makarova, Shubenkova e Pashkevich (2018)
B3	Incerteza ou lacunas nas informações financeiras, ambientais e de mercado relacionadas aos retornos	T2	Relaciona-se às dificuldades em obter informações claras e precisas sobre aspectos financeiros, ambientais e mercadológicos das peças retornadas, prejudicando decisões estratégicas relacionadas à recuperação de valor e ao planejamento das operações de logística reversa.	Jacyna e Semenov (2020)
B4	Dificuldade em estimar com precisão a quantidade e a condição dos produtos devolvidos	T2	Refere-se à dificuldade enfrentada pelas organizações em estimar com exatidão a quantidade e o estado dos produtos devolvidos, dificultando o planejamento operacional eficaz, o controle de estoques e a gestão do fluxo reverso.	<i>Clueber et al.</i> (2009)
B5	Dificuldade em estimar a demanda futura por peças remanufaturadas	T2	Relaciona-se à incerteza na previsão das necessidades futuras por peças remanufaturadas, causando dificuldades na gestão eficiente dos estoques, aumento do risco de excesso ou falta de peças e prejuízos econômicos associados a estoques inadequados.	<i>Clueber et al.</i> (2009)
B6	Tendência a superestimar ou subestimar estoques devido à falta de dados confiáveis	T2	Resulta da dificuldade em obter dados confiáveis, levando a erros na estimativa dos estoques necessários para atender demandas futuras, com consequências como custos elevados associados a excessos de estoque ou perda de vendas devido à falta de produtos.	<i>Clueber et al.</i> (2009)
B7	Dificuldade em encontrar o valor agregado de uma peça	T2	Relaciona-se ao desafio de determinar o valor econômico real de uma peça devolvida, considerando os custos incorridos na manutenção, desmontagem e recuperação versus o potencial de receita obtida após a recuperação, complicando a tomada de decisões estratégicas relacionadas à recuperação de valor.	Akali e Bayindir (2008)

Código	Barreiras	Tema	Descrição da Barreira	Autores
B8	Desafios na viabilidade econômica da implementação de redes de LR	T3	Indica as dificuldades financeiras e operacionais associadas à criação e manutenção de redes logísticas reversas, devido aos custos iniciais elevados, complexidade de operação e incerteza no retorno econômico sobre o investimento realizado.	Abdallah, Diabat e Simchi-Levi (2012)
B9	Ausência de decisões estratégicas sobre design de produto	T3	Trata-se da complexidade associada às decisões estratégicas relativas ao design dos produtos visando facilitar a remanufatura e modularidade, definição adequada de preços para produtos recuperados e criação de políticas efetivas de incentivo ao retorno de peças usadas, fatores essenciais para a eficiência e viabilidade da logística reversa.	Ray e Mondal (2018); Ruiz-Torres, Mahmoodi e Ohmori (2019)
B10	Análise de custo-benefício da implementação e operação da LR	T4	Refere-se à dificuldade enfrentada pelas organizações em realizar uma análise clara e convincente dos custos versus benefícios envolvidos na implementação e operação da logística reversa, criando barreiras internas para justificar investimentos nessa área.	Wang e Shi (2019)
B11	Custos desproporcionalmente altos associados à LR de peças de baixo valor	T4	Indica os desafios econômicos específicos relacionados à implementação da logística reversa para peças que possuem baixo valor econômico, dificultando a viabilidade financeira da operação devido ao desequilíbrio entre custos operacionais e receitas potenciais geradas pela recuperação dessas peças.	Tan, Tan e Ramakrishna (2022)
B12	Custos associados a incentivos para estimular a devolução de produtos	T4	Trata-se das despesas adicionais necessárias para a criação e gestão de programas e incentivos que motivem consumidores finais ou intermediários a devolverem produtos usados, gerando desafios financeiros para organizações que implementam logística reversa.	Ruiz-Torres, Mahmoodi e Ohmori (2019)
B13	Incerteza inerente aos fluxos reversos	T5	Relaciona-se à imprevisibilidade dos fluxos de produtos retornados, incluindo quantidade, momento da devolução e condição dos itens, gerando dificuldades operacionais significativas para gerenciar o fluxo reverso com eficiência e eficácia.	Ruiz-Torres, Mahmoodi e Ohmori (2019)
B14	Incerteza na condição de conservação dos itens devolvidos	T5	Indica a dificuldade em prever ou determinar antecipadamente a qualidade dos itens devolvidos, o que impacta diretamente nas decisões operacionais relacionadas ao tipo de processamento ou recuperação adequado para cada peça.	Chouinard, D'Amours e Aït-Kadi (2007)

Código	Barreiras	Tema	Descrição da Barreira	Autores
B15	Dificuldade de gerenciar múltiplos tipos de produtos devolvidos com diferentes estados	T5	Refere-se à complexidade operacional e estratégica em lidar com uma ampla variedade de produtos retornados, cada qual com diferentes condições e potenciais métodos de recuperação, gerando desafios significativos para o planejamento e gestão da logística reversa.	You e Chen (2007)
B16	Complexidade no projeto e na operação da rede logística de ciclo fechado	T5	Envolve desafios relacionados ao planejamento, configuração e operação eficaz das redes logísticas que integram simultaneamente fluxos diretos e reversos, dificultando a definição de processos claros e eficientes que garantam a integração harmoniosa dessas operações, gerando complexidade adicional nas decisões gerenciais e operacionais.	Wang e Shi (2019)
B17	Dificuldade na modelagem e resolução de problemas de otimização de rede	T5	Refere-se às dificuldades técnicas enfrentadas na elaboração e resolução de modelos matemáticos e computacionais que buscam otimizar as redes de logística reversa, impactando diretamente na eficiência operacional e econômica, devido à complexidade associada à grande variabilidade de produtos retornados, rotas logísticas e processos de recuperação envolvidos.	Wang e Shi (2019)
B18	Decidir onde localizar pontos de coleta, centros de consolidação, instalações de reparo/remanufatura e como alocar os fluxos	T5	Trata-se da complexidade decisória envolvida na definição estratégica das localizações ideais para os pontos físicos essenciais às operações logísticas reversas, tais como pontos de coleta, centros de consolidação e unidades de processamento, além da alocação eficaz dos fluxos entre essas instalações, demandando análises cuidadosas para balancear custos, eficiência e nível de serviço.	Abdallah, Diabat e Simchi-Levi (2012); Diabat, Abdallah e Henschel (2015); Mutha e Pokharel (2009)
B19	Falta de processos padronizados para a LR entre diferentes unidades de negócios ou regiões geográficas	T5	Indica as dificuldades operacionais resultantes da ausência de uniformidade e padronização nos procedimentos e processos utilizados em diferentes unidades organizacionais ou regiões, causando inconsistências, ineficiências e dificuldades adicionais para gerenciar e integrar a logística reversa de maneira eficaz e coordenada.	Tan, Yu e Arun (2003)

Código	Barreiras	Tema	Descrição da Barreira	Autores
B20	Desafios ao lidar com múltiplos produtos que podem compartilhar submontagens específicas	T5	Refere-se à complexidade adicional enfrentada pelas organizações que gerenciam múltiplos produtos devolvidos cujas partes e submontagens podem ser compartilhadas entre diferentes produtos, exigindo um gerenciamento rigoroso e altamente integrado para garantir a correta reutilização e recuperação dessas peças compartilhadas, ampliando os desafios operacionais e logísticos da gestão reversa.	Tahirov, Hasanov e Jaber (2016)
B21	Falta de rastreabilidade dos produtos	T5	Diz respeito às dificuldades causadas pela ausência de sistemas eficazes de monitoramento e rastreamento contínuo dos produtos ao longo do fluxo reverso, impactando negativamente a capacidade das empresas em realizar decisões ágeis e informadas, além de dificultar o controle operacional e a gestão eficiente da logística reversa.	Mo <i>et al.</i> (2022); Simonetto <i>et al.</i> (2022)
B22	Subutilização de sistemas de tecnologia da informação	T5	Indica a situação em que as organizações não aproveitam plenamente as tecnologias disponíveis para o gerenciamento eficaz da logística reversa, como sistemas avançados de informação e rastreamento, o que resulta em operações menos eficientes, decisões menos informadas e dificuldades adicionais na coordenação dos processos logísticos reversos.	Tan, Yu e Arun (2003)
B23	Assimetria de informações entre os diferentes stakeholders	T5	Refere-se às dificuldades de comunicação e compartilhamento de informações relevantes entre os diversos stakeholders envolvidos na cadeia logística reversa, como fornecedores, operadores logísticos, centros de reparo e consumidores, prejudicando a colaboração eficiente e gerando desafios operacionais adicionais decorrentes da falta de alinhamento informacional entre as partes envolvidas.	Mo <i>et al.</i> (2022)
B24	Complexidade logística envolvendo ativos de alto custo e longo ciclo de vida	T5	Trata das dificuldades específicas enfrentadas pelas organizações na gestão logística de produtos e ativos complexos, caros e com vida útil prolongada, como navios e aeronaves, que exigem estratégias de manutenção e recuperação sofisticadas, além de cadeias logísticas altamente especializadas e eficientes para lidar com as particularidades e exigências operacionais desses ativos.	Mouschoutzi e Ponis (2022)

Código	Barreiras	Tema	Descrição da Barreira	Autores
B25	Garantir a disponibilidade de componentes críticos, evitando faltas e excessos de estoque	T5	Relaciona-se ao desafio logístico e gerencial de manter a disponibilidade constante e adequada de componentes essenciais, equilibrando a necessidade de evitar rupturas de estoque que prejudiquem a operação dos equipamentos com o risco de estoques excessivos e custosos, exigindo decisões precisas e eficientes na gestão de inventários.	Zhang, Huang e Yuan (2021)
B26	Gerenciar segredos de fabricação, peças de alto valor e riscos ambientais associados ao descarte de ativos complexos	T5	Indica a complexidade gerencial e operacional relacionada à proteção de segredos industriais, manuseio cuidadoso de peças de elevado valor econômico e gerenciamento apropriado dos riscos ambientais durante as etapas de descarte ou recuperação de ativos complexos, impondo barreiras adicionais de compliance regulatório e segurança operacional.	Masclé (2018)
B27	Lacunas entre a teoria e a prática	T5	Refere-se às discrepâncias entre as práticas idealizadas pela literatura e pela teoria em relação à realidade operacional das empresas, destacando especificamente a ausência frequente de estratégias formalizadas para logística reversa, o suporte inadequado de tecnologias de informação, e deficiências na comunicação com clientes finais, comprometendo significativamente a eficácia prática das operações reversas.	Tomasic, Dukic e Safran (2013)
B28	Alto grau de complexidade nas operações de pós-venda vinculadas à LR	T5	Refere-se à complexidade inerente à gestão das operações pós-venda, especialmente quando integradas à logística reversa, envolvendo múltiplos processos como coleta, triagem, reparo, remanufatura e redistribuição, todos demandando coordenação operacional rigorosa e eficiente, ampliando significativamente os desafios enfrentados pelas organizações.	Tomasic, Dukic e Safran (2013)
B29	Complexidade das regulamentações ambientais, que variam entre regiões e setores industriais	T6	Refere-se aos desafios enfrentados pelas organizações devido à diversidade e à complexidade das regulamentações ambientais existentes, que podem variar significativamente conforme regiões geográficas e setores industriais específicos. Essa variação dificulta o planejamento uniforme, exigindo esforços adicionais na interpretação e adequação às exigências regulatórias locais, potencialmente impactando a eficiência operacional e gerando riscos de não conformidade regulatória.	Abdallah, Diabat e Simchi-Levi (2012)

Código	Barreiras	Tema	Descrição da Barreira	Autores
B30	Desafios logísticos, operacionais e financeiros decorrentes de exigências regulatórias	T6	Trata das dificuldades impostas às organizações pelas obrigações legais e regulatórias relacionadas à implementação de práticas de logística reversa. Essas exigências frequentemente acarretam custos adicionais em operações de coleta, transporte, triagem e reciclagem, demandam mudanças significativas nos processos logísticos estabelecidos, e aumentam a complexidade operacional, o que pode impactar diretamente a viabilidade financeira e operacional dos sistemas de logística reversa.	Ferguson e Souza (2010)
B31	Necessidade de desenvolver competências para antecipar futuras exigências legais	T6	Refere-se à necessidade crítica das organizações investirem continuamente na aquisição e desenvolvimento de competências internas e externas capazes de prever, interpretar e adaptar-se rapidamente às mudanças legais e regulatórias futuras relacionadas à logística reversa. Essa necessidade implica esforços contínuos em treinamento, atualização tecnológica, monitoramento de tendências legislativas e estabelecimento de sistemas ágeis para assegurar a conformidade regulatória a longo prazo.	<i>Clueber et al. (2009); Manikas, Sundarakani e Iakimenko (2019)</i>

Fonte: elaborado pelo autor

Ademais, as barreiras identificadas, tendo em vista a síntese do conteúdo, listadas na Tabela 13 (B1 a B31) e discutidas na RSL podem ser agrupadas da seguinte forma:

1. Incerteza/complexidade da LR:

- Alta variabilidade nos retornos (quantidade, tempo, condição) (B1, B13, B14)
- Dificuldade em estimar demanda por peças remanufaturadas (B4, B5)
- Gestão de múltiplos tipos de produtos/estados (B15)
- Incerteza ou lacunas de informação (financeira, ambiental, mercado) (B3, B6)

2. Desafios operacionais e de rede logística:

- Falta de otimização de rotas (B2)
- Complexidade no projeto e operação da rede de ciclo fechado (B16, B17, B18)
- Falta de padronização de processos (B19)
- Complexidade com ativos de alto custo/longo ciclo de vida (B24, B26)

- Gestão de estoques (disponibilidade vs. excesso) (B25)
- Complexidade no pós-venda ligado à LR (B28)
- Gestão de produtos com submontagens compartilhadas (B20)

3. Questões dos fluxos de informação:

- Falta de rastreabilidade (B21)
- Subutilização de sistemas de TI (B22)
- Assimetria de informações entre stakeholders (B23)

4. Barreiras econômicas:

- Dificuldade em determinar valor agregado da peça recuperada (B7)
- Desafios na viabilidade econômica e análise de custo-benefício (B8, B10)
- Custos altos para peças de baixo valor (B11)
- Custos de incentivos para devolução (B12)

5. Barreiras estratégicas:

- Ausência de decisões estratégicas sobre design para LR (B9)
- Lacunas entre teoria e prática (B27)

6. Regulamentação e Conformidade:

- Complexidade e variação das regulamentações (B29)
- Desafios a exigências regulatórias (B30)
- Necessidade de antecipar futuras exigências legais (B31)

3.4.2.3 – Impulsionadores

Na conjuntura da presente pesquisa, torna-se fundamental mapear os elementos positivos que motivam a empresa a implementar a LR, pois eles orientam as decisões gerenciais e a formulação de políticas organizacionais. Nesse sentido, defendem que, diante de restrições legais mais severas e de maior conscientização ambiental dos consumidores, as organizações devem examinar detalhadamente tanto os impulsionadores quanto as barreiras à LR, considerando as múltiplas perspectivas de stakeholders envolvidos (Govindan e Bouzon, 2018)

Portanto, motivadores positivos que induzem iniciativas tendentes a LR de sobressalentes necessitam ser analisados, uma vez que certas condições estabelecidas ou inerentes a esses processos produzem externalidades que podem

afetar positivamente o conjunto de atores presentes nessas cadeias e, assim, serem identificado como impulsionadores

Essa multiplicidade de interesses reforça a necessidade de uma análise estruturada: compreender plenamente os impulsionadores da LR exige integrar diferentes visões e prioridades no processo decisório. Dessa forma seguem destacados os impulsionadores identificados na análise temática, anteriormente realizada:

Quadro 13 - Impulsionadores

Código	Impulsionadores	Tema	Descrição do impulsionador	Autores
I1	Visão holística da cadeia de suprimentos	T1	A LR deixa de ser tratada como “apêndice” e passa a compor a arquitetura sistêmica da cadeia, integrando planejamento de demanda, distribuição direta, fluxos inversos, gestão de risco e indicadores ESG. Essa visão permite sinergias de transporte, estoques balanceados e decisões de “design-for-reverse”.	Fleischmann <i>et al.</i> (2005)
I2	Alinhamento aos objetivos do negócio	T1	A LR é incorporada ao planejamento estratégico como fonte de redução de custo, mitigação de risco regulatório e diferenciação de marca, ganhando KPIs e orçamento próprio e deixando de competir por recursos com áreas “core”.	Fleischmann <i>et al.</i> (2005)
I3	Apoio à responsabilidade estendida do produtor (REP)	T1, T3, T6	A REP transforma obrigações legais em oportunidade de serviço: contratos de recompra, planos de coleta e certificação de reciclagem viram produtos de valor agregado, reforçando reputação e garantindo acesso a mercados com restrições ambientais.	Fleischmann <i>et al.</i> (2003); Ferguson e Souza (2010)
I4	Acordos comerciais de devolução	T1, T3	Cláusulas de retorno programado (buy-back, take-back) viabilizam previsibilidade de volumes, permitem dimensionar capacidade de triagem/remanufatura e criam partilha explícita de benefícios com distribuidores e varejistas.	Fleischmann <i>et al.</i> (2003); Ferguson e Souza (2010)

Código	Impulsionadores	Tema	Descrição do impulsionador	Autores
I5	Destinação ambientalmente adequada	T1	Pressões regulatórias e de stakeholders exigem rastreabilidade de resíduos. A LR assegura coleta, triagem e tratamento em conformidade, evitando multas, recall ambiental e perda de licença operacional.	Diabat, Abdallah e Henschel (2015)
I6	Integração da LR ao ciclo de vida do produto	T2	Engenheiros usam análises LCA e DfX para projetar produtos já pensando em desmontagem, materiais compatíveis e rotas de valor pós-uso, o que reduz custo de recuperação e aumenta taxa de recirculação de materiais.	Ferguson e Souza (2010)
I7	Facilidade de desmontagem e recuperação	T2	Parafusos padronizados, juntas de encaixe e identificação digital de peças aceleram desmontagem, diminuem danos durante abertura e elevam rendimento de reaproveitamento de componentes de alto valor.	Abdallah, Diabat e Simchi-Levi (2012); Mutha e Pokharel (2009)
I8	Padronização de peças	T2	Reduz variedade de SKUs, viabiliza estoque combinado de novos e remanufaturados, facilita planejamento MRP-II e simplifica testes de conformidade pós-processo.	Abdallah, Diabat e Simchi-Levi (2012)
I9	Suporte de peças por longos períodos	T2	Indústrias de bens de capital (naval, aeroespacial) asseguram disponibilidade de sobressalentes por 20–30 anos; a LR reduz obsolescência física e protege contratos de serviço de longo prazo (SLA).	Mutha e Pokharel (2009)
I10	Projetos focados em manutenção e desmontagem	T2	Abordagens “maintenance-friendly” (ex.: módulos substituíveis) minimizam MTTR em campo e maximizam qualidade de componentes recuperados para remanufatura ou mercado secundário.	Mouschoutzi e Ponis (2022)
I11	Recuperação de valor em ciclos de vida curtos	T2	Em eletrônicos de rápida obsolescência, LR captura componentes de alto valor com baixo desgaste (chips, carcaças em alumínio), monetizando resíduos antes que percam relevância tecnológica.	Mutha e Pokharel (2009)

Código	Impulsionadores	Tema	Descrição do impulsionador	Autores
I12	Modularização de produtos	T2, T3, T4	Plataformas modulares permitem trocar só o módulo obsoleto, reacondicionar partes saudáveis e comercializar “refurbished” com garantia, gerando receita, economizando CAPEX de cliente e reduzindo sucata.	Bansal, Anand e Tiwari (2020); Mutha e Pokharel (2009)
I13	Manutenção preventiva e monitoramento digital	T2	IoT e analytics preveem falhas, programam coletas antes do breakdown e alimentam modelos de previsão de retorno, ajustando capacidade de centros de remanufatura e níveis de estoque dinâmicos.	Jacyna e Semenov (2020)
I14	Atendimento sem rupturas de sobressalentes	T2	Combina estoque de novos + remanufaturados para cumprir, reduzindo penalidades contratuais por indisponibilidade e mantendo confiabilidade de frota/equipamento.	Tahirov, Hasanov e Jaber (2016)
I15	Disponibilidade de equipamentos	T2	LR garante giro rápido de componentes críticos, mantendo OEE alto e evitando perda de receita por paradas não planejadas, especialmente em ativos intensivos (navios, turbinas, plataformas).	Mouschoutzi e Ponis (2022)
I16	Recaptação de valor agregado	T2, T4	A análise de custo-benefício mostra que recuperar 60–80 % do valor de um componente via remanufatura pode custar apenas 20–30 % do preço de um novo, gerando margem adicional.	Fleischmann <i>et al.</i> (2003); Ferguson e Souza (2010)
I17	Redução de resíduos	T2, T3, T6	Desvia materiais de aterros, cortando taxas de descarte, e contribui para metas de zero-landfill e de ESG reportadas a investidores e órgãos reguladores.	Chouinard, D’Amours e Aït-Kadi (2007)
I18	Oportunidades econômicas de recuperação	T2, T3, T4	Mercados de peças “as-new” e de matérias-primas secundárias (cobre, polímeros técnicos) geram novas linhas de receita e diversificam fontes de lucro.	Ferguson e Souza (2010)
I19	Gestão sustentável do ciclo de vida	T2, T3, T6	Combina indicadores de desempenho (econômico, ambiental, social) em frameworks de LCM, assegurando decisões	Ferguson e Souza (2010)

Código	Impulsionadores	Tema	Descrição do impulsionador	Autores
			baseadas em TBL e fortalecendo certificações ISO 14001/14006.	
I20	Captura de valor no fluxo reverso	T3, T4	Sistemas de gatekeeping e triagem avançada (visual, funcional, IoT-tag) direcionam cada retorno para a rota de maior valor – reparo, remanufatura, canibalização ou reciclagem.	Abdallah, Diabat e Simchi-Levi (2012)
I21	Extensão da responsabilidade do produtor	T3, T6	Consolida “take-back” como parte do modelo de negócios, incluindo logística financiada pelo produtor, metas de reutilização e relatórios anuais de desempenho ambiental a autoridades.	Ferguson e Souza (2010)
I22	Recuperação de valor a partir de produtos usados ou defeituosos	T3, T4	Potencial financeiro associado à recuperação econômica de componentes ainda valiosos em produtos defeituosos ou usados.	Bansal, Anand e Tiwari (2020)
I23	Fonte alternativa de suprimento para peças sobressalentes	T3, T4	Benefícios econômicos da utilização de peças recuperadas, reduzindo dependência de fornecedores externos e custos associados.	Diabat, Abdallah e Henschel (2015)
I24	Pilar para a sustentabilidade e a economia circular	T3, T6	Papel fundamental da logística reversa no estabelecimento de uma economia circular, alinhada com princípios de sustentabilidade.	Ferguson e Souza (2010); Diabat, Abdallah e Henschel (2015)
I25	Redução do consumo de recursos	T3, T6	Benefício ambiental da diminuição do uso de matérias-primas pela recuperação de produtos devolvidos.	Larsen <i>et al.</i> (2018)
I26	Redução da geração de resíduos	T3, T6	Menor produção de resíduos decorrente das práticas eficientes de reutilização e remanufatura.	Ferguson e Souza (2010)
I27	Fonte de receitas no pós-venda	T3, T4	Receita adicional obtida através de vendas ou reaproveitamento de produtos retornados no mercado pós-venda.	Durugbo (2019)
I28	Melhoria do desempenho econômico e operacional	T3, T4	Melhorias financeiras e operacionais alcançadas pela eficiência das práticas de logística reversa.	Larsen <i>et al.</i> (2018)

Código	Impulsionadores	Tema	Descrição do impulsionador	Autores
I29	Aproveitamento de itens que seriam descartados	T4	Economia financeira resultante do reaproveitamento de itens inicialmente considerados resíduos.	Roudbari, Ghomi e Sajadieh (2021)
I30	Redução da dependência de fornecedores externos	T4	Redução estratégica da vulnerabilidade operacional por meio do uso de peças recuperadas internamente.	Simonetto <i>et al.</i> (2022)
I31	Vantagens econômicas no reaproveitamento de peças	T4	Refere-se à redução de custos operacionais e ganhos financeiros obtidos pelo reaproveitamento eficiente das peças devolvidas, gerando economias significativas e maior lucratividade para a empresa.	Tomasic, Dukic e Safran (2013)
I32	Benefícios comerciais e vantagem competitiva	T4	Indica que empresas que adotam logística reversa ganham vantagens comerciais, oferecendo produtos recuperados competitivos em preço e qualidade, diferenciando-se positivamente no mercado.	<i>Tomasic, Dukic e Safran (2013); Larsen et al. (2018)</i>
I33	Redução de janelas de inoperância	T4	Trata da minimização de tempos de parada e inatividade operacional decorrente da maior disponibilidade e rapidez no fornecimento de peças sobressalentes recuperadas, impactando positivamente na produtividade.	Moon, Hicks e Simpson (2012)
I34	Atendimento a requisitos regulatórios e ambientais	T6	Impulsionador motivado por necessidades de conformidade com regulamentações ambientais, garantindo que as empresas estejam alinhadas às exigências legais e reduzindo riscos legais e reputacionais.	Ferguson e Souza (2010); Fleischmann, Nunen, Van e Gräve (2003)
I35	Cumprimento de responsabilidades socioambientais	T6	Relaciona-se ao compromisso ético e social das empresas de minimizar impactos ambientais negativos, melhorando sua imagem pública e fortalecendo relações com stakeholders interessados em sustentabilidade.	<i>Makarova et al. (2021); Ferguson e Souza (2010)</i>
I36	Minimização de desperdícios	T6	Indica a prática efetiva de evitar desperdícios através da recuperação, reutilização e reciclagem dos produtos devolvidos, resultando em menor	<i>Makarova et al. (2021); Larsen et al. (2018)</i>

Código	Impulsionadores	Tema	Descrição do impulsionador	Autores
			impacto ambiental e econômico positivo para a empresa.	
I37	Tendências verdes (consumidores, preços de matérias-primas, regulamentações)	T6	Refere-se à crescente demanda do mercado por produtos ambientalmente responsáveis, altos preços de matérias-primas que incentivam reutilização, e regulamentações cada vez mais exigentes que impulsionam práticas sustentáveis.	<i>Larsen et al. (2018)</i>
I38	Transição para uma economia circular	T6	Destaca a relevância da logística reversa no processo de transição das organizações para uma economia circular, promovendo ciclos fechados de produção e consumo com menos desperdício e maior sustentabilidade.	Diabat, Abdallah e Henschel (2015); Makarova et al. (2021)
I39	Redução na extração de recursos naturais	T6	Benefícios ambientais alcançados através do reaproveitamento eficiente de materiais recuperados, reduzindo a necessidade de extração contínua de novos recursos naturais e diminuindo o impacto ecológico da operação.	<i>Diabat, Abdallah e Henschel (2015); Makarova et al. (2021)</i>
I40	Diretivas e regulamentações ambientais	T6	Refere-se às legislações nacionais e internacionais que impõem a responsabilidade das empresas sobre o destino ambientalmente correto dos produtos no fim de vida útil, fortalecendo a adesão às práticas de logística reversa.	Ferguson e Souza (2010); Abdallah, Diabat e Simchi-Levi (2012)
I41	Conscientização ambiental dos consumidores	T6	Impacto positivo da crescente consciência dos consumidores sobre questões ambientais, incentivando as empresas a adotarem estratégias mais sustentáveis e implementarem sistemas eficazes de logística reversa.	Tomasic, Dukic e Safran (2013); Zhang, Huang e Yuan (2021)
I42	Auxílio no alcance de objetivos ambientais, de economia circular e de sustentabilidade	T6	Apoio prático e estratégico fornecido pela logística reversa às empresas, permitindo que alcancem metas ambientais e objetivos alinhados à economia circular, resultando em benefícios	Durugbo (2020); Abdallah, Diabat e Simchi-Levi (2012)

Código	Impulsionadores	Tema	Descrição do impulsionador	Autores
			econômicos, ambientais e sociais duradouros.	

Fonte: elaborado pelo autor

Assim sendo, tendo por base os impulsionadores ora apresentados, com vistas a uma síntese do conteúdo, listadas no Quadro 14 (I1 a I42) e discutidas na RSL podem ser agrupados da seguinte forma:

1. **Geração de valor econômico:**

- Redução de custos na aquisição e descarte (I16, I29)
- Recuperação de valor agregado na remanufatura e reuso (I11, I16, I18, I20, I22)
- Fonte alternativa de suprimento, para reduzir dependência e custo (I23, I30)
- Novas fontes de receitas, pós-venda e mercados secundários (I12, I18, I27)
- Melhoria do desempenho econômico geral (I28, I31, I32)

2. **Alinhamento estratégico e competitividade:**

- Visão holística e integrada da cadeia (I1)
- Alinhamento aos objetivos do negócio (I2)
- Vantagem competitiva (preço, serviço, imagem) (I32)

3. **Otimização do ciclo de vida e operações:**

- Integração da LR ao ciclo de vida do produto (I6, I19)
- Design para LR na desmontagem, padronização e modularização (I7, I8, I10, I12)
- Suporte a produtos de longo ciclo de vida (I9)
- Melhora na disponibilidade de peças e equipamentos (I14, I15, I33)
- Uso de tecnologias para previsão e monitoramento (I13)

4. **Sustentabilidade, conformidade e responsabilidade:**

- Atendimento a requisitos regulatórios e ambientais (I3, I34, I40)

- Cumprimento da responsabilidade estendida do produtor (REP) e responsabilidade socioambiental (I3, I21, I35)
- Redução de resíduos e destinação adequada (I5, I17, I26, I36)
- Contribuição para economia circular (I24, I38, I42)
- Redução do consumo de recursos naturais (I25, I39)
- Resposta a tendências verdes e conscientização (I37, I41)

5. Fortalecimento das relações com stakeholders:

- Acordos claros de devolução com parceiros (I4)

4. ABASTECER PARA COMBATER¹³: O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA MARINHA E A GESTÃO LOGÍSTICA DE SOBRESSALENTE PARA NAVIOS

A missão da Marinha de preparar e empregar o Poder Naval, contribuindo para a Defesa da Pátria (Marinha do Brasil, 2020a) encontra seu escopo na disponibilidade operativa de sua força naval, em outras palavras, ao serem acionados, os meios precisam estar em pleno funcionamento operativo para cumprirem as missões que se fazem necessárias (Andrade *et al.*, 2018).

Tal situação possui relação estreita e interdependência de um sistema de suporte, que se traduz em apoio logístico. Nesse sentido, a Estratégia Nacional de Defesa (Brasil, 2016) diz que:

O Poder Naval deve explorar suas características intrínsecas de mobilidade, de permanência, de versatilidade e de flexibilidade, que, favorecidas pela liberdade de navegação, **pela disponibilidade de pontos de apoio logístico fixos**, estrategicamente posicionados, e **pela incorporação de apoio logístico móvel às forças em operação**, proporcionam o emprego do Poder Naval em largo espectro de atividades, desde o apoio às ações de diplomacia, o emprego limitado da força, até as operações de guerra naval (p. 43, grifo nosso)

Neste sistema de apoio logístico, o Ministério da Defesa em sua Doutrina de Logística Militar (Ministério da Defesa, 2016) divide este apoio em funções básicas, que são o agrupamento de um conjunto de atividades logísticas similares, correlatas ou até de mesma natureza, que se organizam doutrinariamente sob uma mesma denominação. As funções logísticas básicas são: recursos humanos, saúde, suprimento, manutenção, engenharia, transporte e salvamento (Marinha do Brasil, 2003).

Dessa forma, a capacidade de uma nação projetar poder e defender seus interesses no mar está intrinsecamente ligada à prontidão de seus meios navais. No complexo teatro de operações, a logística militar transcende a movimentação de recursos ou uma função de apoio, sendo ponte que conecta a capacidade econômica e industrial de uma nação à sua expressão militar no campo de batalha (Marinha do Brasil, 2003).

¹³ Lema da Diretoria de Abastecimento da Marinha (DABM)

Essa ponte é pavimentada, em grande parte, na solução do problema logístico fundamental proposto no Manual de Logística da Marinha (EMA-400), qual seja, proporcionar os meios ou recursos que se fizerem necessários à operação das forças, na quantidade, qualidade, momento e local adequados, dentro da dinâmica de um plano de operações.

Nesse contexto, a gestão de sobressalentes torna-se pilar crítico na solução do problema logístico, uma vez que a falha em prover um único componente pode neutralizar um navio de guerra, comprometer a missão e erodir a capacidade combativa de uma Esquadra.

Este capítulo, portanto, visa a alcançar o OE 2 – analisar o Sistema Logístico de Sobressalentes da MB, com enfoque nos serviços prestados pelo SAbM à Esquadra. Para tanto, será dissecada a estrutura do SAbM, seus princípios, fases e desafios e como se articula a previsão de demanda, o controle de estoques e o macroprocesso de gestão logística de sobressalentes. A análise se fundamenta na Doutrina de Logística Militar do Ministério da Defesa (Ministério da Defesa, 2016), no Manual de Logística da Marinha (Marinha do Brasil, 2003), nas Normas para execução do Abastecimento (Marinha do Brasil, 2020b), e outros documentos de interesse desta pesquisa, produzidos pela Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM), além de pesquisas empíricas que investigaram os gargalos e as potencialidades deste sistema. Ademais, foi realizada pesquisa na base de dados “Tesouro Gerencial”¹⁴ e do SINGRA, no intuito de extrair informações úteis, na dimensão orçamentária.

4.1 Conceituando o SAbM

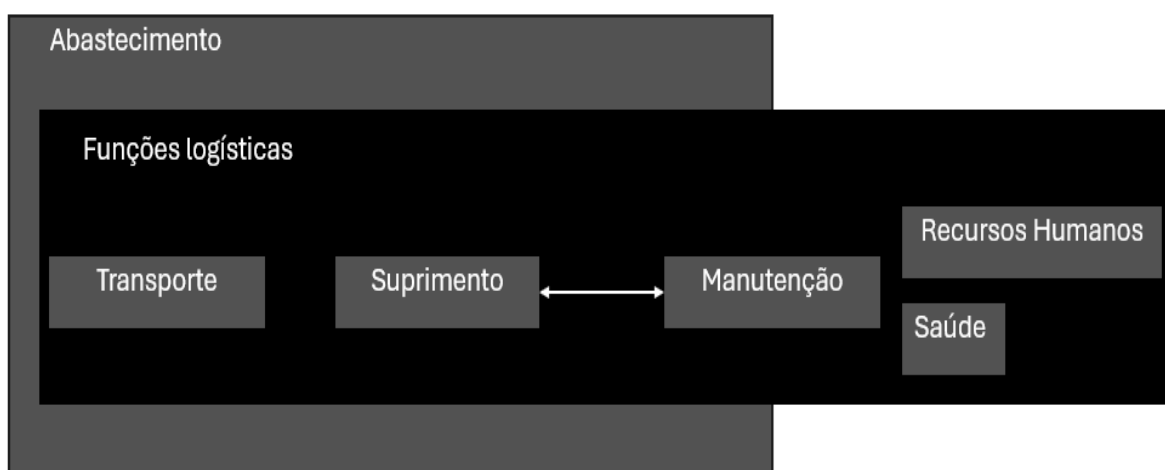
As funções logísticas, já citadas anteriormente, necessitam ter em vista o permanentemente preparo, tanto na paz como na guerra, para atender às demandas das forças combatentes, de maneira que há no envolvimento de suas ações, a capacitação de recursos humanos, aliada a um leque de tarefas que se contrabalanceiam na razão de um máximo atendimento a um custo razoável. Tudo isto se desenvolve diante de crescente complexidade tecnológica, que acarreta aumento de complexidade na gestão logística (Brasil, 2016).

¹⁴ O Tesouro Gerencial é um sistema projetado em ambiente *web*, que se comporta como um armazém de dados (*Data Warehouse*), o qual contém as informações das operações contábeis a partir de dados do SIAFI, que por sua vez é um sistema de execução orçamentário-financeira da União. Dessa forma, é possível realizar extrações de consultas personalizadas, a partir deste grande banco de dados

Duas dessas funções são centrais para o SAbM: suprimento e transporte. A função de suprimento é compreendida como o conjunto de atividades responsáveis pela previsão e pelo fornecimento de materiais, de todas as classes, necessários ao atendimento das demandas das organizações e forças apoiadas. Por sua vez, a função transporte abrange a movimentação dos suprimentos de um ponto inicial ao destino exigido pela demanda realizada aos recursos logísticos. Ademais, a função suprimento está intrinsicamente à função manutenção, em específico para o caso da gestão de sobressalentes, pois dessa função surgem as demandas que movimentam tal gestão (Marinha do Brasil, 2003).

É essa conceituação que dá origem ao SAbM, o principal articulador do fluxo de material na Força Naval (Marinha do Brasil, 2003, 2020b). Assim, a figura 7 ilustra como as funções logísticas se relacionam com a atividade de abastecimento:

Figura 7 – Relacionamento entre funções logísticas e atividades de abastecimento



Fonte: Próprio autor, baseado em Marinha do Brasil (2020b)

Logo, em termos logísticos, a MB possui o SAbM, que tem o objetivo de proporcionar um fluxo adequado de materiais, desde as fontes de obtenção até os centros consumidores, abrangendo, assim a função logística Suprimento, a função logística Transporte, além de relacionar-se, estreitamente, com parte da função Logística Manutenção. Dessa maneira, o SAbM é um subsistema de apoio logístico da MB responsável pelo suprimento de materiais a todas as Organizações Militares (OM) e meios operativos, garantindo que recebam os itens necessários em tempo hábil para manter sua plena eficiência (Marinha do Brasil, 2020b).

Por outro lado, o SAbM é definido como o conjunto de órgãos, processos e recursos, interligados e interdependentes, estruturados com a finalidade de promover, manter e controlar o provimento de material necessário à manutenção das Forças Navais e demais OM em condições de plena eficácia e eficiência (Marinha do Brasil, 2020b). Assim sendo, o SAbM busca assegurar um fluxo contínuo e adequado de suprimentos, desde as fontes de obtenção até as unidades consumidoras, para que estas mantenham sua capacidade operacional máxima

Seguindo a análise, aponta-se que o SAbM é constituído por categorias de material, divididas em cadeias de suprimentos específicas de acordo com a característica do item. A norma SGM-201 (Marinha do Brasil, 2020b), divide esses materiais em: combustíveis, lubrificantes e graxas; material comum; gêneros alimentícios; fardamento; munição; material de saúde; e sobressalentes. Este último possui itens de sobressalentes de navios para manutenção de seus equipamentos e equipagens.

Portanto, a gestão dos sobressalentes na estrutura do SAbM possui uma cadeia de suprimentos própria. Entretanto, os conceitos, algumas estruturas, processos, recursos e sistemas são os mesmos, de forma que, analisar o SAbM de forma ampla é, ao mesmo tempo, analisar a cadeia de suprimentos de sobressalentes, em primeiro prisma (Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2021).

4.2 Funções logísticas do Abastecimento

No contexto da Doutrina de Logística Militar brasileira, as atividades logísticas são agrupadas em grandes funções, de maneira que cada uma abrange um conjunto de atividades afins sob uma mesma designação. Conforme já apontado, dentre essas, destacam-se três funções essenciais ao Abastecimento: suprimento, manutenção e transporte (Marinha do Brasil, 2003).

A função logística suprimento trata da previsão e provisão de todo material necessário às forças apoiadas, de todas as classes de suprimento, de forma a garantir que as tropas, navios e unidades tenham os itens materiais, desde alimentação e combustível até sobressalentes, quando precisarem (Marinha do Brasil, 2020b).

É importante notar que existem sistemas para classificar suprimentos, como o sistema de classes (I a X) e o sistema de catalogação (SISMICAT). Sobressalentes

em geral enquadram-se na Classe IX (Material de manutenção – naval, motomecanização, aviação) e Classe V (armamento e munição) para itens bélicos, de forma que a catalogação padronizada é destacada para rápida identificação e localização de itens na função suprimento (Marinha do Brasil, 2003).

A função logística manutenção, por sua vez, engloba as atividades destinadas a manter ou restaurar o material na melhor condição de uso, de modo a assegurar a disponibilidade dos meios operativos (Ministério da Defesa, 2016), sendo que para uma força naval, a manutenção é crítica, já que é o processo pelo qual navios, sistemas de armas e equipamentos permanecem operacionais ao longo do tempo.

As atividades básicas da manutenção incluem a determinação técnica das necessidades de manutenção, que identifica quais instalações, pessoal, ferramentas, sobressalentes e serviços são requeridos para apoiar a manutenção em determinado cenário, passando pela manutenção preventiva, que são ações planejadas para prevenir falhas e degradação do material, e a manutenção preditiva, que se constitui no monitoramento contínuo e uso de parâmetros técnicos para prever o momento ideal de executar manutenção, maximizando o uso de vida útil dos componentes sem comprometer a confiabilidade. Há ainda a manutenção modificadora, que altera equipamentos para adequá-los a novas exigências operacionais ou facilitar sua própria manutenção. Por fim, há a manutenção corretiva, que é o reparo de falhas ocorridas, restaurando o material danificado à condição de uso, em geral, com maior custo em relação a outras manutenções (Marinha do Brasil, 2003).

A função manutenção possui, ainda, uma estrutura escalonada, classificados do 1º ao 4º escalão, conforme o quadro 15:

Quadro 14 – Descrição dos escalões de manutenção

Escalões de manutenção	Descrição
1º escalão	manutenção pelo próprio usuário ou tripulação
2º escalão	manutenção realizada por equipes especializadas a bordo ou na base.
3º escalão	reparos mais complexos em estaleiro ou arsenal.

Escalões de manutenção	Descrição
4º escalão	reparos industriais de maior monta, associados ao reparo diretamente do fabricante.

Fonte: elaborado pelo autor, baseado em Marinha do Brasil (2003)

Diante do exposto, a manutenção acaba por ser a principal consumidora de sobressalentes, de maneira que cada ação de manutenção corretiva ou preventiva pode demandar peças de reposição, como um filtro, uma bomba ou um circuito eletrônico, gerando a demanda que a função suprimento deve atender. Portanto, a função manutenção gera a *demand*a que a função suprimento deve atender, situação reconhecida pela doutrina ao afirmar que um dos indicadores da operacionalidade de uma força é o índice de disponibilidade de seus meios, e que quando a manutenção se torna antieconômica/inviável, deve-se considerar a desativação do material aproveitando peças úteis (canibalização ou reserva técnica) (Marinha do Brasil, 2003).

A função logística transporte, por fim, diz respeito às atividades de deslocamento de recursos por diversos meios, no tempo e lugar necessários, para atender às necessidades logísticas que surgirem, o que inclui toda a infraestrutura e modais de transporte, bem como sistemas de comando e controle para gerenciar este fluxo (Ministério da Defesa, 2016). A função transporte, assim, complementa as anteriores, pois de nada adianta ter sobressalentes em estoque (suprimento) se não houver meios para levá-los até onde ocorrem as manutenções (manutenção).

Importa inferir que uma falha em qualquer uma dessas funções compromete todo o processo, pois de nada adianta ter o sobressalente no estoque se a equipe de manutenção não está disponível ou se não há um meio de transporte ágil para levar a peça ao local de operação do navio.

Por isso, suprimento, manutenção e transporte formam uma tríade no apoio logístico militar, como é o caso específico da Esquadra, vez que o Suprimento, via SAbM, provê as peças e materiais; a manutenção utiliza essas peças para manter os navios operacionais; e o transporte conecta o ponto de provisão ao ponto de consumo.

A interdependência é clara, pois a falta de suprimento pode impedir a manutenção, manutenções mal planejadas geram demandas repentinas difíceis de suprir, falhas no transporte atrasam a chegada de suprimentos e paralisam a manutenção.

4.3 Órgãos do SAbM

Em termos de estrutura, o SAbM é dividido em órgãos, de forma hierarquizada, em que se tornam responsáveis por conduzir as atividades do Abastecimento, ou pelo menos parte delas. Essa arquitetura hierarquizada permite ao SAbM centralizar políticas e normatizações, ao mesmo tempo em que descentraliza a execução, agilizando o atendimento às unidades navais, e são divididos da seguinte forma (Marinha do Brasil, 2020b):

- Órgão de Supervisão Geral: orienta, coordena e controla os Órgãos de Superintendência e de Supervisão Técnica do SAbM, relacionados com o abastecimento da Marinha. É responsabilidade própria formular e aprovar os programas e os planos relacionados ao funcionamento e desempenho das atividades logísticas do sistema, no que tange aos materiais destinados à plena eficiência das forças navais e demais organizações. O Estado-Maior da Armada (EMA) é o Órgão de Supervisão Geral, sendo sua atribuição articular o planejamento estratégico da Força com os requisitos operacionais da logística, estabelecendo requisitos, especificações técnicas e parâmetros de coordenação logística a serem observados pelos demais órgãos do SAbM.

- Órgão de Superintendência: exercido pela Secretaria-Geral da Marinha (SGM), possui a função de supervisão gerencial do SAbM, que se traduz em assegurar que as políticas e diretrizes estratégicas sejam devidamente implementadas e monitoradas. Sua competência inclui a normatização das atividades de abastecimento, a gestão do SINGRA e o acompanhamento dos indicadores de desempenho logístico.

- Órgão de Supervisão Técnica: responsável por delinear os atributos técnicos dos itens a serem fornecidos. Realiza levantamento das especificações dos materiais e é exercido pela Diretoria-Geral de Material da Marinha (DGMM). Possui junto a sua estrutura os Órgãos de Direção Técnica, denominadas no SAbM como Diretorias Especializadas (DE), responsáveis pelos materiais de sua jurisdição de responsabilidade, de forma que o conjunto desses órgãos estabelecem os requisitos e especificações técnicas dos materiais, parâmetros de desempenho, codificação e classificação, dentre as categorias de material, os sobressalentes, bem como a

determinação da jurisdição de material, que estabelece quais órgãos gerenciarão tecnicamente cada item.

- Órgão de Direção Gerencial: é realizada pela Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM) e possui atribuições do gerenciamento logístico, ou conforme a norma da MB, a atribuição do abastecimento. Possui precedência hierárquica aos órgãos de execução, que por sua vez são os responsáveis por conduzir diretamente as três principais fases do abastecimento, que são a determinação de necessidades, obtenção e distribuição.

- Órgãos Técnicos: executam as atividades técnicas em relação ao material de sua competência específica. Confundem-se com os Órgãos de Direção Técnica.

- Órgãos de Controle: determinam necessidades tendo em vista os estoques e coordenam a distribuição, que ocorre via Depósitos Primários, que são armazéns que comportam os itens por categoria de material. Assim precisam estabelecer o fluxo adequado dos itens, desde as fontes de obtenção até o consumidor final.

- Órgãos de Obtenção: responsáveis por adquirir os itens sob jurisdição do SAbM, tanto no Brasil, como no exterior. Tais aquisições ocorrem com base no Controle do Inventário. No país, o principal órgão de obtenção é o Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ). No exterior são a Comissão Naval Brasileira em Washington (CNBW) e a Comissão Naval Brasileira na Europa (CNBE).

- Órgãos de Distribuição: são os que possuem responsabilidade de estocar e fornecer o material de sua responsabilidade. Existem dois tipos de órgãos de distribuição:

- Depósitos Primários: são organizações estruturadas dentro da cadeia de comando da DAbM e diretamente subordinadas ao Centro de Operações do Abastecimento (COpAb), responsável pelo controle dos estoques, possuindo a função de distribuir o material de determinada categoria (Ex.: saúde, sobressalentes, fardamento).

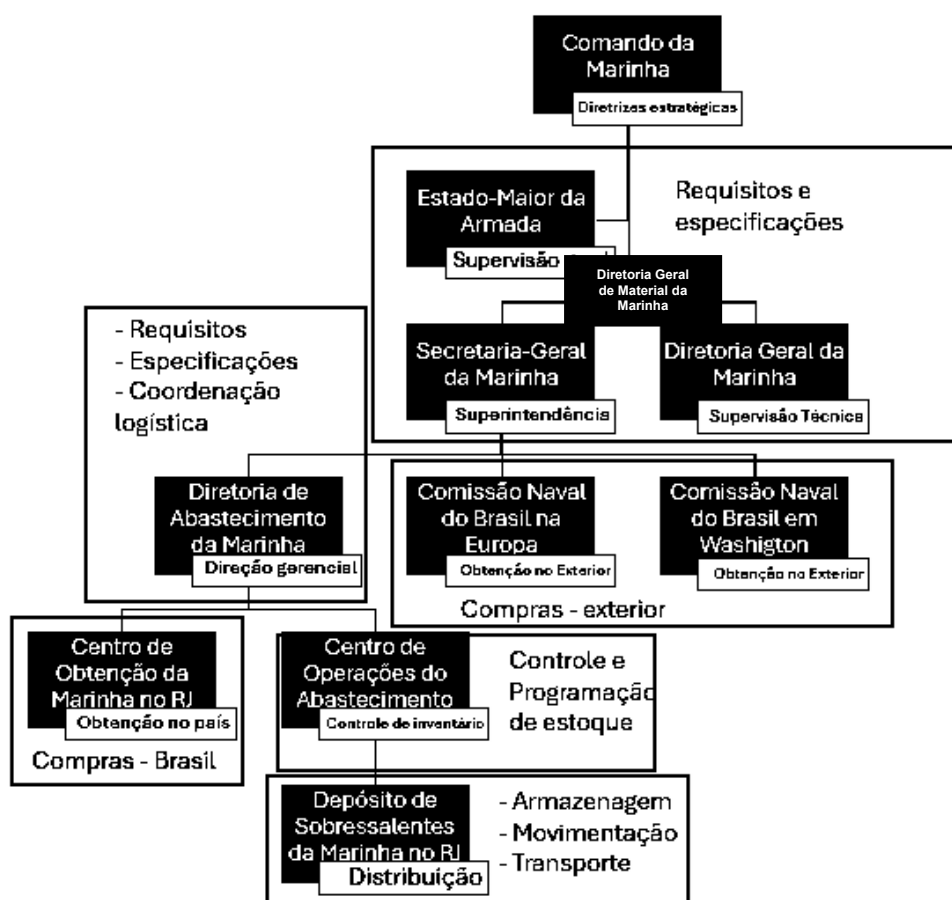
- Depósitos Navais Regionais (Centros de Intendência): são estabelecimentos intermediários de Apoio, espalhados pelo Brasil ou em locais estratégicos, os quais possuem supervisão funcional da DAbM,

responsáveis pela distribuição de itens de diversas categorias, em âmbito regional.

Em termos de distribuição de sobressalentes, este é conduzido pelo Depósito de Sobressalentes da Marinha no Rio de Janeiro (DepSMRJ) e os Centros de Intendência da Marinha (CeIM), que tem a função de armazenagem, movimentação e transporte dos materiais. Esses são responsáveis pela guarda física dos sobressalentes e pela execução das atividades de expedição para as unidades consumidoras. Inclui-se aqui a responsabilidade pela manutenção das condições adequadas de conservação dos materiais, a organização espacial dos estoques e o controle de entrada e saída de itens.

Segue, conforme organograma 1, os órgãos que compõem o SAbM, organizado por suas respectivas funções logísticas e com enfoque na cadeia de sobressalentes:

Organograma 1 - Órgãos que compõem o SAbM



Fonte: elaborado pelo autor, baseado em Marinha do Brasil (2020b)

Assim sendo, as atividades executadas no âmbito do SAbM abrangem desde a definição técnica e a identificação contínua das necessidades de materiais — com base nas políticas de estoque estabelecidas para as diferentes classes de itens — até os processos de aquisição, seja no mercado nacional ou em fontes internacionais. Esse ciclo se completa com a distribuição dos materiais às Organizações Militares Clientes, incluindo os meios operativos e seus respectivos itens sobressalentes. (Marinha do Brasil, 2020b).

4.4 Fases do Abastecimento: atividades técnicas e gerenciais

As Normas do Abastecimento classificam como fases duas atividades, assim denominadas técnicas e gerenciais. Tais atividades, na verdade, constituem-se em uma gama mais ampla de outras atividades, que são divididas quando se trata de ações inerentes ao material e suas características, portanto atividades técnicas, ou quando dizem respeito aos processos logísticos envolvidos, sendo então classificadas como atividades gerenciais (Marinha do Brasil, 2020b).

As atividades técnicas visam assegurar que a Marinha disponha dos itens corretos, com as especificações adequadas, para atender às exigências operativas presentes e futuras, iniciando com pesquisa e desenvolvimento, para novos materiais que se deseja desenvolver, ou pela avaliação, que são processos de testar e comparar itens de material frente a padrões ou requisitos preestabelecidos, verificando sua adequação ao uso. Desde primeiro momento, pode-se inserir também as atividades de especificação, que é a definição precisa das características técnicas de cada material (Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2021).

Segue-se para a inspeção, que consiste em verificar por testes e exames, durante e após a fabricação, de que os materiais entregues correspondem às especificações estabelecidas. Passa-se então à determinação técnica de necessidades, que é a fixação inicial das quantidades de materiais necessárias para apoiar um determinado meio por um período definido (Marinha do Brasil, 2003).

Essa última atividade, para o caso de sobressalentes, resulta na elaboração das listas de dotação, que são conjuntos de sobressalentes e consumíveis que cada navio ou unidade deve manter disponíveis. Dessa forma, a determinação técnica baseia-se na configuração dos equipamentos de cada navio e em fatores como criticidade do componente, probabilidade de falha e requisitos de manutenção. É,

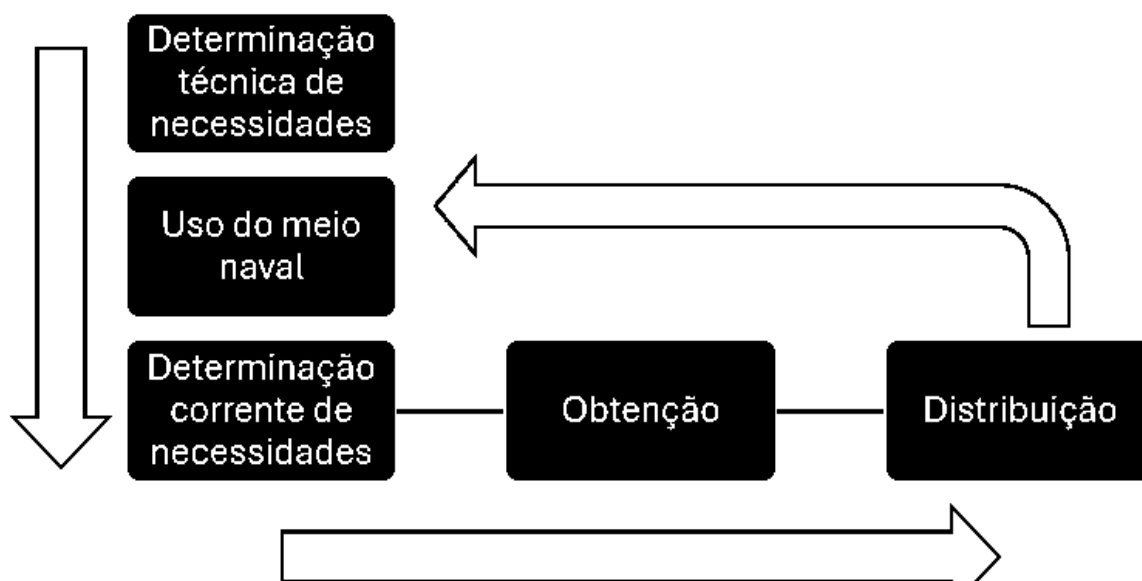
portanto, um cálculo *a priori* das necessidades de peças, usualmente feito quando da introdução de um navio ou sistema novo, para estabelecer sua dotação inicial de material.

Há ainda a orientação técnica, que visa ao estabelecimento de normas e procedimentos para administração e emprego do material, incluindo elaboração de instruções e prestação de assistência técnica. No âmbito de sobressalentes, a orientação técnica fornece diretrizes de como armazenar certas peças (por exemplo, requisitos de conservação), como manuseá-las, e instruções de manutenção que influenciam seu consumo.

Já nas atividades gerenciais aplicam-se a determinação corrente de necessidades, que se vincula à manutenção preditiva e corretiva, ou seja, é avaliada a necessidade de acordo com o uso desses meios, equipamentos e equipagens. Assim sendo, define-se a determinação de necessidades como decorrência de um exame detalhados de planos propostos e os desdobramentos desses em ações e operações previstas. A partir disso, é definindo quais serão as necessidades, quando há necessidade da disponibilidade do meio, em que quantidade, especificação técnica, custo razoável e locais que os itens que suprirão este meio precisarão estar disponíveis. Aqui a palavra de ordem é disponibilidade. Esta primeira fase é basilar pelo seu grau de complexidade por ser os alicerces em que as próximas serão construídas.

Em sequência, a obtenção é a fase em que são identificadas as fontes e tomadas as medidas para a aquisição e a obtenção dos recursos necessários. Para o caso da MB, deve-se levar em consideração os ditames e ritos legais para esta fase, como a lei de licitações. Por fim, a distribuição é o momento em que o “quando” e “onde” entram em cena, pois se consiste a distribuição na eficiência, eficácia e efetividade do fazer chegar ao usuário utilizador do item, aquilo que fora fixado no momento da determinação de necessidades. A fluxograma 1 apresenta a organização dessas fases:

Fluxograma 1 - fases do abastecimento



Fonte: elaborado pelo autor, baseado em Marinha do Brasil, (2003, 2020b); Ministério da Defesa, (2016).

4.5 Políticas de estoque de sobressalentes no SAbM

As políticas de estoque no SAbM obedecem a regra de previsão de demanda fornecida pelo SINGRA, que, em geral, emprega o método das médias móveis para cálculo das necessidades de recomposição de estoque (Felix, 2017). Por outro lado, ao se tratar de gestão de estoques de sobressalentes dois tópicos, interrelacionados, merecem destaque, a saber: dotação de material e níveis de estoque.

De início, o termo dotação refere-se à quantidade preestabelecida de certo material que deve ser mantida para apoio de um meio por um período determinado. No caso de sobressalentes, existem dois tipos de dotação a de bordo e a de base. A primeira se relaciona a que quantidade de sobressalentes o navio deve manter consigo para se autoapoiar durante um período específico de operações, garantindo capacidade orgânica de manutenção e reparo. Essas listas são elaboradas pelos órgãos técnicos com base na importância dos equipamentos do navio e seus históricos de falha, e devem ser periodicamente reajustadas considerando o consumo real (incluindo demandas reprimidas) reportado pelos órgãos de controle, de forma que se um navio tem consumido certas peças mais rapidamente, sua dotação de bordo futura dessas peças deve aumentar, e vice-versa (Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2021).

Já a lista de dotação de base refere-se à relação de sobressalentes a serem mantidos nos Órgãos de Distribuição (depósitos) para recompletar as dotações de bordo e apoiar as manutenções de escalão mais elevado (2º e 3º escalões) durante determinado período. Também é ajustada periodicamente pelos órgãos técnicos conforme a demanda real observada nos navios apoiados. Assim, os depósitos centrais e regionais mantêm estoques-base para repor o que os navios consomem e para fornecer peças nas manutenções mais complexas realizadas em terra (Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2021).

Vale destacar que itens de consumo comum não entram nessas listas de dotação, pois seu limite é dado mais pela capacidade física de tanques, paióis, por limites financeiros disponíveis, tendo por base a previsão de demanda calculada. Já sobressalentes, por serem peças de reposição específicas, seguem essa lógica de dotação planejada.

Os níveis de estoque são parâmetros de gestão, derivados da determinação corrente de necessidades, que indicam limites mínimo, operacional e máximo de estoque para os depósitos de distribuição. São divididos em três níveis: nível mínimo, ou de segurança, operacional e máximo (Marinha do Brasil, 2020b).

O nível mínimo é a quantidade mínima de um item que deve estar em estoque no depósito, abaixo da qual o risco de desabastecimento torna-se inaceitável e é calculado considerando a essencialidade estratégica do item, flutuações excepcionais de demanda e tempo de ressuprimento, sendo o “ponto de alerta” que deve acionar recompletamento do material.

O nível operacional é a quantidade necessária para atender a demanda durante o intervalo entre dois reabastecimentos consecutivos, sendo o estoque que cobre o consumo esperado no *lead time* de ressuprimento.

Por fim, o nível máximo representa a quantidade máxima a ser mantida em estoque, representado pela soma do nível de segurança somado e do. Acima disso, considera-se excesso, portanto o capital imobilizado não se justifica e o sistema não deve abastecer além desse ponto.

Esses níveis são instrumentos básicos de controle de inventário no SAbM, influenciando quando comprar e quando baixar excessos. Devem ser periodicamente

reajustados conforme a demanda real para permanecerem acurados. Em essência, a gestão de sobressalentes equilibra dotações, apontado para o quanto cada navio ou base deve ter para operar eficientemente, e os níveis de estoque, que delinea o quanto manter nos depósitos para recompletar as dotações de bordo, sempre com base nas previsões e nos consumos efetivos (Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2021).

4.6 O SAbM e o macroprocesso de gestão logística de sobressalentes para navios

A gestão logística de sobressalentes para navios envolve um macroprocesso que abrange desde a identificação e catalogação dos itens até o seu suprimento e reposição durante toda a vida útil do meio naval. Para melhor compreender como tal sistemática ocorre, faz-se necessário entender como no SAbM é definido um sobressalente:

É o item de suprimento destinado à eventual substituição de seu similar instalado em equipamento ou unidade, por motivo de extravio, desgaste, avaria ou prevenção de avaria. Quando se tratar de equipamentos ou unidades sobressalentes, deve ser constituída uma "Reserva" ou "Pool", sob o controle do Órgão responsável pela Função Logística "Manutenção" (Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2021, p. 5).

A MB organiza esse macroprocesso por meio de documentação que se desdobram em normas e diretrizes, que em seu cerne é conduzido pelo SAbM, que cobrem assuntos como catalogação, sistemas de informação logística e suprimento de sobressalentes, com o objetivo de padronizar processos (Marinha do Brasil, 2020b).

Para viabilizar essa coordenação em larga escala, o SAbM conta com o apoio de ferramentas de TI como o Sistema de Informações Gerenciais de Abastecimento (SINGRA), um ERP desenvolvido pela própria Marinha que busca integrar o macroprocesso da gestão logística de sobressalentes (Felix, 2017).

Esse sistema unificado permite que navios, depósitos e órgãos centrais compartilhem informações em tempo real sobre demandas, estoques e movimentações de material, agilizando o atendimento das necessidades de manutenção e abastecimento.

O elo que conecta este macroprocesso é a catalogação dos materiais, que funciona como uma linguagem comum entre todos os envolvidos, pois cada sobressalente é catalogado e recebe um código único, denominado número de Estoque muitas vezes associado a um *Nato Stock Number* (NSN), é um código numérico padronizado internacionalmente, desenvolvido pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), para identificar de maneira precisa e inequívoca itens de suprimento utilizados pelas forças militares aliadas, o que facilita a interoperabilidade logística (Bezerra, 2015)

Essa padronização faz com que um mesmo código represente exatamente o mesmo componente, seja a bordo de um navio, em um depósito de ou em compras junto a fornecedores, evitando ambiguidades, de modo que quando surge a necessidade de um reparo, pode-se solicitar pelo sistema exatamente a peça correta, reduzindo erros ou duplicidades (Diretoria de Abastecimento da Marinha, 202x).

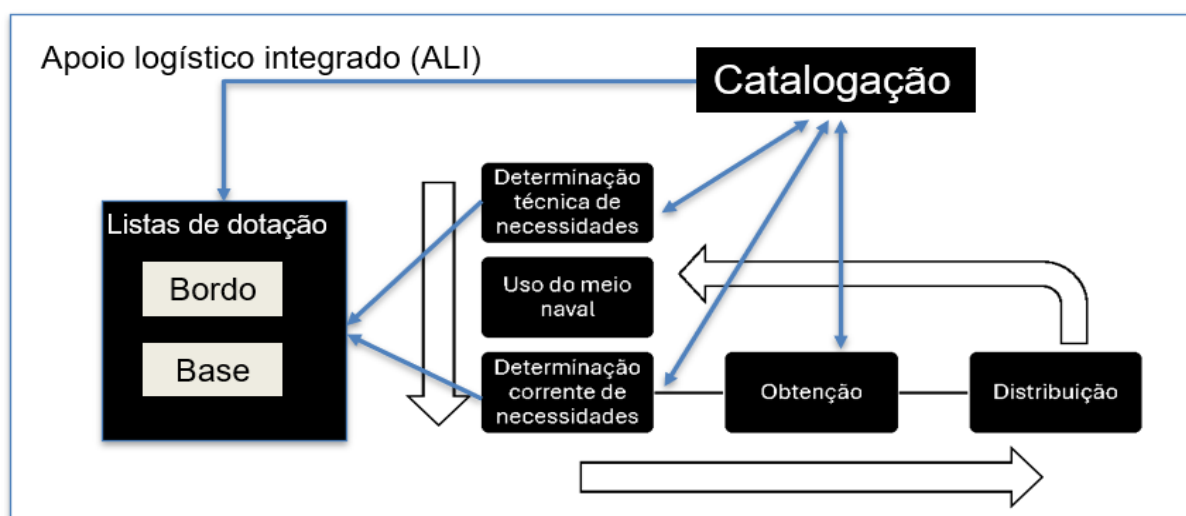
Paralelo à catalogação, a MB incorporou os princípios do Apoio Logístico Integrado (ALI) na gestão de sobressalentes, alinhando o suporte logístico ao ciclo de vida do meio. O ALI consiste em planejar e prover, desde a concepção e aquisição de um navio ou equipamento, todos os recursos de suporte necessários para mantê-lo operacional de forma eficiente e econômica ao longo dos anos, que inclui a definição das peças de reparo, ferramental de manutenção, documentação técnica, treinamento de pessoal e demais elementos logísticos já nas fases iniciais do projeto (Filgueiras, 2019).

Um exemplo da utilização do ALI ocorreu no processo de construção do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira, uma vez que antes mesmo de sua incorporação ao serviço ativo, desenvolveu-se um trabalho conjunto entre os órgãos do SAbM, equipe de recebimento do navio e fabricante para estabelecer as dotações iniciais de sobressalentes de bordo e de base, de modo que se identificasse as peças necessárias para garantir pelo menos dois anos de operação sem falta de suprimentos. Assim, esses sobressalentes foram incluídos no contrato de aquisição do navio, com cláusulas que asseguraram sua entrega até a data de incorporação, de modo que o Vital de Oliveira iniciou sua vida operativa já com estoques completos para cobrir as manutenções programadas nos primeiros anos. Isso concedeu ao SAbM tempo de mobilização antecipada para iniciar os processos

de obtenção e abastecimento desses itens, planejando a reposição futura e o reacompletamento das dotações de bordo e de base (Pimentel, 2020).

Esse caso ilustra bem a filosofia do ALI aliada à gestão do ciclo de vida: desde a concepção de um meio naval são lançadas as bases para seu suporte logístico até a desativação, integrando fabricantes, aquisições e cadeia de suprimentos dentro de um macroprocesso coordenado, conforme a figura 8:

Figura 8 – Catalogação e ALI inseridos nas fases do abastecimento

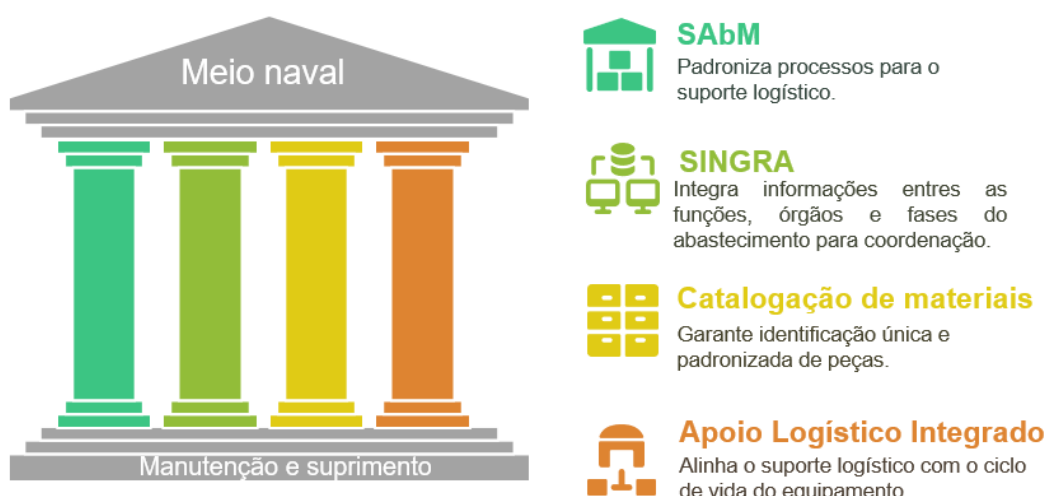


Fonte: elaborado pelo autor

Quando, porém, a aquisição de um meio ocorre por oportunidade, isto é, aproveitando condições favoráveis de mercado ou disponibilidade imediata de equipamentos usados (Ministério da Defesa, 2016), sem planejamento prévio detalhado, surgem dificuldades no processo subsequente de catalogação, dado que muitos desses itens chegam sem documentação técnica adequada ou com documentação deficiente, prejudicando a correta identificação e codificação dos materiais no sistema logístico. Além disso, como o ALI pressupõe um planejamento antecipado e integrado, aquisições oportunas geralmente carecem de uma análise sobre as necessidades futuras de manutenção, treinamento e suporte logístico, comprometendo a disponibilidade futura de sobressalentes críticos (Filgueiras, 2019).

Porém, dentro de uma estrutura conceitual, uma vez que o navio está em serviço, o gerenciamento dos sobressalentes torna-se uma atividade que acompanha o ritmo das operações, manutenções preventivas e corretivas ao longo de todo o ciclo de vida do meio. A figura 9 ilustra tal estrutura:

Figura 9 – Estrutura de apoio logístico de sobressalentes aos meios navais



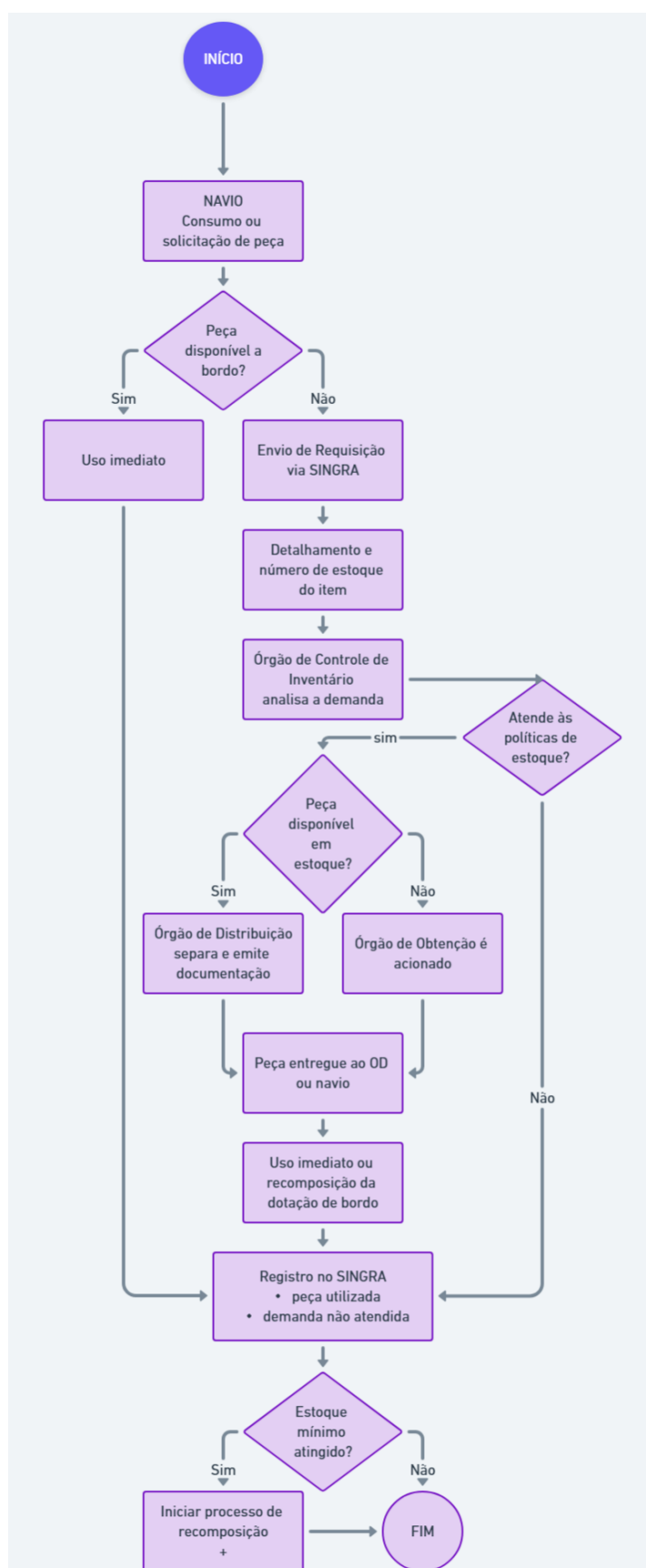
Fonte: elaborado pelo autor

Assim, tendo por base o conhecimento desenvolvido até o momento, pode-se desenhar como o macroprocesso da gestão logística de sobressalentes ocorre, a saber: quando um navio necessita realizar algum tipo de manutenção de 1º ou 2º escalões, ele consumirá uma peça de sua dotação de bordo, ou solicitará a peça ao SAbM, caso não possua. Esse consumo imediato gera uma necessidade de reposição ou aquisição, o que desencadeia o processo de abastecimento. Com o sistema SINGRA, o navio submete uma requisição de material detalhando o item que se deseja utilizar para a manutenção, o que deverá ser obtido, utilizando seu número de estoque para identificação exata.

Quando o item estiver em estoque na dotação de bordo, o navio terá autonomia de utilizá-lo, caso não estiver, a solicitação será analisada pelo Órgão de Controle de Inventário, que pode encontrar o item em estoque em um Depósito, ou solicitará ao Órgão de Obtenção a sua aquisição, de acordo com a disponibilidade financeira. Poderá ocorrer ainda, por decisões diversas, a não aquisição ou disponibilização da peça sobressalente.

Caso seja necessária a aquisição, o item será entregue ou no Órgão de Distribuição ou diretamente ao meio. Se o item consta em estoque, o OD procede ao atendimento: separa a quantidade requerida e emite a documentação de fornecimento. A peça então é transportada até o navio e entregue à equipe de manutenção de bordo, seja para completar a dotação de bordo devido ao sobressalente consumido, seja para consumo imediato. Por fim, o fluxograma 2 apresenta o macroprocesso da gestão logística de sobressalentes dos meios navais:

Fluxograma 2 – macroprocesso de gestão logística de sobressalentes



Fonte: elaborado pelo autor

Essa movimentação, então, é registrada no SINGRA, atualizando os níveis de inventário. Caso a retirada desse item tenha reduzido ao nível mínimo, o próprio sistema ou os gestores de abastecimento podem acionar um processo de obtenção ou a redistribuição do sobressalente a partir de outro estoque, para recompletar as dotações de base e/ou de bordo. O resultado buscado, por fim, é sempre o mesmo: ter o item certo, no lugar certo, na hora certa, a um custo razoável.

4.7 Da norma à realidade: pesquisas empíricas sobre a gestão de sobressalentes no SAbM, dados relevantes e desafios encontrados

A estrutura do SAbM, no que diz respeito à gestão de sobressalentes, embora seja regida por um arcabouço de normas e procedimentos que visam garantir a eficiência e a eficácia do apoio logístico, enfrenta dificuldades no dia a dia de suas operações, tal qual a realidade do ambiente de cadeias de suprimentos. Neste sentido, pesquisas empíricas conduzidas por atores deste sistema, que serão abordados neste tópico, têm se debruçado sobre os desafios concertos, trazendo à luz situações que impactam diretamente a prontidão dos meios.

Assim, por um lado, a estrutura formal do SAbM busca assegurar o fluxo contínuo de suprimentos do ponto de obtenção aos centros consumidores. Na prática, entretanto, a gestão de peças sobressalentes enfrenta diversos problemas que comprometem esse ideal.

Dessa forma, em pesquisa conduzida por Bezerra (2015), apontou-se que os sobressalentes da dotação de bordo das Fragatas da Classe “Niterói” eram na ordem R\$ 61.104.783,53 em estoque imobilizado, totalizando 55.510 itens (SKUs). Isso representava o valor necessário para as manutenções em todos os navios da MB no período de 2 anos. Ainda assim, tais fragatas sofriam problemas de inoperância por ausência de sobressalentes, e, dentre as razões, haviam as de ordem orçamentária. Outro ponto abordado por Félix (2017) em pesquisa empírica foi a alta proporção de itens obsoletos, que representavam mais de 100 mil SKUs, o quais não registraram movimentação nos últimos 10 anos nos estoques. Este fator corroborou para um alto valor imobilizado e no giro estoque de sobressalentes na MB muito baixo, estimado em cerca de 13 anos para um giro completo. Essa situação expõe a dificuldade em prever corretamente a demanda por sobressalentes de navios, já que nem mesmo dotações generosas evitaram todas as faltas (Bezerra, 2015).

Neste ponto, aponta-se que as demandas por sobressalentes na cadeia de suprimentos costumam ser intermitentes, com longos períodos sem movimentação de itens. Dessa forma, foi constatado que 276 dos 402 itens de sobressalentes analisados (68,7%) apresentavam característica de demanda intermitente. Assim, comparou-se o método de previsão em uso no SINGRA com três técnicas consagradas na literatura acadêmica para o tratamento de demanda intermitente: o método de Croston, o método de Amortecimento Exponencial Simples (AES) e a Aproximação de Syntetos-Boylan (SBA). Utilizando uma amostra real de itens de sobressalentes da MB, a pesquisa demonstrou quantitativamente que os métodos SBA e AES apresentaram um desempenho superior ao do modelo vigente no SINGRA. Destaca-se ainda que o método das médias móveis, utilizado no sistema, não é o mais adequado para demandas intermitentes (Fonseca *et al.*, 2020).

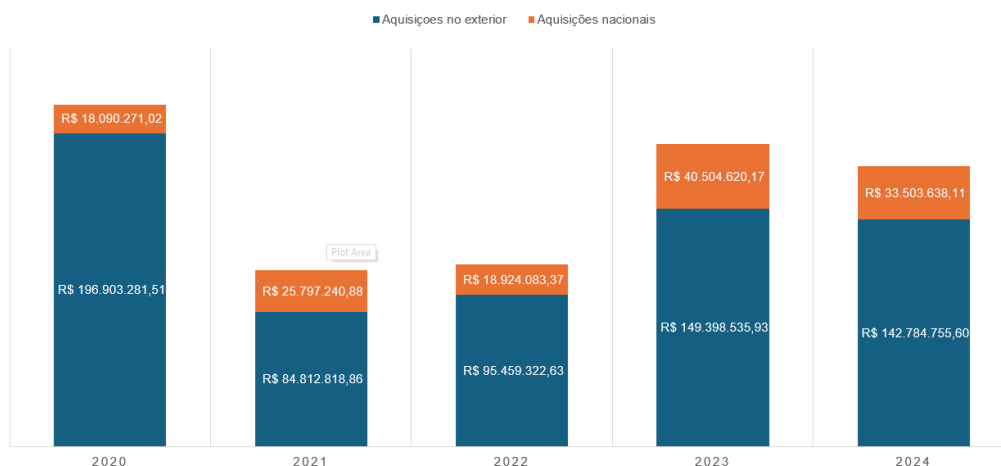
Cabe ressaltar que os achados não são meramente um exercício estatístico, os dados evidenciam que a sistemática normativa de previsão de demanda do SAbM, ao se mostrar menos precisa que alternativas já estabelecidas, contribui diretamente para a geração de desequilíbrios no estoque, resultando em excessos que imobilizam capital e em faltas que podem comprometer a disponibilidade do material e, por conseguinte, a prontidão dos navios.

Diante desses desafios, este autor solicitou acesso aos dados de sobressalentes do SINGRA para os propósitos dessa pesquisa. Verificou-se que o nível de serviço para esta cadeia gira em torno de 27,28% para itens que serão utilizados nas manutenções de 1º e 2º escalões. O nível de serviço representa a porcentagem de atendimento de pedidos realizados pelo sistema que conseguem ser atendidos no período de 30 dias, para sobressalentes nacionais e 60 dias para os internacionais. Bezerra (2015) aponta em sua pesquisa que o tempo médio de entrega de sobressalentes no SAbM é, na verdade, de 6 meses.

Ainda em consulta na base de dados do SINGRA, observou-se que apenas 5,9% das peças sobressalentes são nacionalizadas. Seguindo a análise, foi realizada extração dos gastos com sobressalentes no país e no exterior, por meio da ferramenta Tesouro Gerencial. Os dados foram segregados entre compras no país e no exterior, filtrados por ano. Os valores apontam para aquisições na ordem 17,72% no mercado nacional em relação ao total de sobressalentes, de forma que as aquisições

internacionais superaram 80% do total de compras, conforme apontam as informações do gráfico 4:

Gráfico 4 – Valores gastos com sobressalentes em aquisições no país e no exterior



Fonte: elaborado pelo autor com dados do Tesouro Gerencial

Pontua-se que os dados acima excluem os contratos do *Case FMS*, que são acordos específicos com o governo norte-americano para obtenção de capacidades, os quais incluem fornecimento de sobressalentes. Esses dados não puderam ser coletados pois se caracterizam por rubricas orçamentárias específicas que inviabilizaram a filtragem correta

Em se tratando de obsolescência, que é algo recorrente em navios da Esquadra Brasileira, uma vez que, em pesquisa realizada por esse autor, verificou-se que a idade média desses é de 30,54 anos, a gestão de sobressalentes torna-se ainda mais desafiante, soma-se isso fatores vinculados ao cerceamento tecnológico. Neste sentido, a tabela 1 sintetiza os dados levantados:

Tabela 1- Dados sobre os meios da esquadra brasileira

Dados	Valores
Idade média	30,54
Mediana idade	27,54
Meios de origem nacional	45,45%
Índice de peças nacionais	5,90%
Nível de Serviço do SAbM	27,28%

Fonte: elaborado pelo autor

As situações destacadas traduzem o que este pesquisador tem observado ao longo de sua carreira na MB, tanto embarcado em navios, quanto exercendo suas atividades profissionais no SAbM. As tripulações e equipes de manutenção acabam

por desenvolver “soluções caseiras”, o que no linguajar da profissão é chamado de “safa a onça”, para contornar os desafios do SAbM. Realiza-se, assim, compras descentralizadas e fora dos canais oficiais, ou canibalizando peças de outros equipamentos, a fim de obter rapidamente o item necessário. Essas alternativas paralelas, embora compreensíveis no contexto de pressão por disponibilidade, acabam distorcendo os dados de demanda, podendo aumentar os custos e resultar na aquisição de itens não homologados ou de procedência duvidosa, introduzindo riscos à confiabilidade dos meios navais.

4.8 E a Logística Reversa?

Chegando ao final da análise deste capítulo, verificou-se que o SAbM, em seu objetivo, ao menos normativamente, não abarca as atividades de LR, uma vez que o fluxo enunciado se restringe apenas no sentido direto (fontes de obtenção até centros consumidores). A principal preocupação é que o material chegue aonde se houver necessário, preocupação precípua quando se fala em disponibilidade dos meios navais, entretanto, de antemão, pode-se afirmar que o fluxo reverso também contribuiria para tal disponibilidade.

Avançando a análise de todo documental também não se verificaram processos desenhados no escopo da cadeia logística de sobressalentes, a presença da LR ou sua utilização.

Ocorre que na gestão de sobressalentes, a substituição dessas peças em equipamentos traz consigo uma outra peça, aquela que foi substituída, que se faz necessário apontar a sua destinação. Esse é um dos exemplos de aplicação da LR na possível resolução de um problema, pois se pode verificar opções de reuso, remanufatura ou de destinação final adequada, que neste momento, pelo menos do ponto de vista documental, não está definido.

Assim, observou-se a necessidade de realizar levantamentos mais aprofundados acerca da LR na cadeia logística de sobressalentes. Entendeu-se como possibilidade a utilização de instrumento de avaliação de nível de maturidade em LR dentro de uma cadeia específico, de forma que isto foi desenvolvido no capítulo que se segue.

5. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE EM LR DO SAbM

O presente capítulo visa a cumprir o OE 3 – avaliar o nível de maturidade em LR da cadeia de sobressalentes da MB. Neste sentido, a literatura sobre gestão da cadeia de suprimentos de peças de reposição tem identificado a necessidade de desenvolver *frameworks* de medição de desempenho, dentre eles, estruturas de avaliação de maturidade organizacional, da mesma forma que o campo da LR tem percebido tal necessidade (Kulshrestha, Agrawal e Shree, 2024).

Os modelos de maturidade do campo da LR têm como características serem descritivos e adaptados a realidades específicas, para medir os níveis de maturidade de aspectos desta área, conforme o que se deseja analisar. Além disso, adaptam-se modelos pré-existentes ou definem-se novos modelos, a partir de realidades organizacionais (Peña-Montoya *et al.*, 2020).

Dessa forma, modelos de mensuração de maturidade em LR são utilizados e adaptados em diversas áreas, tais como em Yuliawati *et al.* (2020), que apresentam um *framework* para medir o desempenho da LR de uma empresa de remanufatura usando o Modelo de Maturidade de Capacidade, ou como em Chileshe; Rameezdeen; Hosseini (2016), os quais investigam fatores que impulsionam a adoção da LR na indústria da construção. Ramos; Gomes; Barbosa-Póvoa (2014) medem a maturidade da LR a partir do equilíbrio entre custos e preocupações socioambientais no planejamento de um sistema de LR sustentável.

Portanto, a literatura, tanto sobre gestão da cadeia de suprimentos de peças sobressalentes, quanto de LR, apresentam a necessidade de *frameworks* para medir desempenho, incluindo estruturas de avaliação de maturidade organizacional em LR, sendo que para desenvolver um modelo de maturidade de LR aplicável ao SAbM, realizou-se uma revisão bibliográfica estruturada.

5.1 Validação do questionário

Uma vez que o questionário fora adaptado, antes de sua aplicação, passou-se a realizar um processo de validação com especialistas da MB, em três rodadas sucessivas. Na primeira rodada, o instrumento preliminar foi apresentado a três Oficiais com experiência em logística de sobressalentes, para avaliação de clareza, relevância e cobertura dos itens. As sugestões resultaram em ajustes na redação das

perguntas e opções de resposta, garantindo que a terminologia estivesse adequada ao contexto da MB. Em uma segunda rodada, uma versão revisada foi submetida a outro grupo de mais dois especialistas, a fim de verificar a consistência das interpretações e a adequação das dimensões avaliadas. Nessa etapa, foram discutidos o escopo de cada questão, evitando sobreposições ou lacunas entre elas. Por fim, em uma terceira rodada, o questionário foi aplicado em um piloto com representantes do público-alvo, adicionados os cinco especialistas.

Esse piloto serviu para confirmar o tempo de preenchimento, que foi estabelecido em cerca de 10 minutos e identificar quaisquer dificuldades remanescentes de compreensão. As contribuições dos especialistas ao longo dessas três fases garantiram a validade de conteúdo do instrumento, isto é, que as perguntas de fato refletem os constructos de maturidade em LR pretendidos, e a sua adequação contextual à realidade do SAbM.

O modelo estabelecido, então, passou a um processo de submissão, em termos éticos aos principais atores da cadeia logística de sobressalentes, processo esse que se iniciou com a aprovação pela Superintendência de Pós-Graduação da Escola de Guerra Naval, na qual o PPGEM está inserido. Após isso, o questionário foi aprovado pelo Chefe do Órgão de Superintendência do SAbM, que é o Sr. Secretário Geral da Marinha e pelo Chefe do Órgão de Supervisão-Geral do SAbM, o Sr. Chefe do Estado-Maior da Armada.

5.2 Público-alvo e coleta de dados

O público-alvo da pesquisa foi composta por Oficiais da MB que exerciam funções em diferentes elos da cadeia logística de sobressalentes. Foram distribuídos 222 convites para participação, por e-mail, obtendo-se 41 respostas válidas, o que representa uma taxa de resposta de 18,47%.

Este número de respondentes é considerado satisfatório dado o nicho específico do público e a natureza voluntária da participação. Não houve indicativo de vieses de não-resposta, uma vez que os respondentes englobam diferentes tipos de OM dentro da estrutura logística da MB, só não havendo respondentes de Diretorias Especializadas. Tal diversidade confere representatividade às percepções levantadas sobre a maturidade da LR ao longo de toda a cadeia de suprimentos de sobressalentes.

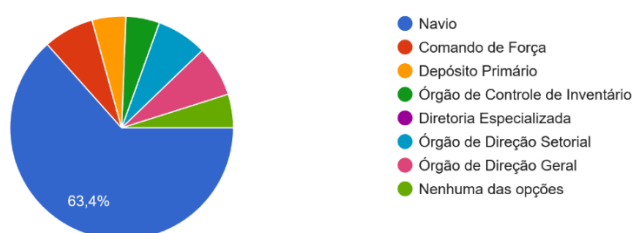
Além disso, a participação foi voluntária e anônima, garantindo a confidencialidade das respostas, conforme explicitado no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no início do questionário. Por se tratar de pesquisa conduzida no âmbito de uma Força Armada, deixou-se apontado que as respostas refletiam apenas a opinião dos respondentes, não caracterizando afronta à hierarquia e disciplina, que são pilares das Forças Armadas.

Para garantir que se responderia apenas uma vez, o respondente necessitou apresentar um e-mail do google, para garantir uma resposta única. Como forma adicional dessa garantia e como mecanismo de transparência, as respostas do questionário eram direcionadas, tão logo concluído, ao e-mail do respondente. Utilizou-se o *google forms* como ferramenta de formulário para coleta de dados. As respostas foram extraídas para uma planilha e os dados analisados.

A predominância foi de respondentes lotados em navios da Esquadra (63,4%), reflete, por um lado, o fato de mais de 50% dos e-mails enviados serem para este público, pois eram, de fato, em maior número. Por outro lado, embora representem o elo final da cadeia de suprimentos, isto confere uma perspectiva privilegiada e relevante à presente análise, vez que se caracterizam como os "clientes" do SAbM e, simultaneamente, o ponto de origem para o fluxo reverso de sobressalentes. O gráfico 5 apresenta o perfil, por tipo de OM, dos respondentes:

Gráfico 5 – Porcentagem do tipo de OM por respondente

41 respostas



Notas:

Comando de força – 7,3%
 Depósito Primário – 4,9%
 Órgão de Controle de Inventário – 4,9%
 Diretoria Especializada – 0 %
 Órgão de Direção Setorial – 7,3%
 Órgão de Direção Geral – 7,3%
 Nenhuma das opções – 4,9%

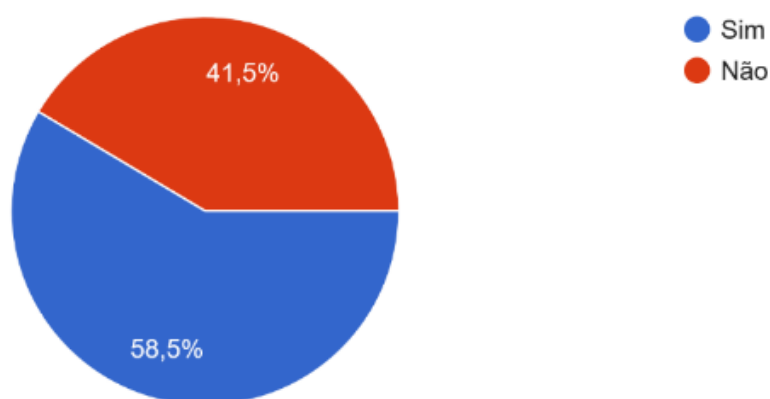
Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com as respostas do questionário

Assim, a percepção majoritária do grupo de respondentes que são de navios reflete de maneira direta as possíveis deficiências dos macroprocessos de ponta a

ponta, pois são os navios que experienciam os impactos diretos de uma cadeia integrada ou fragmentada, sentindo os efeitos de processos de retorno ineficientes, da falta de sincronização no planejamento ou da ausência de políticas claras. Portanto, a visão destes respondentes tem cunho validatório acerca do diagnóstico estabelecido, sob a ótica do usuário final, além de conferir um retrato fidedigno e pragmático da maturidade da cadeia, alinhando-se à teoria de *stakeholders* que fundamenta o modelo de Janse, Schuur e Brito (2010).

Outro dado importante, vinculado ao público-alvo é que apenas 58,5% dos respondentes afirmaram possuir conhecimento prévio sobre LR e sua aplicação específica em sobressalentes para navios, indicando uma lacuna de compreensão e conhecimento do conceito entre os profissionais diretamente envolvidos na gestão logística da MB. O gráfico 6 apresenta essa perspectiva:

Gráfico 6 – Conhecimento prévio sobre logística reversa de sobressalentes para navios



Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com as respostas do questionário

Para os que afirmaram não ter conhecimento prévio sobre o assunto, foi apresentada uma definição de LR, para que o respondente se situasse na temática. A definição contida no questionário era a seguinte: logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais, produtos e informações, do ponto de consumo ao ponto de origem, para recuperar, reciclar ou descartar de forma adequada itens componentes de equipamentos, além do próprio equipamento durante todo o seu ciclo de vida. Tal definição fora construída, a partir do conteúdo teórico desenvolvido nesta tese.

Analisando o cenário, pode-se observar um baixo nível de conscientização organizacional sobre a LR, o que pode estar diretamente alinhado aos baixos níveis de maturidade identificados no estudo. Essa percepção limitada dificulta iniciativas mais integradas de implementação da LR. Desse modo, sugere-se que futuras ações de capacitação e sensibilização sejam realizadas para ampliar a compreensão e adesão dos Oficiais envolvidos, aumentando o potencial de melhorias reais nos processos logísticos da MB.

5.3 Apresentação do questionário e resultados

O questionário enviado para os respondentes encontra-se no anexo A, além disso, quadro 16 apresenta o resumo das perguntas do questionário:

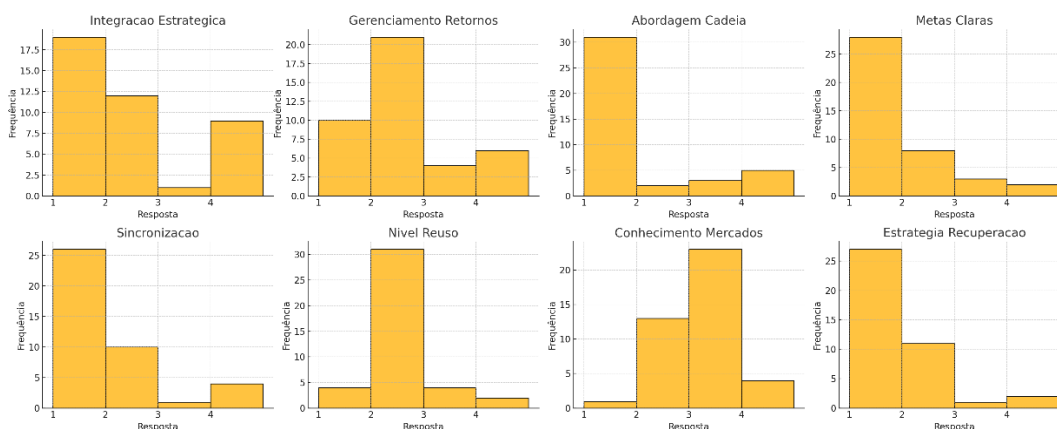
Quadro 15 – Áreas, dimensões e perguntas do questionário

Áreas	Dimensões	Pergunta
Estratégia de Negócio	Q1 - Integração Estratégica	Como ocorre a integração estratégica da logística reversa na cadeia de suprimentos de sobressalentes para navios (SAbM)?
Gestão da cadeia de suprimentos reversa e o estabelecimento de metas	Q2 - Gerenciamento de Retornos	De que forma o gerenciamento da logística reversa engloba o processo de retorno de sobressalentes?
	Q3 - Abordagem da Cadeia	Qual abordagem utilizada da cadeia de suprimentos em relação ao gerenciamento do retorno dos sobressalentes?
	Q4 - Metas Claras de LR	Como a existência de metas claras de logística reversa é tratada nos processos da cadeia de sobressalentes?
Gestão de sobressalentes	Q5 - Sincronização	Como ocorre a sincronização do planejamento de sobressalentes em relação ao retorno dessas peças na cadeia de suprimentos?
Mercados secundários e processos de reuso	Q6 - Conhecimento de Mercados	Qual o conhecimento sobre mercados secundários / paralelos / alternativos?
	Q7 - Nível de Reuso	Qual o nível de reuso de sobressalentes excedentes?
Recuperação (remanufatura) de sobressalentes	Q8 - Estratégia de Recuperação	Como está estruturada a estratégia de recuperação de equipamentos/equipagens?

Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com o questionário

Os resultados do questionário estão apresentados, inicialmente, pelo gráfico 7, que apresenta, a quantidade de respostas atribuídas (1 a 4) por pergunta

Gráfico 7 – Respostas do questionário



n=41 – escala: de 1 a 4

Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com as respostas do questionário

Importa ressaltar que o modelo do qual o presente questionário se baseou possui cunho qualitativo, entretanto, como forma de auxílio à análise, e não como uma forma de característica intrínseca e determinística do questionário, foram utilizadas algumas ferramentas estatísticas como auxílio à análise. A tabela 2 apresenta alguns resultados, por meio de estatística descritiva:

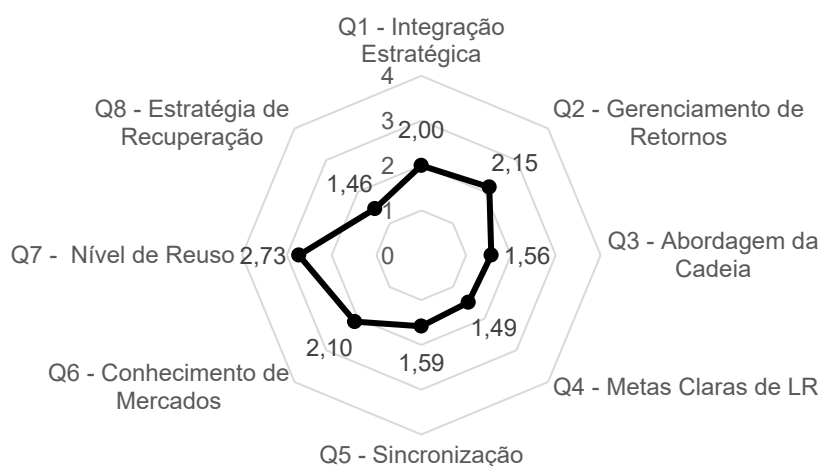
Tabela 2 – Resultados por dimensão

Dimensão	n	Média	Mediana	Desv. Padrão	Mín.	Máx.
Integração Estratégica	41	2,00	2	1,18	1	4
Gerenciamento de Retornos		2,15	2	0,96		
Abordagem da Cadeia		1,56	1	1,07		
Metas Claras de LR		1,49	1	0,84		
Sincronização		1,59	1	0,95		
Nível de Reuso		2,73	2	0,62		
Conhecimento de Mercados		2,1	3	0,67		
Estratégia de Recuperação		1,46	1	0,78		

Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com as respostas do questionário

Seguindo a lógica do modelo Janse, Schuur e Brito (2010), apresenta-se o gráfico radar (gráfico 8) das respostas consolidadas do questionário, como forma ilustrativa das respostas e da visualização geral do nível de maturidade em LR da cadeia de sobressalentes:

Gráfico 8 – Representação *spider chart* do resultado por dimensão



n=41 – escala: de 1 a 4

Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com as respostas do questionário

Percebe-se, pelo gráfico, que o maior destaque positivo ocorre na dimensão "Nível de Reuso" (2,73), evidenciando um relativo conhecimento sobre reaproveitamento. Por outro lado, as dimensões "Metas Claras de LR" (1,49) e "Estratégia de Recuperação" (1,46) surgem como as mais deficitárias, sugerindo ausência de planejamento estratégico estruturado e políticas claras de remanufatura e reaproveitamento. Esses resultados reiteram achados anteriores do estudo, ainda faltam diretrizes, integração estratégica e processos formalizados para avançar rumo a uma maturidade logística mais elevada e consistente na organização.

5.4 Análise estatística

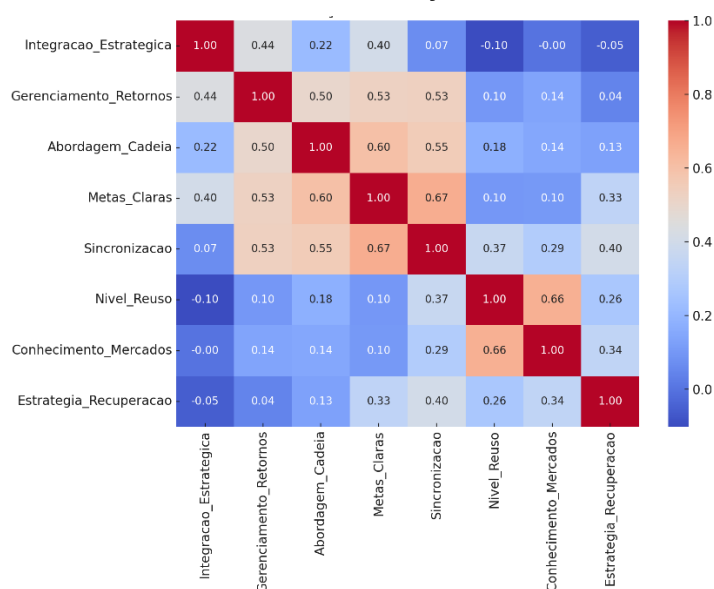
É importante, de início, apresentar o ferramental utilizado para os cálculos e visualizações gráficas deste tópico. Todos foram feitos por meio da linguagem de programação Python, e suas bibliotecas específicas para cada caso. Assim, para a realização da estatística descritiva, foi utilizada a biblioteca pandas. Para o cálculo do Alfa de Cronbach, foi estabelecido um cálculo manual com uso das bibliotecas pandas e o numpy. Por fim, o cálculo da matriz de correlação ocorreu por meio da biblioteca pandas. Já as visualizações gráficas dos dados foram feitas por meio das bibliotecas matplotlib e seaborn.

Passando para análise em si e antes de aprofundar nos resultados por dimensão, avaliou-se a confiabilidade interna do questionário, por meio do cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach, que foi de 0,75, indicando uma boa consistência interna global. Esse valor sugere que as oito dimensões avaliadas guardam relação entre

si e conseguem, em conjunto, captar um constructo subjacente comum, que neste é a mensuração do nível de maturidade em LR, de forma homogênea. Considera-se aceitável um alfa em torno de 0,7 para estudos exploratórios, podendo um mínimo de 0,6 ser tolerado em pesquisas piloto. Na literatura, classificações típicas situam alfas de 0,60–0,75 como consistência moderada, e valores acima de 0,75 já como alta (até 0,90). Portanto, o resultado de 0,75 posiciona o instrumento no limiar entre moderado/alto, atendendo aos critérios de confiabilidade para prosseguir com análises estatísticas (Hora, Monteiro e Arica, 2010).

Examinou-se, após isso, a matriz de correlação entre as oito dimensões avaliadas, uma vez que as correlações de Pearson ajudam a identificar quais aspectos da maturidade evoluem em conjunto, evidenciando possíveis sinergias. Conforme o gráfico 9, de modo geral, as dimensões apresentaram correlações positivas, coerentes com a ideia de um constructo único de maturidade. A matriz de correlação entre as dimensões de maturidade permite, portanto, identificar como diferentes aspectos avaliados no questionário se relacionam entre si, ou seja, como uma dimensão influencia ou se associa à outra.

Gráfico 9 – Matriz de correlação entre as dimensões do questionário



Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com as respostas do questionário

A correlação varia entre -1 e +1, sendo que valores próximos a +1 indicam que as variáveis caminham juntas. Isto é quando uma aumenta, a outra também aumenta, valores próximos a -1 indicam que as variáveis têm comportamento inverso,

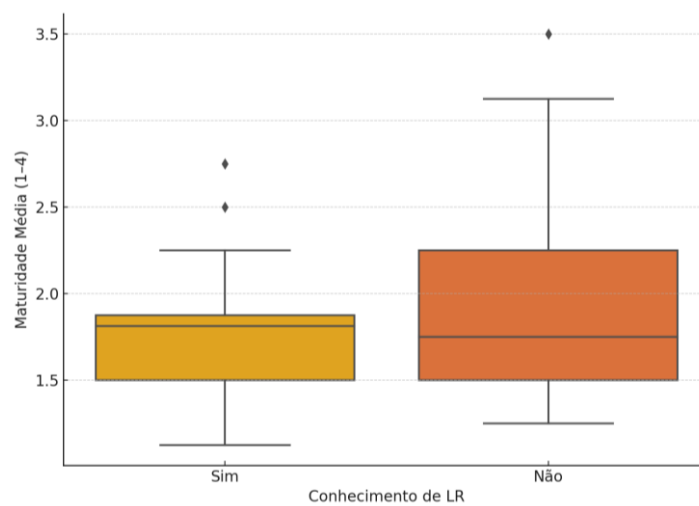
e valores próximos a 0 indicam pouca ou nenhuma relação (Araujo, Santo e Gomes, 2019)

No caso analisado, destacam-se três correlações positivas significativas: entre "Metas Claras" e "Sincronização do Planejamento" (0,67), entre "Metas Claras" e "Abordagem da Cadeia" (0,60), e entre "Conhecimento sobre Mercados Secundários" e "Nível de Reuso" (0,66). Essas relações sugerem, respectivamente, que unidades com objetivos definidos são mais capazes de planejar os fluxos reversos, que uma abordagem integrada está associada à definição clara de objetivos, e que o conhecimento sobre mercados alternativos favorece práticas efetivas de reaproveitamento dos sobressalentes.

Entretanto, os valores baixos das médias desses itens, indicado para um sistema geral de maturidade entre imaturo e simples, apontam para problemas em que um desafio de uma dimensão impacta em outra questão, relações que, podem ser impulsionadas com melhorias de metas claras, pois impactariam na sincronização e na forma que a abordagem de LR é realizada na cadeia de sobressalentes. Da mesma forma, o aumento do conhecimento de mercados secundários, favoreceria o nível de reuso de sobressalentes.

Segue-se a análise do *boxplot*, conforme o gráfico 10, o qual mostra que quem afirma conhecer LR tende a avaliar de forma um pouco mais baixa e homogênea a maturidade, enquanto quem afirma não conhecer LR atribui pontuações medianamente mais altas e dispersas, indicando avaliações menos críticas ou menos fundamentadas.

Gráfico 10 – *Boxplot* de avaliação de maturidade a partir do conhecimento de LR



Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com as respostas do questionário

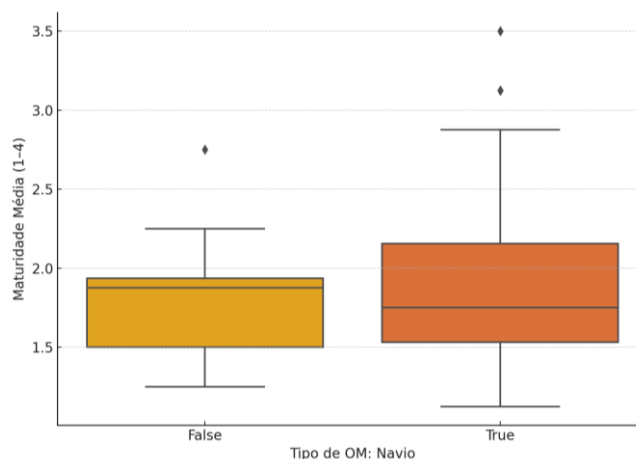
Nota-se que aqueles que afirmam possuir conhecimento sobre LR manifestam médias mais baixas e uma dispersão reduzida em suas avaliações, sugerindo uma postura analítica mais crítica e homogênea diante dos processos da organização. Esse grupo, provavelmente, mais familiarizado com o conceito de LR consegue visualizar os desafios e as exigências da cadeia de sobressalentes sob essa ótica, apontando mais propensão a reconhecer lacunas estruturais.

Por outro lado, o grupo de respondentes que afirma não conhecer formalmente o conceito de LR exhibe avaliações mais altas e notadamente mais dispersas, incluindo alguns *outliers* positivos. Essa amplitude, aliada à tendência de avaliações elevadas, pode ser interpretada à luz da ausência de parâmetros conceituais, no qual é comum que os respondentes atribuam notas otimistas às práticas estabelecidas, por vezes subestimando as complexidades envolvidas ou ignorando nuances metodológicas. Trata-se, em certo grau, de um viés de autoconfiança, ou mesmo de desconhecimento crítico, que pode mascarar fragilidades institucionais.

A disparidade na forma de autoavaliação demonstra que, enquanto o conhecimento técnico atua como catalisador de autocrítica e de identificação de oportunidades de aprimoramento, sua ausência tende a perpetuar as práticas já existentes.

O próximo ponto de análise caminha no sentido de visualizar as diferenças gerais de respostas entre militares que servem em navios, em relação aos demais grupos organizacionais, na tentativa de se ter um olhar comparativo entre o nível operacional e os demais níveis na cadeia de sobressalentes, respectivamente.

Gráfico 11 – *Boxplot* de avaliação de maturidade entre “navio” e demais grupos



Fonte: elaborado pelo autor, de acordo com as respostas do questionário

Observa-se, por meio das respostas ao questionário aplicado, que os Oficiais embarcados nos navios apresentam uma percepção de maturidade ligeiramente superior àquela manifestada por respondentes das OM em níveis táticos e estratégicos. Essa constatação sugere que os profissionais em unidades operacionais, por enfrentarem limitações inerentes ao contexto marítimo, como espaço reduzido para armazenagem, maior distância física dos fornecedores e dificuldade de reposição imediata dos sobressalentes, desenvolvem uma consciência mais pragmática sobre a importância dos processos de retorno e reaproveitamento de sobressalentes. Para estes, as consequências práticas da baixa maturidade em LR são vivenciadas diretamente no cotidiano operacional, traduzindo-se em uma percepção naturalmente mais crítica e proativa quanto à necessidade de utilização desses processos, ainda que eles não estejam estruturados em nível organizacional.

Por outro lado, as OM situadas nos níveis táticos e estratégicos da cadeia de suprimentos, operando em contextos de apoio aos meios navais, tendem a avaliar sua maturidade de forma relativamente mais baixa. Esse resultado não necessariamente significa uma maturidade objetiva inferior, mas pode revelar uma menor percepção da urgência e relevância prática da LR nos níveis superiores da cadeia logística, onde os efeitos da ausência de processos estruturados não são tão imediatos nem diretamente sentidos pelos respondentes.

A questão, então, reside na detecção do questionário do baixo nível de maturidade em LR e as condições para alteração deste nível recair sobre as instâncias táticas e estratégicas, uma vez que são posições adequadas para a implementação institucional de práticas e processos de LR. Esses respondentes, em específico, visualizam mais negativamente o nível de maturidade em relação àqueles vinculados a navios. Logo, possuem uma visão mais crítica da temática, sendo que, todavia, são menos afetados pela falta de processos estabelecidos e por isso podem não se sensibilizar em mudanças.

5.5 Discussão dos resultados por dimensão de maturidade

Os resultados evidenciam um quadro geral de baixa maturidade, com várias dimensões situando-se próximas ao nível 1. As principais fragilidades identificadas, por meio de médias abaixo de 1,6 e maioria absoluta dos respondentes no nível mínimo, concentram-se em: abordagem da cadeia logística reversa (Q3), definição de

metas de LR (Q4), sincronização do planejamento de retornos (Q5) e estratégia de recuperação de sobressalentes (Q8). Já a maior maturidade observada foi no conhecimento de mercados secundários (Q6), com média 2,73 e nenhum respondente indicando total desconhecimento, apontando por parte dos gestores conhecimento da existência de canais alternativos na cadeia logística de sobressalentes. A seguir, discute-se em detalhe cada dimensão, relacionando os achados empíricos com o modelo de Janse, Schuur e Brito (2010) e identificando gargalos e oportunidades de melhoria. O agrupamento das explicações por questões se deu pela facilitação no desenvolvimento lógico dos resultados.

5.5.1 Integração estratégica e gerenciamento de retornos (Q1 e Q2)

A Integração da LR à estratégia de suprimentos (Q1) obteve média 2,00. Cerca de 46% dos respondentes marcaram o nível mais baixo de LR apenas como complemento e apenas 9 oficiais indicaram o nível mais alto, de forma que se observa que a LR tem se encontrado como atividade marginal, não incorporada plenamente no macroprocesso da cadeia de suprimentos. Segundo o modelo de Janse, Schuur e Brito (2010), esse cenário corresponde aos níveis iniciais de maturidade (nível 1–*imaturato* ou nível 2–*básico*), nos quais a LR é secundária ou reativa na organização, o que leva à baixa priorização estratégica, e ausência de políticas claras. Conforme já apontado no capítulo anterior, faltam diretrizes formais na MB e a LR não é tratada como processo de negócio central, mas sim de forma fragmentada e eventual, o que limita sua efetividade e priorização.

A falta de prioridade estratégica reflete-se na percepção limitada de valor no gerenciamento dos retornos (Q2). Embora a média desse item tenha sido um pouco maior (2,15), predominam respostas nos níveis 1–2. Desses, 24% visualizam que a cadeia de sobressalentes trata os retornos apenas como custo a minimizar, descartando itens excedentes (nível 1), porém, 51% admitiram a importância dos retornos, mas “sem saber lidar com eles” (nível 2). Somente 6 oficiais (~15%) atribuíram o nível 4, apontando a LR como processo estratégico com resultados positivos. Essa distribuição aponta que os sobressalentes retornados acabam sendo tratados como passivo, com possíveis problemas de descarte, e não como ativo potencial. A MB carece, portanto, de uma visão estratégica dos retornos, lacuna que dificulta uma implementação sistêmica de LR. Além disso, sem respaldo do alto nível organizacional, iniciativas isoladas dificilmente ganharão escala ou permanência.

5.5.2 Definição de metas claras e sincronização (Q4 e Q5)

As dimensões de definição de metas claras para LR (Q4) e sincronização do planejamento de sobressalentes com os retornos (Q5) apresentaram desempenhos muito baixos, denotando a ausência de um planejamento e controle estruturado da LR. A existência de metas de LR (Q4) teve média de 1,49, com 68% dos respondentes declarando que não há metas estabelecidas (nível 1) em suas OM e nenhum indicador de desempenho de retornos. Apenas 2 participantes (5%) reportaram a presença de metas integradas cobrindo todos os processos de devolução (nível 4). Ou seja, predomina um cenário sem metas ou indicadores formais, coerente com a ausência de política estratégica já mencionada. No modelo de Janse, Shcuur e Brito (2010), o nível 1 caracteriza-se justamente pela falta de objetivos formais para RL. A carência de metas tangíveis implica que a LR não é acompanhada como um processo de gestão das unidades.

Por sua vez, a organização da gestão de sobressalentes considerando a sincronização dos retornos (Q5) obteve média 1,59, igualmente baixa. 63% dos respondentes apontaram que nenhuma previsão de retorno é incorporada ao planejamento de suprimentos (nível 1), e apenas 5 pessoas (12%) relataram práticas avançadas de prever e sincronizar devoluções (níveis 3 ou 4). Dessa forma, observa-se que o fluxo reverso não é integrado ao planejamento logístico, de maneira que compras e estoques são dimensionados desconsiderando a existência de peças retornáveis. No extremo oposto, conforme Janse, Shcuur e Brito (2010), um alto nível de maturidade envolveria planejamento sincronizado de demandas e devoluções em toda a cadeia. A lacuna de planejamento identificada alinha-se, inclusive, à barreira B5 citada pelos autores, na qual a falta de previsões incluindo a LR dificulta o planejamento estratégico e operacional da cadeia.

Conforme já citado, há correlação forte entre ter metas estabelecidas e integrar previsões de retorno (0,67). Ou seja, metas e planejamento caminham juntos neste caso. Esse ponto mostra a necessidade de institucionalizar ambos simultaneamente, de maneira que ao se implementar metas de LR, deve-se também rever os sistemas de informação e processos de suprimentos para incluir os retornos.

5.5.3 Abordagem adotada ao longo da cadeia de sobressalentes (Q3)

A dimensão abordagem adotada ao longo da cadeia de suprimentos para os retornos (Q3) expressou uma postura altamente fragmentada e não integrada, com média de resposta em 1,56. Como já apontado, 76% dos respondentes percebem que cada elo gerencia os itens devolvidos de forma isolada e pontual (nível 1), sem um processo padronizado ou coordenação interfuncional. Apenas 12% indicaram uma abordagem “abrangente da cadeia de suprimentos” (nível 4) na LR. Predomina, assim, a visão de que não existe um fluxo reverso unificado na MB, sendo que cada OM cuida de seus retornos localmente, com critérios próprios.

No questionário, o estágio inicial é caracterizado justamente por abordagens isoladas em “silos”, sendo uma consequência direta dessa estrutura fragmentada a falta de sinergia e visibilidade na LR. Assim, um navio pode descartar ou estocar um item excedente sem comunicar depósitos ou setores de suprimento, sendo que poderá ter necessidade deste sobressalente em outro local e isso gera gargalos como duplicação de esforços, informações desconexas e oportunidades de reutilização perdidas.

Sob a ótica do modelo teórico de Janse, Shcuur e Brito (2010), a MB carece de importantes facilitadores de maturidade, como parcerias estratégicas e colaboração interdepartamental, identificado no modelo como catalisadores de abordagens holísticas (facilitador F2). Não foram observados, dessa forma, acordos formais nem plataformas integradas para tratar devoluções entre as OM. Vale ressaltar que integração de cadeia, em níveis avançados, envolve também parcerias externas, como fornecedores, outras Forças, mercados secundários, entretanto, os dados do questionário sugerem que tais parcerias não estejam em vigor.

5.5.4 Mercados secundários, reuso e recuperação (Q6, Q7 e Q8)

Nesta frente, os resultados também mostram maturidade do tipo simples, porém com alguns elementos mais bem desenvolvidos que outros. Um ponto relativamente favorável é o conhecimento sobre mercados secundários (Q6). A média foi 2,73, a mais alta do questionário, e 56% dos respondentes (23 pessoas) indicaram nível 3, ou seja, utilizam informações de mercados alternativos nos processos de retorno. Outros 32% (13 pessoas) ao menos reconhecem e possuem disponível tal conhecimento (nível 2). Em contrapartida, nenhum respondente marcou total desconhecimento (nível 1) dessa temática. Esses dados implicam que,

conceitualmente, boa parte dos respondentes já possui ciência de canais alternativos de destinação para sobressalentes. Trata-se de uma informação importante: saber que existem opções além do descarte puro e simples.

No modelo de Janse, Shcuur e Brito (2010), níveis elevados de maturidade pressupõem justamente domínio de mercados de secundários para maximizar valor residual. A MB demonstra, nesse quesito, pelo menos um patamar intermediário de consciência.

Entretanto, a tradução do conhecimento em prática efetiva de reaproveitamento ainda é tímida, uma vez que o nível de reuso de sobressalentes excedentes (Q7) teve média apenas 2,10. A maioria (76% ou 31 respondentes) situou-se no nível 2, que corresponde a práticas limitadas de reuso, tal qual a canibalização interna de equipamentos para retirar peças úteis. De fato, essa parece ser a destinação mais comum dos excedentes sem defeito: desmontá-los para aproveitar algumas partes em outras manutenções. Em contraste, poucos indicaram esforços mais amplos de remanufatura ou revenda: somente 10% (4 pessoas) mencionaram identificar mercados secundários externos para esses produtos (nível 3), e apenas 5% (2 pessoas) declararam buscar mercados consumidores primários para equipamentos excedentes (nível 4).

Esse contraste, que muitos sabem das oportunidades de mercado, mas poucos as concretizam além da canibalização básica, sugere a presença de barreiras que impedem a MB de converter conhecimento em ação. Possivelmente, há restrições normativas, como a venda de patrimônio público rodeada por burocracia estatal, falta de processos logísticos para alienação de materiais, ou simplesmente ausência de incentivos e diretrizes para tais práticas.

A última vertente a ser analisada é a estratégia de recuperação (remanufatura) de sobressalentes (Q8). Aqui os dados revelam um grande hiato, pois 66% (27 respondentes) afirmam não haver uma estratégia estruturada de recuperação de equipamentos (nível 1), e outros 27% (11 respondentes) indicam apenas uma estratégia básica, caso a caso, guiada pela viabilidade econômica/técnica (nível 2). Somente 3 pessoas reportaram que a MB alinha as decisões de recuperação com a estratégia de LR e do negócio (níveis 3–4). Dessa forma, infere-se a inexistência de uma política consistente de condicionamento, remanufatura ou reciclagem de

sobressalentes. As ações ocorrem de forma pontual, sem alinhamento estratégico ou critérios ambientais claros. No modelo de maturidade, atingir nível elevado exigiria uma estratégia de recuperação totalmente alinhada aos objetivos econômicos, técnicos e ambientais da organização.

A MB está distante desse patamar, opera majoritariamente em nível imaturo e simples também neste quesito, apontando que essa lacuna relaciona-se a diversas barreiras potenciais, pois a possível falta de recursos dedicados, como instalações ou contratos para remanufatura, geram prioridade baixa, dada à recuperação em comparação à aquisição de novos itens, e possivelmente ausência de incentivo econômico, pois no orçamento público, economias geradas pela recuperação não se reverterem diretamente em benefício do gestor.

No modelo de Janse, Shcuur e Brito (2010), observa-se que organizações de baixa maturidade em recuperação geralmente padecem da barreira de reconhecimento limitado da LR como vantagem, o que reduz o suporte a programas de remanufatura. Nossos achados confirmam isso: onde a MB não enxerga a LR estrategicamente, também não desenvolve programas estruturados de remanufatura, daí a maioria reportando nível 1. Assim, existem práticas rudimentares de reuso interno (canibalização) e alguns conhecimentos de mercados, mas faltam processos abrangentes de recuperação e reinserção de materiais no ciclo logístico.

Janse, Shcuur e Brito (2010) destacam como facilitador-chave a capacidade de recolocar produtos rapidamente no mercado (facilitador F6), típica de empresas em alto nível de maturidade. No contexto da MB, isso equivaleria a agilizar redistribuições internas ou vendas de ociosos, evitando que equipamentos utilizáveis fiquem parados ou virem sucata.

5.6.5 Breve síntese dos achados

A análise dos dados, orientada pelo *framework* de Janse, Schuur e Brito (2010), evidenciou que a MB opera sua cadeia de sobressalentes, em termos de LR, em um baixo estado de maturidade, entre os níveis imaturo e simples.

Os principais gargalos diagnosticados foram: integração estratégica insuficiente, ausência de metas e planejamento, estrutura fragmentada da cadeia e processos incipientes de retorno/reuso. Por outro lado, identificaram-se também alavancas de melhoria já existentes, tais como conhecimento latente sobre mercados,

algumas práticas isoladas e possibilidades de parcerias em mercados secundários. Tais achados trazem implicações importantes para a política de sobressalentes da MB, demandando intervenções estratégicas e gerenciais para elevar a maturidade e, assim, melhorar a eficiência e eficácia do apoio logístico naval, os quais serão discutidos no próximo capítulo.

6. MODELO INTEGRADO DE LOGÍSTICA REVERSA NOS MACROPROCESSOS DE SOBRESSALENTES

O presente capítulo integra os achados teóricos e empíricos da pesquisa, conectando a revisão da literatura (Capítulo 3), a análise do SAbM (Capítulo 4) e os resultados da avaliação de maturidade em LR (Capítulo 5). Busca-se, assim, finalizar a propositura de um modelo teórico que integre a LR à gestão dos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes da MB, nos serviços prestados aos meios da Esquadra, como forma de alcançar o objetivo geral. Para tanto, desenvolve-se um modelo integrado que incorpora a LR ao macroprocesso descrito no fluxograma 2 (Capítulo 4), com vistas ao aprimoramento do apoio logístico aos meios navais da Esquadra. Seguindo uma progressão lógica, inicia-se por uma síntese dos capítulos anteriores para então elaborar proposições práticas no contexto do modelo proposto. Assim, visa-se cumprir o OE4 - desenvolver um modelo integrado que incorpore a LR aos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes na MB, com vistas aos serviços prestados aos meios da Esquadra

Dessa forma, a revisão de literatura (Capítulo 3) fundamentou as bases conceituais, identificando os principais conceitos, *stakeholders*, barreiras e impulsionadores relacionados à LR de sobressalentes. Em seguida, a análise do SAbM e a avaliação de maturidade (Capítulos 4 e 5) apresentaram a realidade vigente do objeto de estudo, evidenciando discrepâncias entre a teoria e a prática. O modelo integrado proposto neste capítulo busca explorar essas lacunas identificadas e indicar caminhos de melhoria, progredindo da caracterização da cadeia logística atual (Seção 6.1) para a análise dos atores envolvidos (6.2), das barreiras (6.3) e dos impulsionadores (6.4) no contexto da MB, culminando na proposição do modelo integrado de logística reversa (6.5) e na definição de seus princípios norteadores para implementação (6.6).

Além disso, o presente capítulo foi construído a partir da consolidação metodológica e teórica desenvolvida nos capítulos anteriores. Metodologicamente, fundamenta-se no DSR, apresentada no item 2.3, que orienta a criação de artefatos científicos destinados à solução de problemas práticos e relevantes, gerando conhecimento aplicável e inovador. Conforme Lacerda *et al.* (2013), a DSR visa à construção e avaliação de modelos capazes de oferecer respostas concretas a

lacunas identificadas no domínio pesquisado. Nesse sentido, o artefato concebido nesta tese: o modelo integrado de logística reversa, foi desenvolvido segundo as etapas propostas por Peffers et al. (2007) e Gregor e Hevner (2013), seguindo uma lógica de identificação do problema, definição dos objetivos da solução, construção e avaliação do modelo, de modo a alinhar teoria e prática no contexto da gestão de sobressalentes da MB.

Do ponto de vista teórico, o capítulo ancora-se nos conceitos estruturantes do item 3.11, que tratam dos macroprocessos de gestão e dos modelos teóricos de **referência** aplicáveis às cadeias logísticas. Esses conceitos fornecem o arcabouço para compreender como os processos logísticos se organizam em níveis estratégicos, táticos e operacionais, permitindo identificar pontos de integração entre fluxos diretos e reversos. A partir dessa base, o modelo proposto neste capítulo busca incorporar a LR como um componente sistêmico dos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes, superando a fragmentação observada e estabelecendo uma estrutura circular de gestão.

Dessa forma, este capítulo representa a convergência entre a estrutura metodológica da DSR e o referencial teórico dos macroprocessos logísticos, servindo como eixo de integração entre teoria, diagnóstico empírico e proposição prática. O modelo integrado aqui apresentado sintetiza as evidências teóricas e empíricas obtidas ao longo da pesquisa e propõe um caminho para a institucionalização da logística reversa nos macroprocessos de gestão de sobressalentes da MB.

6.1 Uma breve síntese da cadeia logística de sobressalentes da MB

Conforme apresentado na caracterização do SAbM (Capítulo 3), a gestão logística de sobressalentes na MB abrange três processos principais: planejamento de necessidades, obtenção e distribuição. Em linhas gerais, quando um meio naval necessita realizar manutenção, ele consome uma peça de seu estoque de bordo (dotação) ou solicita a peça ao SAbM caso não a possua em estoque local. Esse consumo gera uma demanda de reposição que desencadeia o processo de abastecimento, de maneira que por meio do sistema SINGRA, é feita a requisição do item, a qual será atendida por um Depósito (se houver estoque disponível) ou encaminhada ao órgão de obtenção para aquisição junto a fornecedores. Esse fluxo direto, que vai desde a identificação da necessidade até a entrega do sobressalente

ao requisitante, caracteriza o macroprocesso atual de suprimento de sobressalentes na Esquadra.

Entretanto, cabe questionar: onde se insere a LR nesse contexto? Como visto no Capítulo 3, a análise documental das normas do SAbM evidenciou que não existe procedimento normatizado para LR de sobressalentes. Ademais, os resultados da avaliação de maturidade (Capítulo 4) indicaram que o nível de maturidade da MB em LR situa-se entre simples e imaturo.

Isto significa que, nos procedimentos formais hoje vigentes, após o consumo ou substituição de uma peça sobressalente não há um fluxo estruturado para destinação ou retorno desse item ao sistema. Na prática, peças danificadas ou obsoletas tendem a seguir caminhos informais, como a canibalização local, com a retirada de partes ainda aproveitáveis, nas próprias unidades operativas, ou então aguardar o descarte por vias administrativas tradicionais, tudo isso sem um processo padronizado que reinsira esses materiais no ciclo logístico oficial.

Assim, infere-se que a cadeia de suprimentos de sobressalentes da MB opera majoritariamente em sistema aberto, uma vez que os sobressalentes fluem no sentido direto até o ponto de consumo final, mas a partir daí quaisquer processos de destinação ocorrem fora da cadeia formal de suprimentos. Essa desconexão entre o fluxo direto e a ausência de um fluxo reverso institucionalizado acarreta dificuldades.

Conforme apresentado no Capítulo 3, verificou-se uma elevada imobilização de capital em estoques ociosos simultaneamente à ocorrência de faltas de peças em manutenção. Em fragatas da Classe Niterói, identificou-se estoque de bordo de sobressalentes da ordem de R\$ 61 milhões (cerca de 55.510 itens), quantidade estimada como suficiente para aproximadamente dois anos de manutenções e ainda assim registravam-se indisp

donibilidades de meios por falta de peças. Adicionalmente, mais de 100 mil SKUs estocados em depósitos não apresentavam movimentação há pelo menos 13 anos (Félix, 2017).

Esses dados evidenciam descompassos no ciclo de vida dos materiais, pois se acumulam excessos ao mesmo tempo em que ocorrem faltas, reflexo de lacunas de planejamento e atualização de estoques. A inexistência de uma abordagem integrada de LR contribui para essa situação, pois faltam mecanismos de retorno de itens ociosos ou reutilizáveis ao sistema, seja para redistribuição a quem precisa, seja para alienação ou recuperação de valor.

6.2 Analisando os *stakeholders* na cadeia de sobressalentes da MB

O que se segue é a consolidação por *stakeholders*, das barreiras e impulsionadores para implementação da LR de sobressalentes, de forma que a discussão a seguir apresentará uma análise e síntese interativas dos resultados, fruto do caminho teórico percorrido e inferências realizadas. Assim sendo, a discussão que se seguirá é originada das interações dos resultados agrupados, que são apresentados ao final de cada tópico referente aos *stakeholders*, barreiras e impulsionadores. De forma a facilitar o entendimento do leitor, e relembrar tal síntese, segue-se o seguinte:

- **Stakeholders:** 1. Organização Central / 2. Usuários finais / 3. Rede externa de apoio à LR de sobressalentes / 4. Ambiente legal.
- **Barreiras:** 1. Incerteza/complexidade da LR / 2. Desafios operacionais e de rede logística / 3. Questões dos fluxos de informação / 4. Barreiras econômicas / 5. Barreiras estratégicas / 6. Regulamentação e conformidade.
- **Impulsionadores:** 1. Geração de valor econômico / 2. Alinhamento estratégico e competitividade / 3. Aprimoramento do ciclo de vida e operações / 4. Sustentabilidade, conformidade e responsabilidade / 5. Fortalecimento das relações com stakeholders.

Prosseguindo a discussão, aponta-se que a integração da LR de peças sobressalentes só se consolida quando os seus principais atores compreendem claramente quais barreiras devem superar e quais impulsionadores podem ser mobilizadas para tal.

Neste sentido, como agente orquestrador, a Organização Central é responsável pela definição da estratégia de LR, além da alocação de recursos e integração de sistemas, de modo que as barreiras que mais a afetam acabam sendo estratégicas, como ausência de metas, de governança e de indicadores, perpassando por desafios econômicos, tais quais dúvidas sobre retorno do investimento e alto custo inicial, além de informacionais, haja a vista problemas ligados à falta de rastreabilidade. Para superá-las, o próprio centro decisório deve acionar impulsionadores de alinhamento estratégico, incorporando a LR nos planos corporativos e criando elementos estratégicos específicos. Em paralelo, demonstrar a geração de valor econômico, por meio da recaptura de margem, redução do custo total de propriedade e oportunidades em mercados de remanufaturados, reforça a LR e dilui a resistência interna ao investimento. Por fim, consolidar processos de ciclo de vida, como design para remanufatura, padronização de peças e TI integrada, ataca simultaneamente o problema de rastreabilidade e melhora a eficiência operacional.

Por outro lado, os usuários finais lidam com circunstâncias associadas aos desafios operacionais de rede logística, ao tentarem ter de realizar devoluções, seja pós-venda ou pós-consumo, e ter acesso a produtos com valor econômico razoável que façam optar por itens reconicionados, de reuso ou remanufaturados, de forma que as barreiras econômicas também podem ser impeditivas para a participação deste ator nos processos de LR. Além disso, questões regulatórias que excluam, negligencie a participação ou ainda não proteja direitos do usuário final, dentro da ideia da circularidade, tornam-se entraves na LR de sobressalentes.

A superação exige mobilizar impulsionadores de fortalecimento das relações com *stakeholders*, que podem levar em conta acordos de devolução que definam prazos e responsabilidades. Por outro lado, A adoção de práticas de aprimoramento do ciclo de vida, como manutenção preditiva e monitoramento digital de equipamentos, permite antecipar devoluções, melhorando a previsibilidade de volumes retornados. Além disso, engajar-se em políticas de sustentabilidade e responsabilidade com a separação adequada de resíduos e documentação de descarte reforça a cultura de retorno e cria um circuito de confiança.

A rede externa constitui o braço operacional da LR de sobressalentes, mas enfrenta barreiras de capacidade logística/industrial e de viabilidade econômica, sobretudo quando não há volume mínimo garantido. Para vencer tais entraves, esses

parceiros podem ativar impulsionadores de geração de valor econômico, formalizando contratos de serviço ou partilha de ganhos que remunerem a remanufatura e o processamento de sobressalentes. A adoção de tecnologias de aprimoramento das operações eleva a produtividade, reduz perdas e torna o negócio sustentável. Soma-se a isso o fortalecimento de relações entre stakeholders, de maneira que se firmem parcerias de longo prazo, baseado em incentivos de geração de valor econômico.

Já o ambiente legal impõe, e simultaneamente pode aliviar, barreiras de regulamentação e conformidade, haja vista exigências fragmentadas, custos de adequação e mudanças frequentes que a acabam por gerar incerteza para todos os demais atores. As regulações, porém, podem converter-se em catalisadores ao acionar impulsionadores de sustentabilidade, conformidade e responsabilidade, promulgando normas claras e oferecendo incentivos processos que não sejam o simples descarte. Quando tais políticas são previsíveis, servem de alinhamento estratégico para o setor, reduzindo o risco de investimento. Além disso, o fortalecimento das relações, por meio de fóruns público-privados, garante que as regras sejam exequíveis e alinhadas às capacidades técnicas da cadeia, transformando obrigações legais em oportunidades competitivas e ambientais.

Dessa feita, o quadro 14 sintetiza essas inter-relações: para cada grupo de stakeholders define-se (i) o conjunto de barreiras que mais os afeta ou que depende diretamente de sua atuação e (ii) os impulsionadores que podem ser alavancados por esse mesmo grupo para vencer tais barreiras e acelerar a LR. Essa visão cruzada serve como guia prático para alocar responsabilidades, priorizar ações e estruturar programas cooperativos entre os diversos agentes da cadeia.

Nota-se que o quadro foi concebido não para ser elemento taxativo, mas para constituir um rol consolidado, de forma qualitativa, das principais discussões ora apresentadas. Exemplo disso, é a correlação da “Organização Central” com as barreiras e impulsionadores, pois todos eles poderiam se encaixar, de certa forma, neste *stakeholder*. Porém, utilizou-se como método segregar um núcleo central de discussão para a presente tese. Assim, é o que se apresenta:

Quadro 16 – Elementos agrupados de barreiras e impulsionadores por stakeholder

Elementos agrupados		
Stakeholders	Barreiras	Impulsionadores
1. Organização Central	Barreiras estratégicas – falta de metas, governança ou indicadores de LR	Alinhamento estratégico e competitividade – inserir LR no planejamento corporativo, criar indicadores e metas
(fabricante / órgão de suprimentos que orquestra a cadeia)	- Barreiras econômicas – incerteza sobre lucratividade; custos iniciais elevados - Questões de fluxo de informação – ausência de rastreabilidade ponta a ponta	- Geração de valor econômico – demonstrar recaptura de margem e redução de custo total de propriedade - Otimização do ciclo de vida – padronizar peças, adotar design para remanufatura, implantar TI integrada
2. Usuários Finais	Incerteza/complexidade da LR – variação no volume e condição dos itens devolvidos	Fortalecimento das relações com stakeholders – acordos de devolução claros, feedback sobre falhas
(unidades operativas, navios, bases de manutenção)	Desafios operacionais e de rede – logística de devolução em ambiente marítimo/remoto	- Otimização do ciclo de vida – manutenção preditiva e monitoramento que antecipam devoluções - Sustentabilidade e responsabilidade – adesão a políticas de descarte correto, reforçando a cultura de retorno
3. Rede Externa de apoio	Desafios operacionais e de rede – capacidade limitada de triagem, remanufatura e transporte reverso	Geração de valor econômico – contratos de serviço, partilha de ganhos, mercado de peças remanufaturadas
(oficinas civis, remanufaturadores, recicladores, provedores logísticos)	Barreiras econômicas – ausência de volume mínimo garantindo viabilidade	Otimização das operações – especialização em triagem/gatekeeping e uso de TI colaborativa

Elementos agrupados		
Stakeholders	Barreiras	Impulsionadores
		Fortalecimento de relações – parcerias de longo prazo com a organização central e incentivos de performance
4. Ambiente Legal	Regulamentação e conformidade – exigências ambientais fragmentadas; custos de adequação variáveis	Sustentabilidade, conformidade e responsabilidade – definir normas claras de take-back/REP e incentivos fiscais
(órgãos reguladores, políticas públicas, sistema de fiscalização)		- Alinhamento estratégico – sinalizar previsibilidade regulatória que reduza o risco de investimento - Fortalecimento das relações – fóruns público-privados para co-criar regras executáveis

Fonte: elaborado pelo autor

Por fim, sintetiza-se o quadro com a ideia de que a organização central lidera a governança e a justificação econômica. Os usuários finais, por sua vez, ao devolverem peças de forma previsível, alimentam o fluxo, sendo que a rede externa potencializa ganhos operacionais e de valor, fechando com o ambiente legal cria que o arcabouço normativo e os incentivos que sustentam a prática. Quando esses papéis se articulam, as barreiras se tornam gerenciáveis e a LR de peças sobressalentes passa a gerar benefícios tangíveis em disponibilidade operacional, redução de custos e sustentabilidade.

Do ponto de vista dos atores envolvidos, a revisão sistemática de literatura (Capítulo 2) e a análise do contexto organizacional da MB (Capítulo 3) permitiram identificar quatro grupos principais de *stakeholders* relacionados à LR de sobressalentes no contexto teórico e, que, partir desta seção, fazem-se paralelos na MB, de forma que esses grupos encontram correspondentes diretos na estrutura do SAbM, a saber:

- Organização central: corresponde, no âmbito do SAbM, aos órgãos de supervisão geral (EMA) e de superintendência (SGM). Esses atores centralizados orquestram a política de suprimentos, alocam recursos e definem normas e diretrizes. Portanto, possuem papel-chave na incorporação da LR, pois cabe a eles inserirem a LR na estratégia logística, estabelecer objetivos e fornecer apoio institucional para sua implementação.

- Usuários finais: são os meios navais (navios da Esquadra) e as organizações responsáveis pelas manutenções dos meios (bases e arsenais) que consomem sobressalentes nas operações e manutenções. Esse grupo vivencia diretamente os impactos da (in)disponibilidade de peças no dia a dia. Além disso, é dos usuários finais que se originam os itens devolvidos após uso, que potencialmente poderiam ingressar em fluxos reversos. Logo, esses *stakeholders* são ao mesmo tempo beneficiários de uma logística de suprimento aprimorada e fornecedores de retornos que alimentariam uma futura cadeia reversa.

- Rede externa de apoio: inclui fornecedores e fabricantes de sobressalentes, oficinas terceirizadas de reparo, empresas recicladoras e operadores logísticos parceiros. Esses agentes externos interagem com a MB ao longo do ciclo de vida dos materiais, por meio do fornecimento de sobressalentes novos, seja, no contexto de uma LR estabelecida, recebendo itens usados para remanufatura, reciclagem ou destinação final ambientalmente adequada. Acabam, assim, por ser os elos de interface da MB e o mercado civil para viabilizar atividades de recuperação de peças, descarte seguro de resíduos e demais serviços especializados que extrapolam a capacidade interna da MB.

- Ambiente legal e institucional: engloba o arcabouço normativo, regulatório e de políticas públicas que incide sobre a gestão de materiais e resíduos. Neste grupo inserem-se os documentos estratégicos de defesa nacional (Estratégia Nacional de Defesa, Política Nacional de Defesa), as doutrinas logísticas militares (como a Doutrina de Logística Militar e as Normas para o Abastecimento da MB) e a legislação federal pertinente, a exemplo da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). No contexto da MB, esse ambiente legal é rigoroso e estruturado no contexto da cadeia de sobressalentes, estabelecendo procedimentos formais que podem impor obstáculos burocráticos à LR, ao mesmo tempo em que pode oferecer incentivos ou diretrizes favoráveis, caso o fluxo reverso seja inserido nos normativos.

Com essa configuração de atores mapeada, observa-se que a integração efetiva da LR na cadeia de sobressalentes necessita de uma articulação coordenada entre todos os *stakeholders* citados (Govindan e Bouzon, 2018). A ausência de um fluxo reverso institucionalizado faz com que, atualmente, cada elo lide de forma isolada com os materiais ao término de sua vida útil ou uso, conforme apontam os dados do questionário: 76% dos respondentes do questionário indicaram que cada elo da cadeia gerencia os itens devolvidos de maneira isolada e pontual, sem um processo padronizado ou coordenação interfuncional para o retorno de sobressalentes (questão Q2). Esse resultado caracteriza o cenário vigente como pertencente a um nível inicial de maturidade em LR. Identificada a situação dos atores e sua falta de integração, passam-se a examinar, nas seções seguintes, as principais barreiras que têm dificultado a implementação da LR na cadeia de suprimentos da MB (Seção 5.3), bem como os impulsionadores potenciais para superar tais barreiras e fortalecer a LR nesse contexto (Seção 5.4).

6.3 Analisando as barreiras na cadeia de sobressalentes da MB

A RSL revelou um amplo conjunto de barreiras potenciais à implementação de programas de LR de sobressalentes, desde desafios operacionais até entraves estratégicos e culturais, sendo que essas barreiras não atuam isoladamente, mas de forma interligada (Govindan e Bouzon, 2018).

Do ponto de vista estratégico e organizacional, destaca-se como barreira a ausência de metas, políticas e indicadores formais de LR no SAbM, conforme a preponderância do questionário em Q1. Assim sendo, não foi observada uma estratégia definida para retornos ou reutilização de sobressalentes, logo, a LR não está inserida nos planos logísticos de alto nível. Essa lacuna manifesta-se diretamente nos resultados do questionário: praticamente nenhum respondente indicou que a MB possua objetivos claros voltados à LR, situando a organização mais uma vez no nível inicial do modelo de maturidade. A ausência de tal integração estratégica insuficiente foi apontada na RSL como uma das principais barreiras atuais. Isso significa que a LR é tratada como atividade marginal, reativa, não recebendo prioridade nem recursos dedicados, frente aos macroprocessos tradicionais de suprimento.

Relacionada a essa questão está a fragmentação estrutural da cadeia. Como mencionado, cada setor ou unidade trata isoladamente seus itens obsoletos ou

devoluções, sem um processo padronizado, uma vez que a organização central (EMA/SGM) não dispõe de um mecanismo estabelecido de coordenação dos fluxos reversos entre os diversos elos, resultando em iniciativas pontuais e descoordenadas. Consequentemente, processos de retorno e reuso apresentam-se como incipientes, configurando outra barreira-chave.

No campo das barreiras vinculadas a questões informacionais, observa-se a falta de rastreabilidade e de sistemas de informação integrados para gerir os fluxos de retorno, apesar da existência do SINGRA para controle de estoques e distribuição. Foi verificado nos estudos empíricos sobre a cadeia de sobressalentes (capítulo 3) que os modelos de previsão de demanda existentes atualmente neste sistema não conseguem lidar com a característica da demanda intermitente dos sobressalentes para navios, além disso, apontou-se que os estoques presentes em navios, em diversas ocasiões possuem imprecisão em seus inventários. Tal situação coadunam-se com as características desse grupo de barreiras, uma vez que a literatura apontou os desafios vinculados à subutilização de TI e a assimetria de informações entre *stakeholders*, como processos que dificultam a coordenação na LR. Ademais, processos de LR inseridos dentro da cadeia de sobressalentes melhora os processos de rastreabilidade e previsão de demanda em toda a cadeia (Turki *et al.*, 2024)

Na MB, isso se traduz em comunicação pouco efetiva sobre disponibilidade de excedentes ou sobre oportunidades de reaproveitamento, pois a ausência de dados confiáveis dificulta a previsão de retornos e o planejamento de capacidade de processamento reverso. No questionário, nenhum dos participantes sinalizou o uso de previsões formais de devolução integradas ao planejamento de peças, reforçando esse hiato informacional (Q2 e Q3).

Nas barreiras operacionais e de rede logística, a logística de devolução em um ambiente marítimo e geograficamente disperso é desafiadora, pois navios operando longe dos centros de apoio podem enfrentar dificuldades para devolver componentes avariados, ou pode ser custosa tal devolução. Além disso, a MB lida com ativos marítimos, que são de alto custo e possuem longa vida útil, cujos componentes exigem manuseio cuidadoso e cujo ciclo de suporte se estende por décadas, fatores que tornam a LR mais difícil (Mouschoutzi e Ponis, 2022). Barreiras como a incerteza quanto à condição dos itens devolvidos e a dificuldade de padronizar procedimentos entre diversas unidades também foram relatadas na literatura e

encontram paralelo na MB, já que cada meio da Esquadra pode estar lidando com devoluções de forma diferente, faltando um protocolo único.

Ademais, entende-se que a implementação de uma estrutura de LR requer investimentos iniciais, ligados a treinamentos, infraestrutura de triagem e remanufatura, sistemas de TI, e pode enfrentar o ceticismo sobre o real aprimoramento da cadeia de sobressalentes, por meio da implementação da LR. Na MB, restrições orçamentárias agravam as barreiras econômicas e financeiras (Tonacio Junior; Santos; Almeida, 2019). Dessa forma, custos iniciais elevados e dúvidas sobre o retorno do investimento em LR pesam nas decisões, pois nos estabelecimentos de contratos com terceiros para recondicionar equipamentos implica gastos que competem com a compra de itens novos, mantendo a tendência organizacional de adquirir novos sobressalentes ao invés de recuperar os usados.

Conforme apontado no capítulo 3, os modelos atuais de previsão de demanda empregados no SINGRA não conseguem lidar adequadamente com a natureza intermitente e errática da demanda por sobressalentes navais, característica conhecida desse tipo de item de baixo giro. Evidências levantadas apontam também deficiências nos controles de estoque, como imprecisões nos inventários a bordo de navios, o que dificulta saber quais itens estão realmente disponíveis para eventual reutilização (Fonseca *et al.*, 2020).

Portanto, os principais gargalos diagnosticados na MB quanto à LR, tangentes as barreiras apresentadas são a integração estratégica insuficiente, falta de metas e planejamento, estrutura de cadeia fragmentada e processos embrionários de retorno/reuso. Desafios subjacentes incluem a carência de governança e normativos, deficiências dos sistemas e fluxos de informação, desafios logísticos do contexto naval, restrições orçamentárias, além de uma cultura organizacional ainda voltada quase que exclusivamente ao abastecimento direto. Identificar essas barreiras com clareza é fundamental, pois apenas enfrentando-as será possível evoluir a maturidade em LR, em outro espectro, existem impulsionadores apeados que podem ser alavancados para superar tais barreiras, conforme discutido a seguir.

6.4 Analisando os impulsionadores na cadeia de sobressalentes da MB

Tal qual as barreiras, a RSL permitiu mapear diversos impulsionadores positivos que motivam organizações a implementar a LR. Tais impulsionadores

representam condições ou incentivos que, quando presentes, favorecem o sucesso de programas de LR. No caso dos sobressalentes, pode-se agrupar esses motivadores em categorias alinhadas às barreiras já discutidas, indicando que cada desafio poderá ter contrapontos que ajuda a superá-lo.

No âmbito da geração de valor econômico, a LR traz oportunidades claras de redução de custos, já que a recuperação de valor de componentes usados pode resultar em economia em comparação à aquisição de itens novos, haja vista a remanufatura de componentes, que, de acordo com a RSL pode custar 20–30% do preço de um novo, recuperando até 60–80% do valor agregado do produto (Ferguson e Souza, 2010). Para a MB, isso significa potencial para reduzir despesas de aquisição, além da possibilidade de reuso de peças já disponíveis. Tal situação pode ser favorecida, uma vez que no questionário, 37% dos respondentes dizem conhecer mercados secundários ou alternativas de reutilização, mesmo que a implementação de forma estratégica inexista.

Esse conhecimento sobre mercados de segunda mão é, portanto, um ativo a ser explorado, porém com a formalização normativa desse processo. Um exemplo disso seria a utilização de parcerias com empresas para permuta de excedentes, podendo converter um passivo de estoques ociosos em ativo de sobressalentes a ser utilizado, ao mesmo tempo liberando espaço e reduzindo a obsolescência, sendo um possível impulsionador para vencer a inércia interna, pois será possível a organização central evidenciar ganhos concretos.

Seguindo a análise, destaca-se na literatura que quando a LR deixa de ser um “apêndice” e passa a compor a visão holística da cadeia de suprimentos, com métricas e indicadores, ela ganha tração, podendo aproveitar o impulsionador de um melhor alinhamento estratégico e a competitividade (Fleischmann *et al.*, 2005). Para a MB, isso implica incorporar a LR aos normativos de logística, políticas de LR com metas específicas. Atrelado a isso, comunicar como a LR contribui para a prontidão operacional também impulsiona sua adoção, pois se ficar claro que reaproveitar peças reduz tempos de espera e aumenta a disponibilidade de meios, a LR passa a ser vista como vantagem competitiva operacional, e não somente como iniciativa ecológica ou de economia (Moon, Hicks e Simpson, 2012). Neste sentido, é mister estruturar a governança da LR, nomeando responsáveis, incluindo-a nos processos decisórios, e alinhá-la à missão da MB, de preparo e emprego do poder naval.

No que tange ao impulsionador de aprimoramento do ciclo de vida e operações, a LR funciona como catalisadora de melhorias em toda a cadeia de suprimentos, de forma que a MB ao adquirir novos meios ou equipamentos, ou em futuros processos de manutenção e devolução possa exigir de fornecedores que novos equipamentos venham com peças modulares, de fácil desmontagem e com suporte garantido para remanufatura, facilitando os processos de LR ao longo ciclo de vida, incluindo o de operação do meio (Bansal, Anand e Tiwari, 2020; Mutha e Pokharel, 2009).

A dimensão de sustentabilidade, conformidade legal e responsabilidade socioambiental também pode prover impulsionadores para a MB, já que, como instituição de Estado, está sujeita a políticas públicas e expectativas da sociedade quanto à gestão ambiental. A LR alinha-se diretamente a objetivos de desenvolvimento sustentável, como o ODS 12, de consumo e produção responsáveis, e o ODS 14, vida na água, pela redução de poluição marinha (Organizações das Nações Unidas, 2024). No Brasil, a PNRS estabelece princípios de responsabilidade estendida ao produtor e LR para diversos produtos, de maneira que, embora focada em setores civis, seus valores podem transbordar para as Forças Armadas.

Em alguns casos, dispor corretamente de itens, não é apenas desejável, é obrigatório, e falhas podem gerar sanções e danos reputacionais (Ferguson e Sousa, 2010). Transformar essa obrigatoriedade em impulsionador significa criar na MB processos de LR que garantam destinação ambientalmente adequada de todos os resíduos de sobressalentes, evitando multas e reforçando a imagem institucional como organização comprometida com a sustentabilidade. Internamente, cumprir responsabilidades socioambientais fortalece relações com *stakeholders* e gera confiança, sendo, portanto, um motor para investir na LR.

Por fim, impulsionadores relacionados ao fortalecimento com *stakeholders* apontam para a importância da cooperação dentre os atores do processo. Assim sendo, para a organização central, o impulsionador é assumir o papel de orquestrador, criando mecanismos de governança específicos para LR, que no caso da MB poderiam ser inseridos em mecanismos para estes fins, na área de manutenção, já existentes, integrando partes interessadas internas em torno do tema. No âmbito da outra ponta da cadeia, ou seja, os usuários finais, o impulsionador recai no fortalecimento das relações e da conscientização, a partir do envolvimento em

programas de devolução clara de peças, oferecendo *feedback* sobre falhas e participando de uma cultura de reutilização. Quando as tripulações e equipes de manutenção percebem que há um benefício em devolver, seja porque recebem peças recondiçionadas de volta mais rápido, seja por regulamento, elas se engajam, tornando o fluxo reverso mais fluido, conforme analisado na consolidação dos *stakeholders* (Fleischmann *et al.*, 2005).

Já a rede externa de apoio é impulsionada por incentivos econômicos e cooperação de longo prazo, com contratos adequados que tornem viável economicamente a atividade de remanufatura (Mutha e Pokharel, 2009) para empresas parceiras e a MB. Se hoje a barreira é que um parceiro não tem certeza se compensa remontar peças da MB, contratos contendo cláusulas de processos de LR poderia mudar esse quadro.

No campo dos *stakeholders* vinculados ao ambiente legal, pode se ter um impulsionador, a partir do diálogo e alinhamento entre a MB, agências reguladoras e órgãos ambientais, que podem resultar em normativas mais claras e realistas e em incentivos, como redução de exigências tributárias para doação de bens a recicladores, ou fomento para pesquisa e desenvolvimento ligados à LR de sobressalentes no campo militar.

Importa, assim, apresentar que a MB já dispõe de alavancas de melhoria existentes, conforme análise dos artigos sobre o SAbM e verificado no questionário, a saber: conhecimento latente sobre mercados, práticas isoladas de reuso, como a canibalização, e possibilidades de parcerias em mercados secundários, de maneira que mobilizar esses impulsionadores requer ação coordenada, no sentido que benefícios projetados, dentre eles, melhor disponibilidade de materiais, redução de custo e aumento da eficiência do apoio logístico naval poderiam justificar o esforço.

Com base nessas considerações, propõe-se a seguir um modelo integrado de logística reversa adaptado à cadeia de sobressalentes da Marinha do Brasil, incorporando os princípios fundamentais discutidos e orientado a superar as barreiras elencadas por meio dos impulsionadores avaliados.

6.5 Proposta de Modelo Integrado de Logística Reversa

O modelo integrado de LR aqui proposto visa incorporar a LR de sobressalentes aos macroprocessos logísticos da MB, do planejamento à disposição final, alinhando-se ao OE4 da pesquisa. Trata-se, portanto, de elaborar um modelo conceitual que feche o ciclo logístico dos sobressalentes, transformando a atual cadeia linear, de aquisição-uso-descarte, em uma cadeia circular e retroalimentada. Para tal, o modelo articula os resultados teóricos e práticos, levando em consideração os requisitos apontados pela literatura e adequa à realidade diagnosticada no SAbM. Neste sentido, o modelo conceitual é fruto da construção de três elementos: a extensão do fluxograma de abastecimento existente, incrementadas as fases diretas, com informações adicionais e acrescida de elos de retorno e reinserção após o consumo dos itens, de forma a unir e adaptar o fluxograma 02 (capítulo 3) e a figura 02 (capítulo 2); incremento das fases do abastecimento, dentro do ALI, adicionando ações a cada uma dessas fases, descritas na figura 10, além da construção de um quadro que relacione os *stakeholders*, impulsionadores, barreiras e princípios, de forma a interrelacionar os resultados. Essas três estruturas correspondem ao modelo desenvolvido

Descreve-se, assim, inicialmente, o modelo a ser proposto, de forma que, posteriormente, apresente-se o desenvolvimento desse, em torno de princípios fundamentais, proposta de governança, o padrão de estrutura organizacional para implantação, além da formalização da LR em documentos doutrinários e normativos.

Esse modelo está alinhado ao objetivo específico - OE4 da pesquisa, buscando transformar a atual cadeia linear de suprimentos, no formato, aquisição, uso e descarte, em uma cadeia circular, com retroalimentação de materiais. Trata-se, portanto, de fechar o ciclo logístico dos sobressalentes, integrando os resultados teóricos e práticos obtidos nos capítulos anteriores, de forma que os requisitos apontados pela literatura (Capítulo 2) são considerados e ajustados à realidade diagnosticada no SAbM (Capítulos 3 e 4).

Primeiramente se descreve o funcionamento proposto do modelo integrado, para depois discutir seus princípios fundamentais (Seção 5.6). O modelo inicia-se nos macroprocessos de planejamento e obtenção, incorporando a LR desde a origem das necessidades. Assim, durante a determinação técnica de necessidades, seja para o

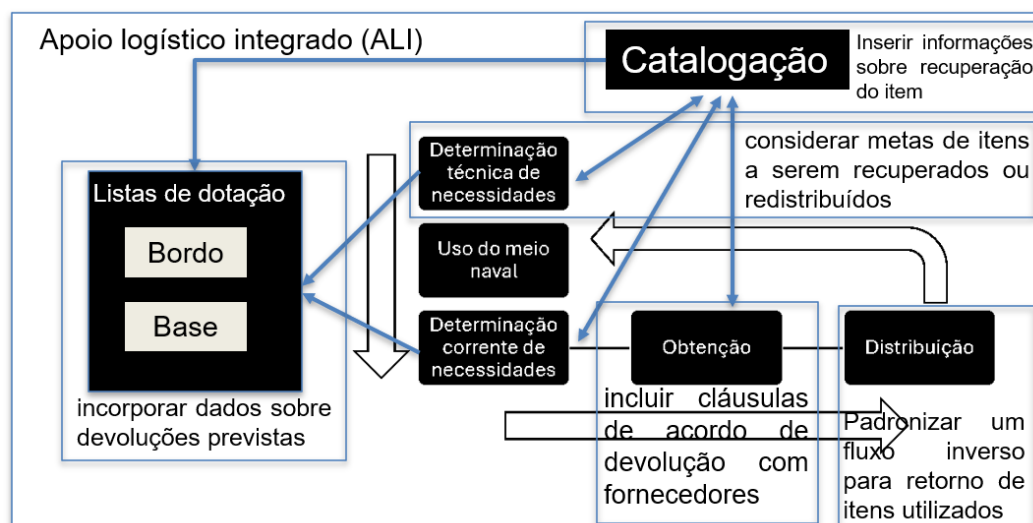
caso de obtenção ou construção de um meio, além de se calcular quantos e quais itens adquirir, a MB passaria a considerar metas de itens a serem recuperados ou redistribuídos a partir de retornos esperados. Listas de dotação de navios e planos de estoque incorporariam dados sobre devoluções previstas, partindo do princípio de que determinados componentes têm ciclos de vida conhecidos e resultarão em itens substituídos após um tempo de uso. Aliado a isso, ferramentas de previsão de falhas e de ALI alimentariam esses cálculos, tornando o planejamento mais proativo e sincronizado com a LR.

No processo de obtenção, sugere-se inclusão de critérios de contratação e compra que favoreçam a LR, ao se incluir cláusulas de acordo de devolução com fornecedores, prevendo nos contratos compensações pelo retorno da peça, quando o sobressalente retirado do equipamento não for de interesse para MB. Soma-se a isso preferência por fornecedores que ofereçam serviços de remanufatura ou reciclagem, e especificações técnicas que incluam requisitos de sustentabilidade, como peças mais fáceis de remanufaturar ou materiais atóxicos para descarte B(Ramanathan; Ramanathan, 2020).

Nos processos de aquisição, visando ao desenvolvimento de novos navios ou sistemas, planos de suporte logístico integrado podem contemplar a LR, prevendo como serão tratados os equipamentos substituídos ao longo da vida do navio, com a dimensão de *design-for-reverse*, de maneira que, a etapa de obtenção deixa de focar apenas no suprimento imediato e passa a preparar o terreno para o ciclo logístico completo (Fleischmann et al., 2005).

No processo de distribuição e uso dos sobressalentes, estabelece-se que, em paralelo ao fluxo direto de entrega de peças ao usuário final, haja um fluxo inverso padronizado para retorno de itens utilizados. A catalogação atuaria, por fim, na inserção da informação sobre as possibilidades de recuperação / reciclagem. A representação na figura 10 trata do modelo adaptado das fases do abastecimento:

Figura 10 – Inserção dos processos de LR na figura 8



Fonte: próprio autor

Aponta-se que esse fluxo seria registrado no SINGRA, ou no sistema que o suplementar, tal como uma requisição reversa, equivalente a “dar entrada” no sistema de um item devolvido. Para viabilizar isso, cada usuário final seria um ponto de coleta inicial. Neste ponto, passa-se a utilizar o referencial da figura 6 e sua base teórica para vincular os elos da cadeia reversa ao SAbM.

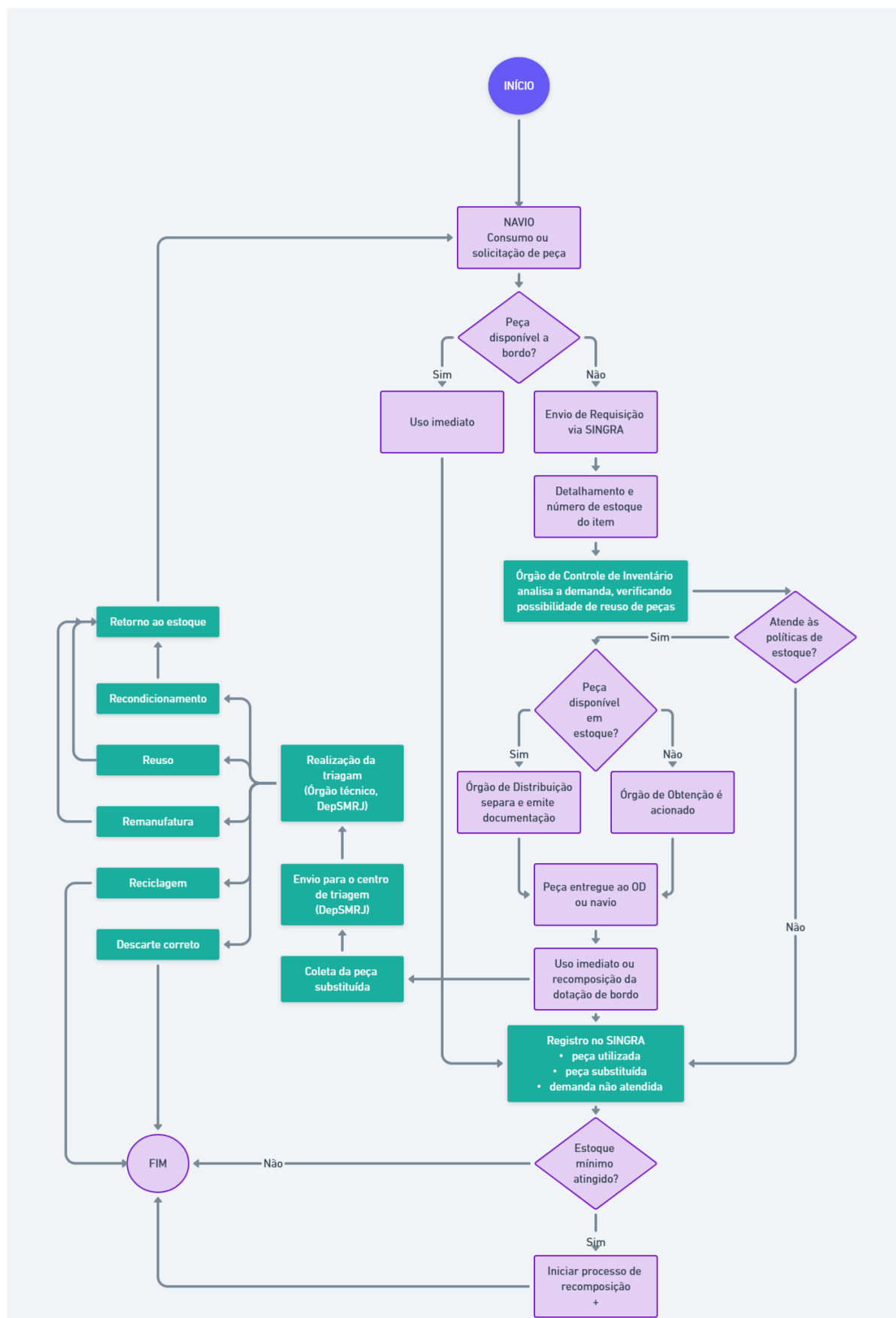
No Depósito, então, ocorreria a triagem técnica: verifica-se o estado do item e decide-se sua destinação dentro de categorias pré-definidas, conforme o fluxograma 3, de forma e espelhar práticas de *gatekeeping* mencionadas na literatura, adaptadas à MB.

Assim, itens com potencial de reaproveitamento entrariam em um ciclo de recuperação, com criação de rotas de remanufatura / recondicionamento, seja nas próprias bases da MB, quando houver capacidade ou via contratos com a indústria, retornando como novos, ao inventário de sobressalentes. Já itens sem viabilidade de conserto, mas com materiais aproveitáveis, iriam para reciclagem, a partir de parcerias com recicladores. Por último, o que não puder ser nem recuperado nem reciclado segue para descarte ambientalmente correto, conforme as normas.

O fundamental deste modelo é que nada saia do ciclo sem registro, de maneira que até o descarte final gere documentação e conhecimento para retroalimentar o sistema. Assim sabendo-se dos destinos das peças sobressalentes, refinam-se os planos de aquisição futura.

Em termos de responsabilidades organizacionais dentro do modelo proposto, seria necessário ajustar papéis e incorporar novas atribuições aos stakeholders mapeados na Seção 5.2, de forma que a organização central atuaria como gestora também do fluxo reverso, definindo quotas, metas e provendo infraestrutura, além de integrar a LR nas políticas e planos logísticos. O Depósito passaria a ter dupla função: além de distribuir materiais novos, receber e processar materiais devolvidos, criando-se seções específicas de LR dentro deles. Já as Diretorias Técnicas forneceria apoio na triagem e decisão técnica sobre itens, atuando geograficamente dentro do Depósito. Os meios navais e OM de manutenção, por sua vez, seriam incorporados ao modelo não somente como consumidores, adentrando no ciclo também como fornecedores de retornos, de maneira que o cumprimento de procedimentos de devolução faria parte de suas tarefas rotineiras de manutenção. Já os parceiros externos entrariam formalmente nas cadeias de suprimento como extensões do processo logístico, como empresas remanufaturadoras ou recicladoras, por meio de contratos ou termos de cooperação que as vinculam ao fluxo em formato logístico com uma rede ampliada, combinando instalações da MB terceiros, para circular materiais de volta ao ciclo de fornecimento.

Fluxograma 3 – Macroprocesso de sobressalentes considerando fluxos de LR



Notas: as caixas em verde representam as atividades modificadas ou adicionadas devido à LR
 Fonte: próprio autor

6.6 Princípios Fundamentais do Modelo Integrado

A implementação bem-sucedida do modelo requer a adoção de princípios norteadores que orientem políticas e práticas. Com base nos impulsionadores analisados e nas barreiras a suprir, destacam-se os seguintes princípios fundamentais:

- Alinhamento estratégico: deriva da constatação, no Capítulo 4, de que a LR não figura nos objetivos estratégicos da MB, não havendo metas ou indicadores de desempenho formalizados. A literatura (Capítulo 2) aponta a ausência de direcionamento institucional como uma barreira crítica. Assim, este princípio estabelece a necessidade da LR ser incorporada às políticas logísticas da MB, com definição de objetivos claros, indicadores de desempenho, em uma cultura em que o fluxo reverso seja tão valorizado quanto o fluxo direto. Sem esse compromisso da alta administração, as iniciativas poderão permanecer isoladas, de maneira que este princípio ataca diretamente barreiras estratégicas, provendo direção unificada.

- Visão de ciclo de vida e ALI: Sustenta-se nos achados do Capítulo 3, que demonstram a fragmentação dos fluxos e a inexistência de planejamento integrado para reaproveitamento de sobressalentes. A literatura analisada no Capítulo 2 (temas T2 e T5) destaca que o ciclo de vida completo dos materiais deve ser considerado desde a aquisição até a destinação final. Assim, este princípio é proposto como resposta concreta à necessidade de antecipar e controlar os retornos no planejamento logístico. Foi observado, conforme análise realizada no Capítulo 3, que o uma visão de ciclo de vida na MB, no que tange a sobressalentes, é o ALI. Portanto, isso significa suporte prolongado a equipamentos e planejamento antecipado de descontinuações, com os sistemas de informação e processos cobrindo todo o trajeto do item, garantindo rastreabilidade, de forma a responder às barreiras de informação e incerteza, criando previsibilidade e controle sobre os retornos.

- Geração de valor: resulta da intersecção entre as análises da literatura (Capítulo 2), que indicam os benefícios econômicos da LR, e os dados do Capítulo 4, que apontam a existência de práticas esparsas, como canibalização e conhecimento de mercados secundários, ainda não sistematizadas. O princípio traduz a necessidade de construir uma lógica de valorização econômica do retorno, rompendo com a percepção de que a LR representa apenas custo ou obrigação legal, fundamentada

no impulsionador de geração de valor, na busca do equilíbrio econômico entre recuperar e comprar novo, por meio de análises, baseadas em indicadores para identificar onde a LR reduz custos totais e situações nas quais gera receita. Além disso, para percepção de valor, importa que o fluxo reverso seja ágil para recolocar materiais em circulação antes que percam valor.

- Engajamento e cooperação dos *stakeholders*: origina-se da combinação entre a teoria dos *stakeholders* (Capítulo 2) e a constatação empírica (Capítulo 4) de que os diferentes elos da cadeia (navios, depósitos, setores técnicos, fornecedores) não estão integrados em um processo cooperativo de LR. Este princípio responde à fragmentação organizacional diagnosticada, apontando para a importância de mobilização coletiva, capacitação e definição clara de papéis, conforme discutido também na Seção 5.2. O modelo, assim, necessita se apoiar no princípio da colaboração multissetorial, levando em conta que cada grupo de *stakeholder* tem um papel delineado e deve atuar em sinergia. Além disso, é salutar o investimento em capacitação e conscientização dos *stakeholders* internos, como meio para criar comprometimento, para que o modelo não seja uma estrutura “no papel” apenas, mas um modelo coletivo e real. Vale reforçar que, conforme discutido, quando os papéis se articulam, as barreiras tornam-se gerenciáveis e a LR de sobressalentes gera benefícios tangíveis em disponibilidade e redução de custos.

- Implementação de uma governança da LR: desenvolvido com base na constatação, feita no Capítulo 3, da ausência de instâncias coordenadoras da LR e na proposição, no Capítulo 5, de criação de núcleos ou grupos responsáveis pela implementação e gestão do fluxo reverso. Este princípio refina o anterior ao tratar especificamente da estrutura decisória, evidenciando a necessidade de uma arquitetura institucional dedicada à coordenação da LR dentro do SAbM. Neste sentido poderia ser criada um Núcleo de Governança para implementação de LR com posterior incorporação, após tal implementação, às estruturas de governança da logística de sobressalentes já existentes. Essa estrutura atuaria de forma transversal, ligando-se os órgãos do SAbM, suprimindo a atual falta de direção, além de assegurar um maior peso institucional às ações de LR.

- Normatização: este princípio emerge da análise documental do Capítulo 3, na qual se observou que os manuais, doutrinas e normas vigentes da MB não contemplam a LR de forma sistemática. A literatura destaca como barreira

fundamental a ausência de processos claros e eficientes que garantam a integração harmoniosa dessas operações, o que pode gerar complexidade adicional nas decisões gerenciais e operacionais, logo a falta de normatização perpetua práticas informais e impede a consolidação da LR como rotina organizacional. Assim, este princípio propõe a inclusão da LR nas normas logísticas da MB, como etapa essencial para assegurar perenidade e institucionalização do modelo, pois para consolidar e perenizar as mudanças, é importante a formalização da LR nos documentos doutrinários e normativos da MB. Importa destacar que formalizar não significa engessar, ao contrário, fornece diretrizes dentro das quais a flexibilidade operacional pode ocorrer. Ademais, revisar os documentos doutrinários e normativos para refletir a LR garante que as práticas desenvolvidas não dependam apenas de indivíduos entusiastas ou projetos pontuais, mas se tornem *procedimento padrão* da organização, passando a fazer parte da identidade logística da Marinha, criando longevidade e coerência para as iniciativas.

Sob esses princípios, espera-se que a MB evolua gradativamente de um estágio inicial de maturidade para patamares superiores, em que a LR possa estar integrada e aprimorada.

Com base na articulação entre a revisão da literatura, o diagnóstico do sistema vigente e a avaliação do nível de maturidade institucional, o quadro 17 estrutura, de forma sintética e funcional, os principais elementos que sustentam a proposta de integração da LR aos macroprocessos logísticos da MB.

O quadro explicita, em perspectiva matricial, a inter-relação entre os fluxos direto e reverso, os macroprocessos logísticos envolvidos, os stakeholders atuantes em cada etapa, as barreiras e impulsionadores empiricamente identificados e a inserção dos princípios fundamentais do modelo, anteriormente detalhados. Trata-se de um recurso esquemático que resume, por um lado, o percurso argumentativo construído, por outro, apresenta uma visão operacionalizável e adaptável à realidade institucional da MB.

Quadro 17 – Quadro referencial do modelo integrado de LR

Macroprocesso Etapa	Fluxo Direto	Fluxo Reverso Proposto	Stakeholders	Barreiras	Impulsionadores	Princípios Fundamentais Integrados
Planejamento de necessidades	Definição de quantidades e itens a serem adquiridos, com base em demanda prevista	Inclusão de previsões de retorno e metas de reaproveitamento; integração de dados sobre itens a serem recuperados, <i>design</i> para remanufatura.	Organização Central (EMA, SGM), Diretorias Técnicas	Incerteza/complexidade da LR; barreiras estratégicas	Alinhamento estratégico e competitividade; aprimoramento do ciclo de vida e operações	Alinhamento estratégico; visão de ciclo de vida; governança
Obtenção de materiais	Aquisição de sobressalentes junto a fornecedores; contratos sem previsão de retorno	Inclusão de cláusulas de devolução e remanufatura em contratos; preferência por fornecedores que apoiam a LR	Organização Central, Fornecedores, Indústria	Geração de valor econômico	Geração de valor econômico;	Geração de valor; normatização; governança
Distribuição e uso	Entrega dos itens aos meios navais e OM de manutenção; uso e substituição de peças	Procedimento formal de devolução de sobressalentes usados ao depósito central (DepSMRJ); registro sistêmico do retorno	Usuários Finais (Navios, OM Manutenção), Depósitos	Questões dos fluxos de informação; desafios operacionais e de rede logística	Fortalecimento das relações com stakeholders; Fortalecimento das relações com stakeholders	Engajamento dos stakeholders; alinhamento estratégico; normatização
Triagem e destinação	(Inexistente no fluxo tradicional)	Inspeção técnica, classificação dos itens retornados: reuso, remanufatura, reciclagem ou descarte	Depósitos, Diretorias Técnicas, Parceiros Industriais	Regulamentação e conformidade; desafios operacionais e de rede logística; questões dos fluxos de informação	Aprimoramento do ciclo de vida e operações; sustentabilidade conformidade e responsabilidade; Geração de valor econômico	Visão de ciclo de vida; governança; geração de valor
Reinserção Reaproveitamento	(Inexistente no fluxo tradicional)	Itens recuperados retornam ao estoque como disponíveis para uso ou são destinados à reciclagem/descarte final controlado	Depósitos, Indústria, Recicladores, Órgãos Ambientais	Regulamentação e conformidade	Sustentabilidade conformidade e responsabilidade; Geração de valor econômico	Normatização; geração de valor; visão de ciclo de vida

Fonte: elaborado pelo autor

Legenda e breve explicação do modelo:

- Os **macroprocessos** seguem a lógica do ciclo logístico descrito nos Capítulos 3 e 5.
- O **fluxo direto** corresponde à atual operação linear, do planejamento ao consumo.
- O **fluxo reverso proposto** corresponde às etapas inovadoras e integradoras recomendadas na tese.
- **Stakeholders** são listados conforme mapeamento detalhado nas seções 5.2 e 2.3.
- **Barreiras e impulsionadores** são resumidos conforme diagnóstico empírico e revisão de literatura (Cap. 2, 3 e 4).
- Os **princípios fundamentais** do modelo são explicitados em cada etapa, evidenciando o vínculo entre análise e proposição.

Em conclusão, o modelo integrado proposto atende ao objetivo geral de **aprimorar o apoio logístico aos meios navais através da logística reversa**. Ele faz isso **preenchendo as lacunas** identificadas entre a situação atual e a logística reversa: incorpora fluxos de devolução hoje inexistentes, atribui responsabilidades, aproveita o conhecimento disperso sobre mercados secundários e estabelece uma abordagem estratégica para a LR. A implementação bem-sucedida desse modelo pode **auxiliar a gestão de sobressalentes da MB**. Em um contexto de orçamentos restritos e crescentes desafios tecnológicos, **navegar à montante** – isto é, agir proativamente no fluxo reverso– torna-se não apenas uma iniciativa sustentável, mas também uma necessidade estratégica para garantir que a Marinha do Brasil continue cumprindo sua missão com eficácia e inovação

7. CONCLUSÃO

Chegando ao final desta tese, observa-se que a realização da pesquisa se justificou ante a possível contribuição da LR para a gestão logística de sobressalentes da MB, o que afeta diretamente a prontidão operacional da Esquadra, e, por consequência, a missão da MB. Além disso, diante da crescente complexidade logística, de restrições orçamentárias, obsolescência dos meios navais da Esquadra, de questões de cerceamento tecnológico e de pressões por sustentabilidade, a integração da LR destacou-se como alternativa para mitigação de tais desafios.

Além disso, havia uma lacuna acadêmica, qual seja: poucos estudos examinavam a aplicação da LR em cadeias de suprimentos militares, sendo que nenhum focado em sobressalentes navais. Soma-se a isso, o fato de não se ter revisões sistemáticas de literatura que abordassem o tema da LR de sobressalentes, tampouco que se desvelasse em identificação de *stakeholders*, barreiras e impulsionadores. Neste sentido, a tese buscou explorar esse *gap* de pesquisa.

Após o desenvolvimento do trabalho e a obtenção dos resultados, observa-se que a adoção sistemática de práticas de LR na MB pode aumentar a disponibilidade dos meios navais, diminuir estoques ociosos e custos de manutenção, prolongar o ciclo de vida de componentes, além de assegurar conformidade com políticas ambientais. A tese entrega, portanto, contribuições concretas em linha com sua motivação inicial, oferecendo caminhos para contribuir na solução de desafios logísticos identificados na MB.

Ao longo de sua execução, o trabalho desenvolvido manteve estreita vinculação com a LP III - Política, Gestão e Logística em Ciência, Tecnologia e Inovação no Ambiente Marítimo do PPGEM-EGN, uma vez que o tema investigado enquadra-se nos três eixos da área de concentração do PPGEM – Defesa, Governança e Segurança Marítima: ao propor melhorias nos processos logísticos da MB (defesa), tratar a logística como elemento estratégico e gerencial dentro das políticas da Força (governança) e buscar aumentar a disponibilidade e prontidão dos meios navais diante de ameaças e necessidades no ambiente marítimo (segurança), de maneira que a pesquisa abordou a gestão de sobressalentes com enfoque em inovação tecnológica e organizacional na gestão logística de sobressalentes, o que reflete diretamente na LP III.

No que tange aos objetivos traçados, o objetivo geral, propor um modelo teórico que integre a LR à gestão dos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes da MB, nos serviços prestados aos meios da Esquadra, foi perseguido por meio de etapas estruturadas que corresponderam aos objetivos específicos. Primeiramente, a RSL proporcionou o embasamento teórico necessário ao relacionar LR com a gestão de sobressalentes, partindo da apresentação de conceitos, processos e fatores críticos, para então se direcionar à análise a partir de categorias temáticas, que posteriormente se desdobraram na identificação de *stakeholders*, barreiras e impulsionadores da LR de sobressalentes.

Em seguida, por meio da análise documental, de dados e de artigos acerca do SAbM, examinou-se a organização atual dos macroprocessos logísticos da MB, com foco nos processos que envolvem sobressalentes. Traçada a estrutura macroprocessual dessa cadeia, partiu-se para as análises empíricas, tendo por base os artigos produzidos que analisavam a cadeia logística de sobressalentes. Verificou-se que diretrizes e manuais logísticos da MB não mencionam a LR dentro de um processo estruturado no ciclo de suprimentos: um achado que indicou um vazio normativo importante a ser preenchido

Em decorrência do exposto, foi conduzido um diagnóstico de maturidade em LR para cadeia de sobressalentes da Esquadra, cuja aplicação permitiu avaliar o estágio atual em que a MB se encontra nesse domínio. Identificou-se um quadro geral de baixa maturidade, com diversas dimensões avaliadas situando-se próximas ao nível 1 do modelo adaptado. Constatações centrais recaíram na inexistência de metas claras para LR, a falta de sincronização entre o planejamento de suprimentos e os retornos de peças, bem como a carência de uma abordagem consistente de reuso e recuperação de sobressalentes, fatores esses evidenciados pelas baixas pontuações médias nesses quesitos e pela predominância de respostas no nível mínimo da escala. Esse diagnóstico indica que, no estado atual, a LR na MB opera de forma incipiente e reativa, sendo tratada muitas vezes como atividade marginal e não integrada aos macroprocessos principais.

O modelo integrado de LR proposto ao final desta tese constitui uma das principais contribuições do estudo, ao articular de forma integrada os resultados teóricos e empíricos levantados. Estruturado com base nos macroprocessos logísticos da MB, o modelo contempla elos de retorno, reinserção e destinação final de

sobressalentes, apresentando possibilidade de mudança de uma cadeia linear para uma lógica circular. Sua concepção incorporou os achados da revisão de literatura, os dados da análise documental do SAbM e os pontos críticos evidenciados pelo diagnóstico de maturidade, de modo a apresentar uma estrutura aderente à realidade da MB.

Adentrando os objetivos específicos, o OE1 – relacionar a LR à cadeia de sobressalentes da MB, identificando *stakeholders*, barreiras e impulsionadores - foi alcançado mediante a realização de buscas parametrizadas em bases de dados Scopus e *Web of Science*, utilizando termos-chaves referentes a *supply chain*, *reverse logistics* e *spare parts*. Esse levantamento resultou em 33 referências relevantes, analisadas qualitativamente (análise de conteúdo temática) e sob o prisma da teoria dos *stakeholders*, mapeando os conceitos-chave, processos envolvidos e identificando os principais atores, barreiras e impulsionadores relacionados à implementação da LR em cadeias de sobressalentes. Essa etapa forneceu o alicerce teórico necessário para a pesquisa.

Como contribuição metodológica vinculada ao OE1, a pesquisa, para realização da RSL, desenvolveu, por meio da técnica de *snowballing*, um processo de cinco etapas para a realização deste tipo de revisão, na área de administração e gestão das operações. Os resultados foram apresentados sinteticamente no quadro 3.

Teoricamente, foi verificada a evolução do conceito de LR, que inicialmente voltava-se à reciclagem e preocupações ambientais com resíduos sólidos, porém com a atual definição composta por um processo de planejamento, execução e controle do fluxo de materiais, produtos e informações do ponto de consumo de volta à origem, com objetivo de recapturar valor ou destinar adequadamente os produtos, envolvendo atividades de coleta, triagem, reprocessamento (reuso, reparo, remanufatura ou reciclagem) e redistribuição de produtos no pós-consumo, fechando o ciclo produtivo.

Essa definição permitiu realizar a diferenciação de outros conceitos, que por vezes se entrelaçam ou se confundem, como CLSC, EC e logística verde, sustentável e cadeias de suprimentos sustentáveis. Da mesma forma, o conceito viabilizou mapear o fluxo da LR (figura 6).

Procedeu-se, então, à realização de uma análise de conteúdo temática, que teve por resultado a classificação de seis categorias: T1 - processos envolvidos na LR; T2 – gestão do ciclo de vida sob a ótica da LR de peças sobressalentes; T3 - pós-venda e o papel da LR de sobressalentes; T4 - desempenho econômico da LR em cadeias de sobressalente; T5 - desafios na gestão da LR de sobressalentes; e T6 - sustentabilidade e questões regulatórias.

Com as categorias temáticas analisadas e tendo por base o recorte teórico escolhido, mapeou-se os principais stakeholders envolvidos, desde organizações centrais na cadeia de suprimentos até usuários finais, passando por parceiros externos de apoio e órgãos reguladores, as barreiras (31 no total) e os impulsionadores (42 no total) para a implementação da LR em cadeias de sobressalentes.

Como forma de facilitar a análise e como contribuição teórica, os elementos foram agrupados da seguinte forma, stakeholders reunidos em organização central, usuários finais, rede externa de apoio à LR de sobressalentes, e ambiente legal; barreiras, sintetizados em incerteza/complexidade da LR, desafios operacionais e de rede logística, questões dos fluxos de informação, barreiras econômicas, barreiras estratégicas, e regulamentação e conformidade; e impulsionadores, congregados em geração de valor econômico, alinhamento estratégico e competitividade, aprimoramento do ciclo de vida e operações, sustentabilidade, conformidade e responsabilidade, além de fortalecimento das relações com stakeholders

Já o OE2, analisar a cadeia logística de sobressalentes da MB, com enfoque nos serviços prestados pelo SAbM à Esquadra, foi cumprido por meio de uma análise documental das normas e dados do SAbM. Foram examinados documentos oficiais, como o Manual de Logística da MB (EMA-400), as Normas para Execução do Abastecimento (SGM-201) e a Doutrina de Logística Militar (MD), além de dados extraídos do sistema de informações logísticas (SINGRA), levantamentos orçamentários do Tesouro Gerencial e artigos empíricos. Essa análise detalhou a estrutura atual dos macroprocessos logísticos de sobressalentes na MB e permitiu confrontar a teoria normativa com a realidade operacional, evidenciando a ausência da LR nos processos formalizados da cadeia de suprimentos.

Analizou-se ainda a organização atual dos macroprocessos logísticos da cadeia de sobressalentes para navios da Esquadra da MB, tendo sido destacada a importância do SAbM como principal articulador do fluxo de materiais da Força, por meio das funções logísticas de suprimento, parte da função manutenção e da função transporte, entendendo-se que a manutenção é a principal consumidora de sobressalentes. Além disso, foi verificado que esse sistema é composto por órgãos hierarquizados, porém centralizando políticas e descentralizando a execução.

O OE3 – avaliar o nível de maturidade em LR da cadeia de sobressalentes da MB: foi atingido por meio da aplicação de um diagnóstico de maturidade, utilizando um questionário baseado no modelo teórico proposto por Janse, Schuur e Brito (2010). O instrumento foi direcionado a militares envolvidos na gestão de sobressalentes para obter uma visão ampla do sistema. A coleta e análise das respostas permitiram mensurar o estágio atual de maturidade da MB em LR.

Para se chegar ao modelo que seria utilizado, a tese, no campo teórico, realizou o mapeamento dos estudos referentes a modelos de avaliação de maturidade em LR, sendo que a partir de quadros sintéticos foi possível analisar a escolha que melhor se adaptou ao objeto dessa tese. Nesse sentido, outros pesquisadores, tendo esses achados em mãos, podem assim o fazer e adaptar ou utilizar os modelos existentes para realizar as análises que se julgarem necessárias no desenvolvimento de suas pesquisas.

Prosseguindo para a avaliação empírica, o diagnóstico de maturidade apontou que a cadeia de sobressalentes da MB opera atualmente em um baixo nível de maturidade em LR. De modo geral, os resultados do questionário aplicado posicionaram a MB entre os estágios simples e imaturo (iniciais na escala de maturidade), com variações modestas entre as dimensões avaliadas. Ficou evidenciada a inexistência de metas claras referentes à LR, bem como a falta de sincronização entre o planejamento de suprimentos e os retornos de peças. Além disso, práticas de reuso e recuperação de componentes ainda não estão estabelecidas de forma consistente. Esses pontos ficaram patentes pelas baixas pontuações médias em quesitos correspondentes e pela predominância de respostas no nível mínimo da escala em diversas perguntas.

Constatou-se assim que a LR na MB, no estado atual, é realizada de forma incipiente e reativa, tratada muitas vezes como atividade marginal, desconectada dos macroprocessos logísticos principais. Esse diagnóstico, embora apresente um cenário desafiador, foi essencial para direcionar as recomendações do estudo, indicando quais áreas carecem de desenvolvimento prioritário para se avançar na integração da LR

Finalizando com o último objetivo específico: OE4 – desenvolver um modelo integrado que incorpore a LR aos macroprocessos da cadeia de suprimentos de sobressalentes na MB, visando aos serviços prestados aos meios da Esquadra, teve sua consecução por meio da síntese dos achados das etapas anteriores e da elaboração de uma proposta de modelo de logística reversa integrada. Combinando os conhecimentos teóricos (OE1), o entendimento dos processos vigentes (OE2) e os resultados do diagnóstico de maturidade (OE3), concebeu-se um modelo ajustado à realidade institucional da MB. Esse modelo incorpora fluxos de retorno e reaproveitamento de sobressalentes nos macroprocessos logísticos existentes, servindo como *framework* para implementação prática de melhorias na gestão de sobressalentes da Esquadra.

O OE4 constitui a principal contribuição propositiva da tese. O modelo delineado apresenta aprimoramentos concretos para incorporar fluxos de LR aos macroprocessos de suprimentos da MB. Assim, etapas como planejamento, obtenção, armazenagem, distribuição e manutenção de sobressalentes passariam a contemplar procedimentos para a devolução de peças usadas ou excedentes, inspeção e recondicionamento quando viáveis, reincorporação ao estoque ou descarte ecologicamente correto. O modelo integrado de LR proposto ao final desta tese, portanto, constitui uma das principais contribuições do estudo, ao articular de forma integrada os resultados teóricos e empíricos levantados. Este modelo é composto pela figura 10, fluxograma 3 e o Quadro 17.

Dentre as principais medidas recomendadas, destaca-se a necessidade de institucionalizar a LR no âmbito do SAbM, garantindo que essas práticas deixem de ser apenas iniciativas pontuais para se tornarem parte integrante e formalizada dos processos organizacionais, o que implica sua incorporação aos normativos acerca da logística na MB, definindo claramente responsabilidades, procedimentos e fluxos para o retorno, o reaproveitamento e o descarte adequado de materiais.

Essa atualização normativa deve estabelecer metas e indicadores específicos para as atividades, viabilizando o monitoramento contínuo de seu desempenho. Ademais, a adoção de metas claras confere direcionamento à implementação, garantindo que não seja uma diretriz abstrata, e sim um processo com resultados mensuráveis e alinhados aos propósitos institucionais.

Recomenda-se, ainda, que os envolvidos na cadeia de suprimentos recebam treinamento específico e contínuo sobre a LR, de forma a abranger desde conceitos gerais até aspectos práticos, como a identificação de itens passíveis de reutilização ou reciclagem, o manuseio e armazenamento de materiais devolvidos, e o cumprimento da legislação pertinente, no tocante a descarte ambientalmente adequado de resíduos, para que se tenha percepção de valor nessa atividade e, pouco a pouco, obtenham-se mudanças culturais nesta área.

Além disso, ter estabelecido o fluxo das informações com o auxílio de ferramentas de TI desponta como caminho prático e necessário para viabilizar e aperfeiçoar a integração da LR. É de conhecimento deste autor, o processo de elaboração de um novo sistema de apoio às atividades logísticas, denominado SINGRA-GCV (Gestão do Ciclo de Vida), de forma que é recomendável a implementação nesse novo sistema do gerenciamento dos fluxos reversos, permitindo o registro detalhado e o acompanhamento em tempo real de cada etapa do processo de devolução e reaproveitamento de sobressalentes. Um sistema de informação integrado aumentará a visibilidade sobre os estoques retornados e as condições dos materiais recebidos, o que facilita a tomada de decisões quanto ao destino de cada item.

Importa salientar que todas essas recomendações precisam ser analisadas à luz da realidade orçamentária, estrutural e institucional da MB, pois a viabilidade das propostas depende de um equilíbrio entre a real percepção do benefício das mudanças sugeridas e os recursos disponíveis para concretizá-las. Nesse sentido, propõe-se que a implantação das ações seja feita de forma escalonada e progressiva, iniciando por ações de baixo custo, como a atualização das normas e a realização de projetos-piloto de LR em algumas unidades. Sugere-se iniciar com alguns dos programas da MB para construção de novos meios, pois seria uma forma de, desde a concepção, conseguir implementar processos sistemáticos de LR.

Caso se opte pela implementação da LR em processos da cadeia de sobressalentes, é fundamental que haja apoio da alta administração naval para direcionar esforços e recursos, como reforço à integração da LR a essa cadeia.

Todavia, é importante observar que a LR não é a solução definitiva para o pleno funcionamento da cadeia logística de sobressalentes para os meios da Esquadra, pelo contrário, o que se objetivou foi apresentar algo que contribua para o aprimoramento dessa cadeia, que junto com outros elementos ainda não presentes, podem realizar essa função de melhoria.

Cumprе reconhecer ainda que, apesar de seus avanços, a pesquisa apresenta limitações inerentes ao seu recorte empírico e ao campo de aplicação. Por se tratar de uma proposta inserida em um contexto organizacional específico, os resultados obtidos não podem ser automaticamente generalizados. Além disso, a aplicação do modelo proposto depende de fatores institucionais, normativos e culturais que escapam ao alcance imediato desta tese. Não se procedeu, ademais, à mensuração direta de impactos financeiros e operacionais decorrentes da integração da LR nos processos estudados.

Quanto a sua originalidade, a tese apresentou, sobretudo, capacidade de sistematizar, no contexto dos meios da Esquadra, a aplicação da LR como forma de aprimoramento da cadeia logística de sobressalentes. Do ponto de vista institucional, a tese apresentou contribuições ao identificar lacunas normativas e operacionais na atual gestão da logística de sobressalentes da MB em relação à LR, além de traçar um panorama sobre essa questão. Propõe-se, assim, a integração da LR como elemento estruturante da cadeia de suprimentos, no auxílio ao redesenho de processos logísticos e para o fortalecimento da prontidão operacional dos meios navais, de forma a contribuir na redução dos impactos do cerceamento tecnológico, da obsolescência e de questão de restrição orçamentária.

Por fim, aponta-se como perspectiva de estudos futuros a possibilidade de expandir a análise para outras categorias de materiais dentro da própria MB, quantificação dos efeitos práticos, com análise de eficiência, otimização ou custo-benefício. Outro caminho relevante diz respeito à realização de estudos comparativos e de implementação em outras Forças Armadas. Ademais, a tese evidencia a pertinência de se investigar com maior profundidade o papel das TI e automação no

suporte à LR e os impactos advindos da indústria 4.0, além de contribuições para a sustentabilidade.

Anexo A - Questionário de nível de maturidade em Logística Reversa

Questionário de nível de maturidade em Logística Reversa

Este questionário faz parte do desenvolvimento de uma tese do Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval sobre macroprocessos de gestão da cadeia de suprimentos de sobressalentes para a Marinha do Brasil, com foco na integração da gestão da logística reversa de sobressalentes.

O modelo de diagnóstico proposto por Janse, Schuur e Brito (2010) é uma ferramenta estratégica para avaliar e otimizar os processos de retorno de sobressalentes.

Essa abordagem diagnóstica é uma das etapas da pesquisa e fornecerá dados sobre a maturidade da logística reversa na cadeia de suprimentos da Marinha do Brasil, permitindo que o projeto proponha soluções práticas e efetivas para aprimorar esses processos.

Referência

JANSE, B.; SCHUUR, P.; BRITO, M. P. A reverse logistics diagnostic tool: The case of the consumer electronics industry. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 47, n. 5–8, p. 495–513, 6 mar. 2010.

Tempo médio de preenchimento: 10 minutos

IMPORTANTE - a solicitação de e-mail, no início deste questionário, visa à garantia de que só haja uma resposta por respondente, de forma que o e-mail não será coletado, ou seja, este pesquisador não terá acesso a esta informação.

Pesquisa: Análise dos Macroprocessos de Gestão da Cadeia de Suprimentos de Sobressalentes para a Marinha do Brasil e sua Integração na Gestão da Logística Reversa

Pesquisador Responsável: Paulo Cezar Tonacio Junior

Orientador: Prof. Dr. CMG (RM1-FN) Adriano Lauro

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos

Contato do Pesquisador: pctonacio@gmail.com / (21) 98280-8264

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

LEIA COM ATENÇÃO

1.Introdução

Você está sendo convidado(a) a participar desta fase da pesquisa, que **tem como objetivo investigar os macroprocessos de gestão da cadeia de suprimentos de Sobressalentes para navios da Marinha do Brasil, com o escopo dos serviços**

prestados aos meios da esquadra sob a ótica da integração da Gestão da Logística Reversa de sobressalentes. O presente Termo visa garantir que sua participação seja voluntária e que você esteja ciente de todos os aspectos relacionados à sua contribuição.

2.Objetivo do Estudo

Esta etapa do estudo visa avaliar o nível de maturidade dos processos de logística reversa na gestão de sobressalentes da Marinha do Brasil.

3.Participação Voluntária

Sua participação é **voluntária e anônima**. Isso significa que não haverá nenhuma associação entre sua identidade e suas respostas, garantindo total confidencialidade. O seu envolvimento, ou a decisão de não participar, **não acarretará nenhum impacto em suas atividades profissionais, promoções ou avaliações na carreira.**

4. Importância da Participação com Independência

Reconhecemos a importância da **hierarquia** e da **disciplina** dentro da estrutura organizacional da Marinha do Brasil. Contudo, ressaltamos que sua contribuição para este questionário deve refletir **suas experiências e percepções pessoais**, livre de qualquer pressão ou influência externa. O intuito desta pesquisa é obter uma visão realista e precisa dos processos de logística reversa, de modo a identificar áreas de melhoria. Portanto, pedimos que suas respostas sejam honestas e autênticas, independentemente de sua posição hierárquica ou de seus superiores.

5. Privacidade e Confidencialidade

As informações fornecidas serão tratadas de forma reservada e somente serão utilizadas para fins desta pesquisa. Nenhuma resposta será associada diretamente ao nome do participante, e os resultados serão apresentados de forma agregada, garantindo que a identidade dos respondentes seja preservada.

6. Riscos e Benefícios

Não há riscos previstos para sua participação neste estudo. Os benefícios esperados são o aprimoramento dos processos logísticos da Marinha

7. Desistência e Retirada

Você tem o direito de desistir de participar do estudo a qualquer momento, sem que isso cause qualquer prejuízo a você ou a sua carreira. Caso opte por se retirar, nenhuma das suas informações já fornecidas será utilizada na pesquisa.

8. Esclarecimentos

Caso tenha dúvidas ou precise de mais informações sobre a pesquisa ou sobre seus direitos como participante, entre em contato com o pesquisador responsável.

Declaração de Consentimento

Declaro que fui devidamente informado(a) sobre os objetivos e procedimentos do presente estudo, e compreendo que minha participação é voluntária, confidencial e que posso me retirar a qualquer momento sem qualquer prejuízo. Compreendo também que devo responder com total honestidade, independentemente de qualquer fator hierárquico ou disciplinar. Após ter lido e compreendido as informações acima, **concordo em participar** deste estudo.

☐ Eu aceito livremente responder o questionário

Antes de iniciar a pesquisa, precisamos saber: você possui conhecimento do que seja logística reversa e sua possibilidade de aplicação em sobressalentes para navios?

☐ SIM

☐ NÃO

Obs.: Caso o participante marque “não”, será mostrada a definição de Logística Reversa utilizada na tese:

DEFINIÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA

Logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais, produtos e informações, do ponto de consumo ao ponto de origem, para recuperar, reciclar ou descartar de forma adequada itens componentes de equipamentos, além do próprio equipamento durante todo o seu ciclo de vida.

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONDENTE

Em qual dessas situações a sua OM se encaixa:

☐ Navio

☐ Comando de Força

☐ Depósito Primário

☐ Órgão de Controle de Inventário

☐ Diretoria Especializada

☐ Órgão de Direção Setorial

☐ Órgão de Direção Geral

☐ Nenhuma das opções

QUESTIONÁRIO

Marque as afirmativas a seguir conforme a sua percepção a respeito da cadeia de suprimentos de sobressalentes para navio da Marinha do Brasil

Escolha a afirmativa com base em sua vivência e experiência nesta cadeia de suprimentos

ÁREA DE AVALIAÇÃO - Estratégia de Negócio

Como ocorre a integração estratégica da logística reversa na cadeia de suprimentos de sobressalentes do para navios (SAbM)?

- 1 - A gestão da logística reversa é apenas um complemento da cadeia de sobressalentes
- 2 - A gestão da logística reversa é parte secundária da estratégia da cadeia de sobressalentes
- 3 - A gestão da logística reversa é semi-integrada na estratégia da cadeia de sobressalentes
- 4 - A gestão da cadeia reversa é parte integral da estratégia da cadeia de sobressalentes

ÁREA DE AVALIAÇÃO - Gestão da cadeia de suprimentos reversa e o estabelecimento de metas

De que forma o gerenciamento da logística reversa engloba o processo de retorno de sobressalentes?

- 1 – Os retornos de sobressalentes são irrelevantes e gerenciados puramente como um fator de custo, sendo a peça sobressalente descartada, sem retorno
- 2 - A importância dos retornos dos sobressalentes é reconhecida, mas não há consciência sobre como lidar com este processo
- 3 - Há um foco estratégico nos retornos dos sobressalentes, sendo gerenciado tanto em questão de custos e como melhoria do valor agregado do mesmo
- 4 - A logística reversa é um processo estratégico e gerador de resultados financeiros e operacionais positivos.

Qual abordagem utilizada da cadeia de suprimentos em relação ao gerenciamento do retorno dos sobressalentes?

- 1 - Há uma abordagem isolada e pontual para gerenciar retornos em cada parte da cadeia
- 2- Ocorre uma abordagem multifuncional para gerenciar retornos dos sobressalentes para navios

3 - Uma abordagem integral da cadeia de suprimentos é adotada para gerenciar retornos de sobressalentes para navios

4 - Uma abordagem abrangente da cadeia de suprimentos é adotada para gerenciar retornos de sobressalentes para navios

Como a existência de metas claras de logística reversa é tratada nos processos da cadeia de sobressalentes?

1 - Metas para gestão da logística reversa de sobressalentes não estão estabelecidas

2- Metas de gestão da logística reversa de sobressalentes estão estabelecidas para partes do processo de retorno

3 - Metas de gestão da logística reversa de sobressalentes estão estabelecidas para todos os processos

4 - Metas de gestão da logística reversa de sobressalentes estão estabelecidas de maneira integral para todos os processos

ÁREA DE AVALIAÇÃO - Gestão de sobressalentes

Como ocorre a sincronização do planejamento de sobressalentes em relação ao retorno dessas peças na cadeia de suprimentos?

1 - Planejamento e previsões de sobressalentes não incorporam os retornos dessas peças

2 - Previsões de curto prazo são usadas no planejamento e previsão de retorno de sobressalentes

3 - A previsão de retorno faz parte integral do planejamento de sobressalentes

4 - Planejamento sincronizado e integral da demanda de sobressalentes e da previsão de retorno dessas peças

ÁREA DE AVALIAÇÃO - Mercados secundários e processos de reuso

Qual o conhecimento sobre mercados secundários / paralelos / alternativos?

1 - Existe conhecimento sobre estes mercados para itens sobressalentes recuperados ou para recuperação desses, porém é irrelevante para cadeia de sobressalentes

2- Existe conhecimento sobre estes mercados para itens sobressalentes recuperados ou para recuperação desses e está disponível para cadeia de sobressalentes

3 - O conhecimento sobre a oferta e a demanda a respeito dos mercados para itens sobressalentes recuperados ou para recuperação desses é usado durante os processos de retorno

4 - O conhecimento avançado dos mercados para itens sobressalentes recuperados ou para recuperação desses é integrado às decisões de gestão de fluxos reversos

Qual o nível de reuso de sobressalentes excedentes?

1 - Equipamentos sem defeito excedentes são descartados como produtos defeituosos

2 - Equipamentos sem defeito excedentes são usados para retirada de sobressalentes

3 - Os mercados e centros consumidores secundários são identificados para retornos de equipamentos sem defeito excedentes

4 - Mercados consumidores primários são identificados para equipamentos sem defeito excedentes

ÁREA DE AVALIAÇÃO - Recuperação (remanufatura) de sobressalentes

Como está estruturada a estratégia de recuperação de equipamentos/equipagens?

1 - Existe uma estratégia de recuperação equipamentos/equipagens, porém não é estruturada

2 - Há uma estratégia de recuperação claramente definida com base na viabilidade econômica e técnica das opções de recuperação

3 - Uma estratégia claramente definida de recuperação está alinhada com a estratégia de logística reversa e a estratégia de negócios

4 - Há uma estratégia de recuperação totalmente alinhada com base na viabilidade econômica, técnica e ambiental das opções de recuperação

AVALIAÇÃO PESSOAL DO QUESTIONÁRIO

Avalie em uma escala de 1 a 5 o quão seguro você se sentiu para preencher este questionário, em relação às informações nele contidas

☐

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

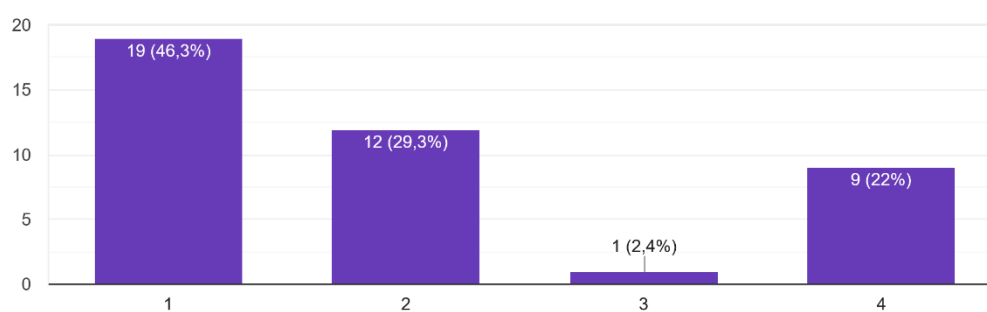
- FIM DO QUESTIONÁRIO -

Anexo B – Respostas consolidadas do questionário

Respondentes: 41

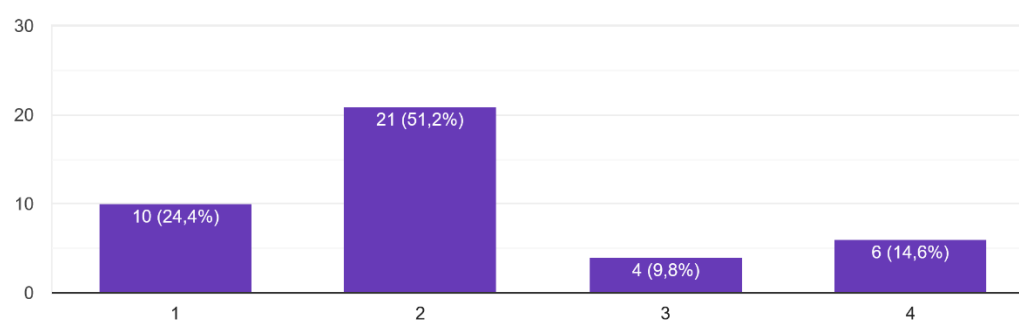
ÁREA DE AVALIAÇÃO - Estratégia de Negócio

Como ocorre a integração estratégica da logística reversa na cadeia de suprimentos de sobressalentes do para navios (SAbM)?

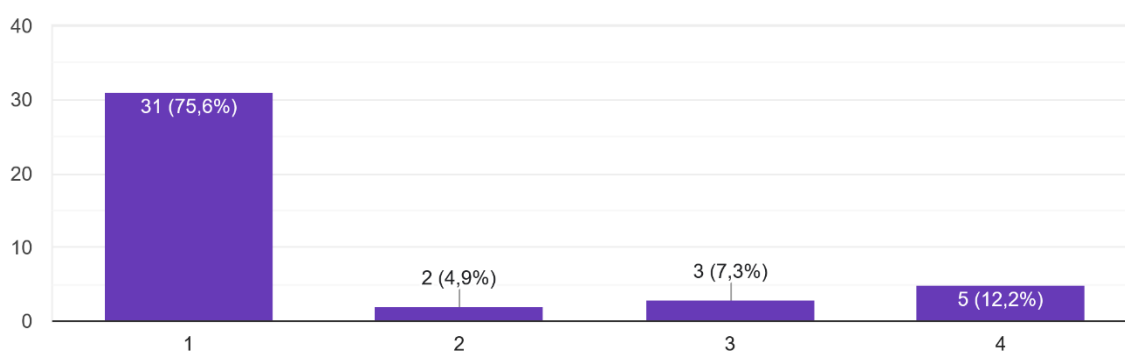


ÁREA DE AVALIAÇÃO - Gestão da cadeia de suprimentos reversa e o estabelecimento de metas

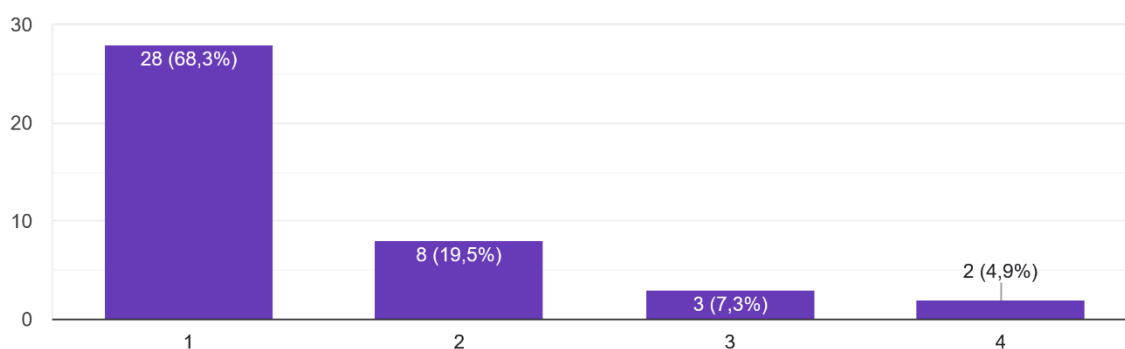
De que forma o gerenciamento da logística reversa engloba o processo de retorno de sobressalentes?



Qual abordagem utilizada da cadeia de suprimentos em relação ao gerenciamento do retorno dos sobressalentes?

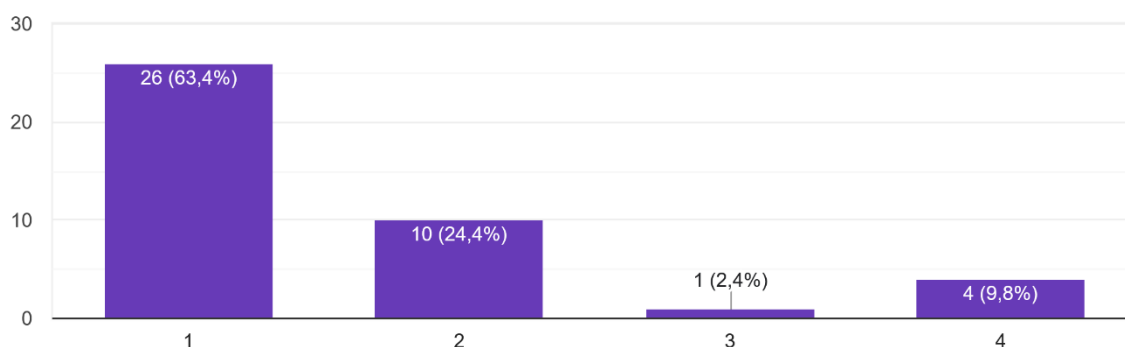


Como a existência de metas claras de logística reversa é tratada nos processos da cadeia de sobressalentes?



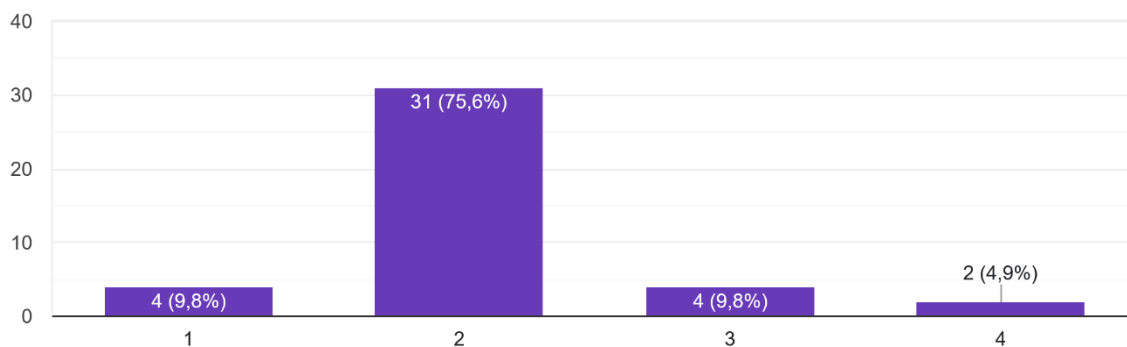
ÁREA DE AVALIAÇÃO - Gestão de sobressalentes

Como ocorre a sincronização do planejamento de sobressalentes em relação ao retorno dessas peças na cadeia de suprimentos?



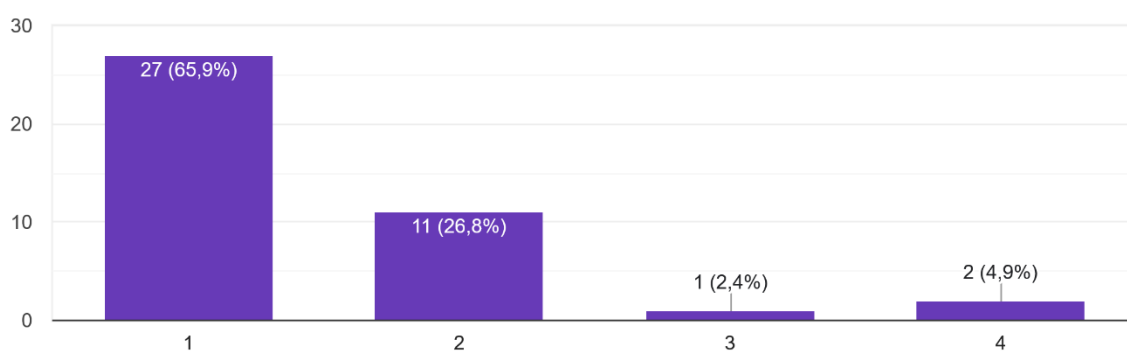
ÁREA DE AVALIAÇÃO - Mercados secundários e processos de reuso

Qual o nível de reuso dos sobressalentes excedentes?



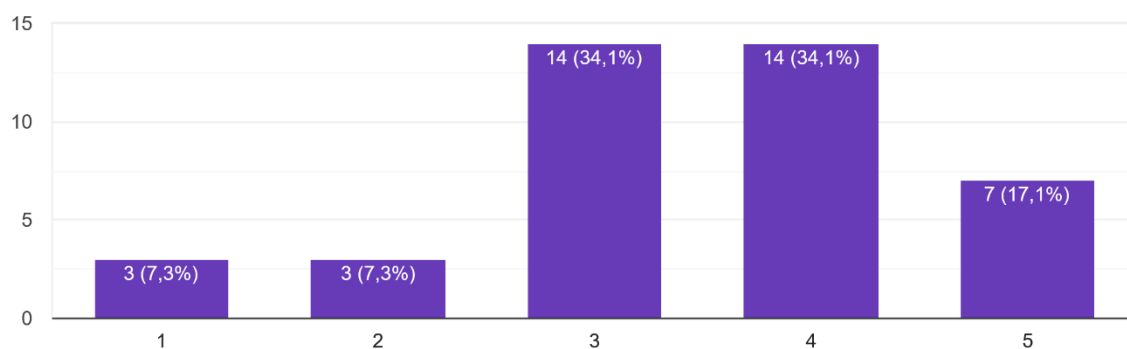
AREA DE AVALIAÇÃO - Recuperação (remanufatura) de sobressalentes

Como está estruturada a estratégia de recuperação de equipamentos/equipagens?



AVALIAÇÃO PESSOAL DO QUESTIONÁRIO

Avalie em uma escala de 1 a 5 o quão seguro você se sentiu para preencher este questionário, em relação às informações nele contidas



REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, T.; DIABAT, A.; SIMCHI-LEVI, D. Sustainable supply chain design: A closed-loop formulation and sensitivity analysis. **Production Planning and Control**, v. 23, n. 2–3, p. 120 – 133, 2012.
- ACHROL, R. S.; REVE, T.; STERN, L. W. The Environment of Marketing Channel Dyads: A Framework for Comparative Analysis. **Journal of Marketing**, v. 47, n. 4, p. 55–67, 1 set. 1983.
- AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q. A literature review and perspectives in reverse logistics. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 97, p. 76–92, 1 abr. 2015.
- AKCALI, E.; BAYINDIR, Z. P. Analyzing the effects of inventory cost setting rules in a disassembly and recovery environment. **Internacional Journal of Production Research**, v. 46, n. 1, p. 267–288, 2008.
- ALSADAT BANIHASHEMI, T.; FEI, J.; SHU-LING CHEN, P. Exploring the relationship between reverse logistics and sustainability performance A literature review. **Modern Supply Chain Research and Applications**, v. 1, n. 1, p. 2–27, 2019.
- ALGHAIL, Adnan; YAO, Liu; ABBAS, Mohammed; MOHAMED, Yahia. Assessment of knowledge process capabilities toward project management maturity: an empirical study. **Journal of Knowledge Management**, ago. 2021.
- AMBROS, C. C. Defense and development industry: theoretical controversies and implications in industrial policy. **AUSTRAL: Brazilian Journal of Strategy & International Relations**, v. 6, n. 11, p. 136–158, 3 out. 2017.
- AMINI, M. M.; RETZLAFF-ROBERTS, D.; BIENSTOCK, C. C. Designing a reverse logistics operation for short cycle time repair services. **International Journal of Production Economics**, v. 96, n. 3, p. 367–380, 18 jun. 2005.
- ANDRADE, I. DE O.; E SILVA, M. M. DE F. F.; HILLEBRAND, G. R. L.; FRANCO, L. G. A. **Submarino nuclear brasileiro: Defesa nacional e externalidades tecnológicas**. Brasília: Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2018. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/211378>>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- ANTONIO, R. L. DA C. Desafios da Marinha do Brasil na promoção da segurança nacional. **Revista da EGN**, v. 24, n. 1, p. 148–177, 2018.
- ARAUJO, J. V. G. A.; SANTOS, M.; GOMES, C. F. S.; Desenvolvimento de um código em Python para geração de Matrizes de Correlação de Pearson com laços a partir de “n” variáveis tomadas duas a duas. **Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha, Rio de Janeiro, RJ, Brasil**, 2019.
- ARYEE, R. Theoretical perspectives in reverse logistics research. **International Journal of Logistics Management**, v. 35, n. 6, p. 1897–1920, 28 out. 2024.

AZARIAN, M.; YU, H.; SHIFERAW, A. T.; STEVIK, T. K. Do We Perform Systematic Literature Review Right? A Scientific Mapping and Methodological Assessment. **Logistics**, v. 7, n. 4, p. 89, 27 nov. 2023.

BALLOU, R. H. A evolução e o futuro da logística e do gerenciamento da cadeia de suprimentos. **Produção**, v. 16, n. 3, p. 375–386, set. 2006.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos-: Logística Empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman editora, 2009.

BANSAL, G.; ANAND, A.; TIWARI, S. Role of remanufacturing in product development and related profit estimation. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, p. 124016, 20 dez. 2020.

BARBI, F.; REI, F. C. F. Mudanças climáticas e agenda de adaptação nas cidades brasileiras. **Revista Catalana de Dret Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 1–34, 27 out. 2021.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa. **Portugal: Edições**, v. 70, 1977.

BAUMEISTER, R. F.; LEARY, M. R. Writing narrative literature reviews. **Review of General Psychology**, v. 1, n. 3, p. 311–320, 1997.

BELHADI, A.; KAMBLE, S. S.; CHIAPPETTA JABBOUR, C. J.; MANI, V.; KHAN, S. A. R.; TOURIKI, F. E. A self-assessment tool for evaluating the integration of circular economy and industry 4.0 principles in closed-loop supply chains. **International Journal of Production Economics**, v. 245, p. 108372, 1 mar. 2022.

BEZERRA, M. R. **Análise da atual estrutura logística da Marinha do Brasil, relacionada aos sobressalentes, frente aos desafios decorrentes da incorporação dos novos submarinos**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: PUC-Rio, jun. 2015.

BHAGWAT, A. F.; CHITRAO, P. V. Life cycle management for Indian Naval Warship equipment. **Systems and Sustainability: Proceedings of ICT4SD**, v. 1, 2021.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D.; COOPER, M.; BOWERSOX, J. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Mc Graw Hill, 2013.

BUCKS, Marc B.; WILLIAMS, Daphne. **Maintaining a competitive advantage: an analysis of the efficiency and effectiveness of the marine corps'assessment and authorization process**. 2021. MBA Thesis. Monterey, CA; Naval Postgraduate School.

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 1 fev. 2025

BRASIL. **Política e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília-DF, 2016.

BRICK, E. S. A conceptual framework for defense logistics. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 4, p. e4062, 17 out. 2019.

BRITO, M. P. DE; DEKKER, R. A framework for reverse logistics. *In: Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chains*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2004. p. 3-27

CALIARI, T.; GIESTEIRA, L. F.; TEIXEIRA, F. O.; CARDOSO, B S. C. Defense Industrial Base and Network Structure: Measurement, Analysis and Public Policies for the Brazilian Case. **Defence and Peace Economics**, 3 abr. 2025.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Triple helix, Quadruple helix and Quintuple helix and how do Knowledge, Innovation and the Environment relate to Each other? a proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. **International Journal of Social Ecology and Sustainable Development**, v. 1, n. 1, p. 41–69, 2010.

CARTER, C.; ELLRAM, L. Reverse logistics: a review of the literature and framework for future investigation. **Journal of Business Logistics**, v. 19, n. 1, 1998.

CHAVES, G. DE L. D.; GIURIATTO, N. T.; FERREIRA, K. A. Reverse logistics performance measures: a survey of Brazilian companies. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 2, p. 1–18, 18 jun. 2020.

CHATTERJEE, Sheshadri; GHOSH, Soumya Kanti; CHAUDHURI, Ranjan. Knowledge management in improving business process: an interpretative framework for successful implementation of AI–CRM–KM system in organizations. **Business Process Management Journal**, v. 26, n. 6, p. 1261-1281, 2020.

CHILESHE, N.; RAMEEZDEEN, R.; HOSSEINI, M. R. Drivers for adopting reverse logistics in the construction industry: A qualitative study. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 23, n. 2, p. 134–157, 21 mar. 2016.

CHOUINARD, M.; D'AMOURS, S.; AÏT-KADI, D. Design of Reverse Logistics Networks for Multiproducts, Multistates, and Multiprocessing Alternatives. *Em: Trends in Supply Chain Design and Management*. London: Springer London, 2007. p. 181–211.

CHRISTOPHER, M. **Logística E Gerenciamento Da Cadeia De Suprimentos**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

CLARK, W. R.; CLARK, L. A.; RAFFO, D. M.; WILLIAMS, R. I. Extending Fisch and Block's (2018) tips for a systematic review in management and business literature. **Management Review Quarterly**, v. 71, n. 1, p. 215–231, 1 fev. 2021.

CLAUSEWITZ, C. **On war**. Londres: Penguin UK, 2003.

COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT. **The growth and development of logistics personnel**. Mississippi: Council of Logistics Management, 1999.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS (CSCMP). **Supply Chain Management Definitions and Glossary**. 2013 Disponível em: <https://cscmp.org/CSCMP/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921>. Acesso em: 20 nov. 2024.

CREEL, L. **Ripple effects: population and coastal regions**. Washington, DC: Population reference bureau, 2003.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de Pesquisa: Metodo Quantitativo, Qualitativo e Misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, Undertaking a literature review: a step-by-step approach. **British journal of nursing**, v. 17, n. 1, p. 38-43, 2008.

DAMODARAN, A. **Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset**. 3. ed. Nova Jersey: Wiley, 2012.

DEMIR, S.; GUNDUZ, M. A.; KAYIKCI, Y.; PAKSOY, T. Readiness and Maturity of Smart and Sustainable Supply Chains: A Model Proposal. **Engineering Management Journal**, v. 35, n. 2, p. 181–206, 3 abr. 2023.

DIABAT, A.; ABDALLAH, T.; HENSCHER, A. A closed-loop location-inventory problem with spare parts consideration. **Computers and Operations Research**, v. 54, p. 245 – 256, 2015.

DIJKMAN, Remco; VANDERFEESTEN, Irene; REIJERS, Hajo A. Business process architectures: overview, comparison and framework. **Enterprise Information Systems**, v. 10, n. 2, p. 129-158, 2016.

DIRETORIA DE ABASTECIMENTO DA MARINHA. **ABASTCMARINST 20-01A - Procedimentos complementares para a execução do Abastecimento**. Rio de Janeiro – RJ: 2021.

DIXON-WOODS, M.; BONAS, S.; BOOTH, A.; JONES, D. R.; MILLER, T.; SUTTON, A. J.; SHAW, R. L.; SMITH, J. A.; YOUNG, B. How can systematic reviews incorporate qualitative research? A critical perspective. **Qualitative Research**, v. 6, n. 1, p. 27–44, 1 fev. 2006.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285–296, 1 set. 2021.

DOURADO, I. P.; MARQUES, A. DE O. O tripé da sustentabilidade brasileira. **Revista GESTO-Debate**, v. 7, n. 01–30, 12 nov. 2023.

DUBEY, A.; CHOUBEY, A. P. D. A. A systematic review on k-means clustering techniques. **Int J Sci Res Eng Technol (IJSRET, ISSN 2278–0882)**, v. 6, n. 6, 2017.

DURUGBO, C. M. After-sales services and aftermarket support: a systematic review, theory and future research directions. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH**, v. 58, n. 6, p. 1857–1892, mar. 2020.

FANG-LIN, S. The Value-analysis and Path-selection of the Reverse-logistics of Spare-parts in China. **Logistics Sci-tech**, 2010.

FELIX, L. A. G. **Potencial disruptivo da manufatura aditiva: influência nas cadeias de suprimentos e uma aplicação na marinha do brasil**. Dissertação. 102 p. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 10 abr. 2017.

FEREDAY, J.; MUIR-COCHRANE, E. Demonstrating Rigor Using Thematic Analysis: A Hybrid Approach of Inductive and Deductive Coding and Theme Development. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 5, n. 1, p. 80–92, mar. 2006.

FERGUSON, M. E.; SOUZA, G. C. **Closed-loop supply chains: New developments to improve the sustainability of business practices**. Leeds: Auerbach Publications, 2010.

FILGUEIRAS, M. V. Apoio logístico integrado e gestão do ciclo de vida dos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais: o emprego do sistema de custos da marinha na gestão do ciclo de vida dos meios da marinha do brasil. **Caderno de Ciências Navais**, v. 3, n. 1, p. 313–345, 2019.

FLEISCHMANN, M.; NUNEN, J. A. E. E. VAN; GRÄVE, B. Integrating Closed-Loop Supply Chains and Spare-Parts Management at IBM. **Interfaces**, v. 33, n. 6, p. 44–56, 2003.

FLEISCHMANN, M.; NUNEN, J. VAN; GRÄVE, B.; GAPP, R. **Reverse logistics - Capturing value in the extended supply chain. In: Supply chain management on demand: Strategies, technologies, applications**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 167-186.

FONSECA, L. C. DE A. DA; SANTOS, R. F.; LIMA, T. F.; SOUZA, W. C. DE. Previsão de demanda intermitente: uma investigação empírica na cadeia de sobressalentes da marinha do brasil. **Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - Publicação Online**, v. 3, n. 1, p. 2081–2098, 8 jun. 2020.

FREEDMAN, Lawrence. **Strategy: A history**. Oxford: Oxford University Press, 2015.

GALANIS, P. Systematic review and meta-analysis. **Medicina Intensiva (English Edition)**, v. 42, n. 7, p. 444–453, 1 out. 2018.

GENCHEV, S. E.; GLENN RICHEY, R.; GABLER, C. B. Evaluating reverse logistics programs: A suggested process formalization. **The International Journal of Logistics Management**, v. 22, n. 2, p. 242–263, 16 ago. 2011.

GINTER, P. M.; STARLING, J. M. Reverse Distribution Channels for Recycling. **California Management Review**, v. 20, n. 3, p. 72–82, 1 abr. 1978.

GLOBAL MARKET INSIGHTS (GMI). **Spare Parts Logistics Market Size**. Selbyville: 2024.

GOVINDAN, K.; BOUZON, M. From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. **Journal of Cleaner Production**, v. 187, p. 318–337, 20 jun. 2018.

GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 3, p. 603–626, 1 fev. 2015.

GRANEHEIM, U. H.; LUNDMAN, B. Qualitative Content Analysis in Nursing Research: Concepts, Procedures and Measures to Achieve Trustworthiness. **Nurse Education Today**, 2004.

GRANT, M. J.; BOOTH, A. A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health Information and Libraries Journal**, v. 26, n. 2, p. 91–108, jun. 2009.

GREGOR, S.; HEVNER, A. R. Positioning and presenting design science research for maximum impact. **MIS Quarterly**, v.37, n.2, p.337-355, 2013.

GUARNIERI, P.; VIEIRA, B. DE O.; CAPPELLESO, G.; ALFINITO, S.; SILVA, L. C. E. Analysis of Habits of Consumers Related to e-Waste Considering the Knowledge of Brazilian National Policy of Solid Waste: A Comparison among White, Green, Brown and Blue Lines. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 18, p. 11557, 1 set. 2022.

GUÉRIN, E.; GOTTSCHALL, S. Feeling the Strain: Understanding the Relationship between Stress and Physical Activity in Members of the Royal Canadian Navy. **Military medicine**, 1 fev. 2024.

GUIDE, V. D. R.; WASSENHOVE, L. N. VAN. The evolution of closed-loop supply chain research. **Operations Research**, v. 57, n. 1, p. 10–18, jan. 2009.

GULTINAN, J.; NWOKOYE, N. **Reverse channels for recycling: an analysis for alternatives and public policy implications**. American Marketing Association Proceedings. **Anais**.1974.

HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, v.28, n.1, p.75-105, 2004.

HIEBL, M. R. W. Sample Selection in Systematic Literature Reviews of Management Research. **Organizational Research Methods**, v. 26, n. 2, p. 229–261, 1 abr. 2023.

HOLWEG, M.; PIL, F. K. Theoretical Perspectives on the Coordination of Supply Chains. **Journal of Operations Management**, 2007.

HSIEH, H. F.; SHANNON, S. E. Three Approaches to Qualitative Content Analysis. **Qualitative Health Research**, v. 15, n. 9, p. 1277-1288, 2005.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, 2010.

IDO, S.; SHIMRIT, P. F. Blue is the new green – Ecological enhancement of concrete based coastal and marine infrastructure. **Ecological Engineering**, v. 84, p. 260–272, 1 nov. 2015.

JACYNA, M.; SEMENOV, I. Models of vehicle service system supply under information uncertainty. **Eksplotacja i Niezawodność-Maintenance and Reliability**, v. 22, n. 4, p. 694–704, 2020.

JANSE, B.; SCHUUR, P.; BRITO, M. P. A reverse logistics diagnostic tool: The case of the consumer electronics industry. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 47, n. 5–8, p. 495–513, 6 mar. 2010.

JOMINI, A. H. The art of war. In: **The Roots of Logistics**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 29-40.

KALOGIERAKI, E. M.; APOSTOLOU, D.; POLEMI, N.; PAPASTERGIOU, S. Knowledge management methodology for identifying threats in maritime/logistics supply chains. **Knowledge Management Research and Practice**, v. 16, n. 4, p. 508–524, 2 out. 2018.

KLUEBER, R. G.; MCCANN, H.; WEHRLE, R.; KNOPF, T. **Service innovation in spare parts logistics in the business aviation industry**. 2009 IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing, CEC 2009. **Anais**. 2009. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-70449421630&doi=10.1109%2fCEC.2009.82&partnerID=40&md5=4d02542f175bf386d9da8389add8f5a4>> Acesso em: 3 out.2024.

KOVACIC, W. E.; SMALLWOOD, D. E. Competition Policy, Rivalries, and Defense Industry Consolidation. **Journal of Economic Perspectives**, v. 8, n. 4, p. 91–110, 1 nov. 1994.

KRIPPENDORFF, K. **Content analysis: An introduction to its methodology**. Los Angeles: Sage publications, 2018.

KROON, L.; VRIJENS, G. Returnable containers: An example of reverse logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 25, n. 2, p. 56–68, 1 mar. 1995.

KULSHRESTHA, N.; AGRAWAL, S.; SHREE, D. Spare parts management in industry 4.0 era: a literature review. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 30, n. 1, p. 248–283, 23 fev. 2024.

KUMAR, S.; SUREKA, R.; LIM, W. M.; KUMAR MANGLA, S.; GOYAL, N. What do we know about business strategy and environmental research? Insights from Business Strategy and the Environment. **Business Strategy and the Environment**, v. 30, n. 8, p. 3454–3469, 1 dez. 2021.

KURNIAWAN, T. A.; MEIDIANA, C.; GOH, H. H.; ZHANG, D.; OTHMAN, M. H. D.; AZIZ, F.; ANOUZLA, A.; SARANGI, P. K.; PASARIBU, B.; ALI, I. Unlocking synergies between waste management and climate change mitigation to accelerate decarbonization through circular-economy digitalization in Indonesia. **Sustainable Production and Consumption**, v. 46, p. 522–542, 1 maio 2024.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; e ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. reimp. São Paulo: Atlas, v. 310, 2007.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in Supply Chain Management. **Industrial Marketing Management**, v. 29, n. 1, p. 65–83, 1 jan. 2000.

- LAMBERT, D. M.; TOWLE, J. G. A Theory of Return for Deposit: Economic and Logistical Implications of Legislation. **California Management Review**, v. 22, n. 4, p. 65–73, 1 jul. 1980.
- LARSEN, S. B.; MASI, D.; FEIBERT, D. C.; JACOBSEN, P. How the reverse supply chain impacts the firm's financial performance: A manufacturer's perspective. **International journal of physical distribution & logistics management**, v. 48, n. 3, SI, p. 284–307, 2018.
- LEE, K. H.; NOH, J.; KHIM, J. S. The Blue Economy and the United Nations' sustainable development goals: Challenges and opportunities. **Environment International**, v. 137, p. 105528, 1 abr. 2020.
- LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009. v. 1
- LEMERANDE, T. J. **Fleet life cycle management: Applying asset management to sustain a multi-class submarine Fleet**. Proceedings of the submarine science technology and engineering conference Adelaide. **Anais**. 2017. p. 5-7.
- LIANG, Z.; QING-MIN, L.; REN-YANG, L. Optimal inventory control of spare parts based on storage availability. **Proceedings of the 28th Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2016**, p. 6409–6414, 3 ago. 2016.
- LONGO, E.; DE, W.; MOREIRA, S. O acesso a “tecnologias sensíveis”. **Tensões Mundiais**, v. 5, n. 9, p. 73–122, 2009.
- LONGO, W. P. E. INDÚSTRIA DE DEFESA: Pesquisa, Desenvolvimento Experimental e Engenharia. **Revista da Escola Superior de Guerra**, v. 25, n. 52, p. 7–37, 25 ago. 2011.
- LUTTWAK, E. N. **Strategy**. Cambridge: Harvard University Press, 2002.
- MAJIWALA, H.; KANT, R. A state-of-art review of circular economy in the supply chain management: scientometric mapping. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 33, n. 5, p. 1226–1248, 2022.
- MAKAROVA, I.; PASHKEVICH, A.; LENIK, K. S. AND P. **Improvement of automotive spare parts delivery in the context of markets globalization**. Proceedings of the International Conferences on WWW/Internet 2018 and Applied Computing 2018. **Anais**. 2018. p. 370-374.
- MAKAROVA, I.; SHUBENKOVA, K.; BUYVOL, P.; SHEPELEV, V.; GRITSENKO, A. The Role of Reverse Logistics in the Transition to a Circular Economy: Case Study of Automotive Spare Parts Logistics. **FME TRANSACTIONS**, v. 49, n. 1, p. 173–185, 2021.
- MAKAROVA, IRINA; SHUBENKOVA, K.; MAVRIN, V.; MUKHAMETDINOV, E.; BOYKO, A.; ALMETOVA, Z.; SHEPELEV, V. Features of Logistic Terminal Complexes Functioning in the Transition to the Circular Economy and Digitalization. **Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure**, v. Part F1406, p. 415 – 527, 2020.

MAKAROVA, I.; SHUBENKOVA, K.; MAVRIN, V.; MUKHAMETDINOV, E.; BOYKO, A.; ALMETOVA, Z.; SHEPELEV, V. *In: Modelling of the interaction of the different vehicles and various transport modes*. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 415-527.

MAKAROVA, I.; SHUBENKOVA, K.; PASHKEVICH, A. **The Concept of the Decision Support System to Plan the Reverse Logistics in Automotive Industry**. 2018 26th international conference on software, telecommunications and computer networks (SOFTCOM). **Anais**. 2018.

MANIKAS, I.; SUNDARAKANI, B.; IAKIMENKO, V. Time-based responsive logistics for a maintenance service network. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 25, n. 4, p. 589–611, 20 set. 2019.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v.15, n.4, p.251-266, 1995.

MARCOLINO, R. C. P. L.; SANTOS, R. F.; GIGANTE, T. DA C. Análise da contribuição dos indicadores de desempenho estratégicos do Sistema de Abastecimento da Marinha na busca da efetividade logística. **Acanto em Revista**, v. 5, n. 5, p. 11–11, 2018.

MARINHA DO BRASIL. **EMA-400 - Manual de Logística da Marinha**. Brasília-DF, 2003.

MARINHA DO BRASIL. **PEM2040 | Marinha do Brasil**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/pem2040>>. Acesso em: 10 abr. 2020a.

MARINHA DO BRASIL. **SGM-201 - Normas para execução do abastecimento**. Brasília-DF, 2020b.

MARINHA DO BRASIL. **EMA-301 - Fundamentos Doutrinários da Marinha (FDM)**. Brasília-DF, 2023.

MASCLE, C. Product end-of-life problem in the context of reverse supply chain analysis. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 217, p. 51 – 62, 2018.

MENTZER, J. T.; STANK, T. P.; ESPER, T. L. Supply chain management and its relationship to logistics, marketing, production, and operations management. **Journal of Business Logistics**, v. 29, n. 1, p. 31–46, 1 mar. 2008.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **MD42-M-02 - Doutrina de Logística Militar**, 2016. Disponível em: <<https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/md42-m-02-dout-log-mil-3a-ed-2016-1.pdf/view>>. Acesso em: 23 abr. 2024

MIRANDA, R. F. Q.; BEZERRA, M. R.; GIGANTE, T. C.; DUARTE, D. L. Impactos da utilização de sistema de informação logístico no compartilhamento de informações na cadeia de suprimento de sobressalentes da marinha do brasil. **Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - Publicação Online**, v. 1, n. 1, p. 395–406, 19 ago. 2019.

- MO, D. Y. ; MA, C. Y. T. ; HO, D. C. K. ; WANG, Y; MO, D. Y.; MA, C. Y. T.; HO, D. C. K.; WANG, YUE. Design of a Reverse Logistics System with Internet of Things for Service Parts Management. **Sustainability**, v. 14, n. 19, p. 12013, 22 set. 2022.
- MOON, S. Predicting the Performance of Forecasting Strategies for Naval Spare Parts Demand: A Machine Learning Approach. **Management Science and Financial Engineering**, v. 19, n. 1, p. 1–10, 31 maio 2013.
- MOON, S.; HICKS, C.; SIMPSON, A. The development of a hierarchical forecasting method for predicting spare parts demand in the South Korean Navy—A case study. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 2, p. 794–802, 1 dez. 2012.
- MORANA, R.; SEURING, S. End-of-life returns of long-lived products from end customer - insights from an ideally set up closed-loop supply chain. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18–19, p. 4423–4437, 2007.
- MORLET, A.; POLLARD, S.; APPEL, F. **Waste not, want not. Capturing the value of the circular economy through reverse logistics**. United Kingdom: [s.n.].
- MOUSCHOUTZI, M.; PONIS, S. T. A comprehensive literature review on spare parts logistics management in the maritime industry. **The Asian Journal of Shipping and Logistics**, v. 38, n. 2, p. 71–83, 1 jun. 2022.
- MURPHY, P. A Preliminary Study of Transportation and Warehousing Aspects of Reverse Distribution. **Transportation Journal**, v. 25, n. 4, p. 12–21, 1986.
- MUTHA, A.; POKHAREL, S. Strategic network design for reverse logistics and remanufacturing using new and old product modules. **Computers & Industrial Engineering**, v. 56, n. 1, p. 334–346, 1 fev. 2009.
- NIKSERESHT, A.; GOLMOHAMMADI, D.; ZANDIEH, M. Sustainable green logistics and remanufacturing: a bibliometric analysis and future research directions. **International Journal of Logistics Management**, v. 35, n. 3, p. 755-803. 2024.
- NOBARI, A.; KHEIRKHAH, A. Integrated and dynamic design of sustainable closed-loop supply chain network considering pricing. **Scientia Iranica E**, v. 25, n. 1, p. 410–430, 2018.
- NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3. ed. São Paulo: Elsevier, 2007.
- OLEJNIK, M. K.-; WERNER-LEWANDOWSKA, K. The Reverse Logistics Maturity Model: How to determine reverse logistics maturity profile? - method proposal. **Procedia Manufacturing**, v. 17, p. 1112–1119, 2018.
- OLIVEIRA NETO, G. C. DE; CONCEIÇÃO SILVA, A. DA; FILHO, M. G. How can Industry 4.0 technologies and circular economy help companies and researchers collaborate and accelerate the transition to strong sustainability? A bibliometric review and a systematic literature review. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 20, n. 3, p. 3483–3520, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Systematic Reviews**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 1 dez. 2021.

PAUL, J.; CRIADO, A. R. The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know? **International Business Review**, v. 29, n. 4, p. 101717, 1 ago. 2020.

PEFFERS, K. *et al.* A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, v.24, n.3, p.45-77, 2007.

PEÑA-MONTOYA, C. C.; BOUZON, M.; TORRES-LOZADA, P.; VIDAL-HOLGUIN, C. J. Assessment of maturity of reverse logistics as a strategy to sustainable solid waste management. **Waste Management & Research**, v. 38, n. 1_suppl, p. 65–76, 23 maio 2020.

PEREIRA, R. **O que é a Amazônia Azul e por que o Brasil quer se tornar potência militar no Atlântico | Economia Azul | Marinha do Brasil**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/economia-azul/noticias/o-que-%C3%A9-amaz%C3%B4nia-azul-e-por-que-o-brasil-quer-se-tornar-pot%C3%Aancia-militar-no-atl%C3%A2ntico>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

PIMENTEL, R. M. L. **Aquisições de meios e o apoio logístico integrado: a importância do Plano de Apoio Logístico Integrado para a vida operativa dos meios navais da Marinha do Brasil**. Monografia. Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval, 2020.

PINHEIRO, C.; COMIS, D.; RODRIGUES, E. DE M. Ferramentas para Snowballing: Uma Revisão Sistemática e Comparativa da Literatura. **Escola Regional de Engenharia de Software (ERES)**, p. 149–158, 11 nov. 2024.

PLATTFAUT, Ralf. On the Importance of Project Management Capabilities for Sustainable Business Process Management. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 13, p. 7612, jun. 2022.

PULANSARI, F.; SUPARNO, N. A.; PARTIWI, S. G. A development of a framework for evaluation of reverse logistics maturity level. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 29, n. 2, p. 151–172, 2018.

QUARIGUASI NETO, J.; WALTHER, G.; BLOEMHOF, J.; NUNEN, J. A. E. E. VAN; SPENGLER, T. From closed-loop to sustainable supply chains: The WEEE case. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 15, p. 4463–4481, jan. 2010.

QUEIROZ, M. M.; TELLES, R.; BONILLA, S. H. Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. **Supply Chain Management**, v. 25, n. 2, p. 241–254, 24 fev. 2020.

- QUESADA, I. F. **The concept of reverse logistics. A review of literature.** Annual Conference for Nordic Researchers in Logistics (NOFOMA 03). **Anais.** 2003. p. 1-15.
- RAJPUT, S.; SINGH, S. P. Industry 4.0 model for integrated circular economy-reverse logistics network. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 25, n. 4–5, p. 837–877, 2022.
- RAMADHAN, S.; KUNCORO, A. D.; SOEMANTRI, A. I. The effect of supply chain management (SCM) and decision support system (DSS) warship spare parts on operation readiness naval fleet command ii. **Ekspektra : Jurnal Bisnis dan Manajemen**, v. 5, n. 1, p. 51–58, 12 abr. 2021.
- RAMANATHAN, U.; RAMANATHAN, R. (Ed.) **Sustainable Supply Chains: Strategies, Issues, and Models.** New York, NY, USA: Springer, 2020.
- RAMOS, T. R. P.; GOMES, M. I.; BARBOSA-PÓVOA, A. P. Planning a sustainable reverse logistics system: Balancing costs with environmental and social concerns. **Omega**, v. 48, p. 60–74, 1 out. 2014.
- RAY, A.; MONDAL, S. An optimisation approach for finding an optimal pricing in a hybrid manufacturing/remanufacturing system. **International Journal of Industrial and Systems Engineering**, v. 29, n. 1, p. 1–18, 2018.
- RIPANTI, E.; TJAHJONO, B.; FAN, I.-S. **Circular Economy in Reverse Logistics: Relationships and Potential Applications in Product Remanufacturing.** 20th Logistics Research Network (LRN) Conference. **Anais.** 2015.
- RODRIGUES, M. S. Plano Estratégico da Marinha PEM 2040. **Revista da EGN**, v. 27, n. 1, p. 13–30, 2021.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices.** University of Nevada. Reno: 1998.
- ROSIN, F.; FORGET, P.; LAMOURI, S.; PELLERIN, R. Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 6, p. 1644–1661, 18 mar. 2020.
- ROUDBARI, E. S.; GHOMI, S. M. T. F.; SAJADIEH, M. S. Reverse logistics network design for product reuse, remanufacturing, recycling and refurbishing under uncertainty. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 60, p. 473–486, jul. 2021.
- RUIZ-TORRES, A. J.; MAHMOODI, F.; OHMORI, S. Joint determination of supplier capacity and returner incentives in a closed-loop supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 215, p. 1351–1361, abr. 2019.
- SANTOS, T. Dotting the I's and crossing the T's on the fifty shades of blue economy: an urgent step to address the UN Ocean Decade. **Ocean and Coastal Research**, v. 69, p. e21040, 8 abr. 2022.
- SANTOS, T. Blue Economy and Sustainable Development Beyond Boxes. **Sustainable Development Goals Series**, v. Part F2766, p. 199–211, 2023.

SHAHIDZADEH, M. H.; SHOKOUHYAR, S.; JAVADI, F.; SHOKOOHYAR, S. Unscramble social media power for waste management: A multilayer deep learning approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 377, 2022.

SHANKMAN, N. A. Reframing the debate between agency and stakeholder theories of the firm. **Journal of Business Ethics**, v. 19, n. 4, p. 319–334, 1999.

SIDDAWAY, A. P.; WOOD, A. M.; HEDGES, L. V. How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. **Annual Review of Psychology**, v. 70, n. Volume 70, 2019, p. 747–770, 4 jan. 2019.

SILVA, A. L.; PAIVA, A. P. Methodology of scientific research in Brazil: nature of research, methods and processes of research. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e479111032264–e479111032264, 7 ago. 2022.

SIMONETTO, M.; SGARBOSSA, F.; BATTINI, D.; GOVINDAN, K. Closed loop supply chains 4.0: From risks to benefits through advanced technologies. A literature review and research agenda. **International Journal of Production Economics**, v. 253, p. 108582, 2022.

SINGH, A.; TRIVEDI, A. Sustainable green supply chain management: trends and current practices. **Competitiveness Review**, v. 26, n. 3, p. 265–288, 2016.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 104, p. 333–339, 1 nov. 2019.

SRIVASTAVA, S. K. Green Supply-chain Management: A State-of-the-art Literature Review. **International Journal of Management Reviews**, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.

STEVENSON, E. L. **A review of reverse logistics and Depot Level Repairable tracking in the United States Navy**. MBA thesis. Monterey: Naval Postgraduate School, 2005.

STOCK, J. R.; BOYER, S. L. Developing a Consensus Definition of Supply Chain Management: A Qualitative Study. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 39, n. 8, p. 690-711, 2009.

TAHIROV, N.; HASANOV, P.; JABER, M. Y. Optimization of closed-loop supply chain of multi-items with returned subassemblies. **International Journal of Production Economics**, v. 174, p. 1 – 10, 2016.

TAN, A. W. K.; YU, W. S.; ARUN, K. Improving the performance of a computer company in supporting its reverse logistics operations in the Asia-Pacific region. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 33, n. 1, p. 59 – 74, 2003.

TAN, J.; TAN, F. J.; RAMAKRISHNA, S. Transitioning to a Circular Economy: A Systematic Review of Its Drivers and Barriers. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 3, 2022.

THOMÉ, A. M. T.; SCAVARDA, A.; CERYNO, P. S.; REMMEN, A. Sustainable new product development: a longitudinal review. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 18, n. 7, p. 2195–2208, 1 out. 2016.

THOMÉ, A. M. T.; SCAVARDA, L. F.; SCAVARDA, A. J. Conducting systematic literature review in operations management. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 5, p. 408–420, 3 abr. 2016.

THORPE, G. C. **Pure Logistics : the science of war preparation**. Kansas City: Franklin Hudson Publishing Company 1914.

TILL, G. **Seapower: A guide for the twenty-first century**. Abingdon-on-Thames: Routledge, 2013.

TOMASIC, D.; DUKIC, G.; SAFRAN, M. Inventory management in reverse logistics - analysis of croatian automotive industry postsale practices. **Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette**, v. 20, n. 3, p. 541–547, jun. 2013.

TONACIO JUNIOR, P. C.; SANTOS, T. DOS; ALMEIDA, N. N. DE. Facilitadores e barreiras na integração entre planejamento e orçamento de defesa na marinha do brasil. **Revista da Escola Superior de Guerra**, v. 34, n. 72, p. 67–85, 13 fev. 2019.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207–222, 1 set. 2003.

TREVAS, J. Y. P. **A importância da Lei 8.630/93 para a modernização dos portos brasileiros : os casos de Pecém, Suape e Salvador**. Dissertação. Recife: UFPE, 2005.

TURKI, E.; JOUINI, O.; JEMAI, Z.; TRAIY, Y.; LAZRAK, A.; VALOT, P.; HEIDSEICK, R. Forecasting spare part extractions from returned systems in a closed-loop supply chain. **International Journal of Production Research**, v. 62, n. 21, p. 7860-7876, 2024.

TZIANTOPOULOS, K.; VLACHOS, D.; IAKOVOU, I. Additive Manufacturing: a Decision Support System for Spare Parts Inventory Management. **MIBES Transactions**, v. 10, n. 2, p. 140–147, 2016.

VASILIS VASILIAUSKAS, A.; IVANAUSKAS, S.; ČIŽIŪNIENĖ, K. Challenges of Ensuring Reverse Logistics in a Military Organization Using Outsourced Services. **Sustainability 2024, Vol. 16, Page 4569**, v. 16, n. 11, p. 4569, 28 maio 2024.

WANG, S.; WAN, J.; LI, D.; ZHANG, C. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. **International journal of distributed sensor networks**, v. 12, n. 1, p. 3159805, 2016.

WANG, W.; WANG, Z. Maintenance and repair supply chain and its inventory model based on reverse logistics. **Dongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Southeast University (Natural Science Edition)**, v. 37, n. SUPPL. 2, p. 305 – 308, 2007.

WANG, Y.; SHI, Q. Spare Parts Closed-Loop Logistics Network Optimization Problems: Model Formulation and Meta-Heuristics Solution. **IEEE Access**, v. 7, p. 45048–45060, 2019.

WANGANOO, L.; TRIPATHI, R. everse Logistics: Rebuilding Smart and Sustainable Transformation Based on Industry 4.0. *In: **Fostering Sustainable Development in the Age of Technologies***. Leeds: Emerald Publishing Limited, 2023. p. 129-143.

WANNER, Jonas; HOFMANN, Adrian; FISCHER, Marcus; IMGRUND, Florian; JANIESCH, Christian; GEYER-KLINGEBERG, Jerome. Process Selection in RPA Projects – Towards a Quantifiable Method of Decision Making. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (ICIS)*, 40., 2019, Munich. **Proceedings...** Munich: [s.n.], 2019.

WERNER-LEWANDOWSKA, K.; KOSACKA-OLEJNIK, M. Logistics maturity model for service company – theoretical background. **Procedia Manufacturing**, v. 17, p. 791–802, 2018.

WISSLER, J. E. **Logistics: The Lifeblood of Military Power**. 2018. Disponível em: <<https://www.heritage.org/military-strength-topical-essays/2019-essays/logistics-the-lifeblood-military-power>>. Acesso em: 12 abr. 2024.

XIE, X.; HUO, J.; ZOU, H. Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: A content analysis method. **Journal of Business Research**, v. 101, p. 697–706, 1 ago. 2019.

YOU, P.-S.; CHEN, Y.-H. **A heuristic approach for a reverse logistics system with multi-items and products**. TIRMDCM 2007: proceedings of the first international conference on technology innovation, risk management and supply chain management, vols 1 and 2. **Anais**.2007

YULIAWATI, E.; PRATIKTO; SUGIONO; NOVAREZA, O. Measuring the Reverse Logistics Performance of Construction Machinery Remanufacturing Company. **Journal of Southwest Jiaotong University**, v. 55, n. 3, 2020.

ZENGİN, M.; AMIN, S. H.; ZHANG, G. Closing the Gap: A Comprehensive Review of the Literature on Closed-Loop Supply Chains. **Logistics 2024, Vol. 8, Page 54**, v. 8, n. 2, p. 54, 13 maio 2024.

ZHANG, S.; HUANG, K.; YUAN, Y. Spare parts inventory management: A literature review. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 5, p. 1 – 23, 2021.

ZHANG, X.; HUANG, J.; LING, L. Study of China Green Supply Chain Management Policies and Standard. **Iop Conference Series Earth and Environmental Science**, Bristol: IOP Publishing, 2017. p. 012144.

ZHU, Q.; GENG, Y.; LAI, K. H.. Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. **Journal of environmental management**, v. 91, n. 6, p. 1324–1331, 2010.

ZIJM, H.; KLUMPP, M.; HERAGU, S.; REGATTIERI, A. Operations, Logistics and Supply Chain Management: Definitions and Objectives. **Lecture Notes in Logistics**, p. 27–42, 2019.

ZSIDISIN, G. A.; BRESLER, A.; HAZEN, B.; SNIDER, K. F.; WILKERSON, T. H. Research in defense logistics: where are we and where are we going? **Journal of Defense Analytics and Logistics**, v. 4, n. 1, p. 3–17, 18 jun. 2020.