

Utilização de mineração de processos aplicada às aquisições de sobressalentes da Marinha do Brasil

Autoria: C-ApA (IM) 2023 – DAbM - 5

RESUMO:

No contexto naval, uma cadeia de suprimentos de sobressalentes robusta é imprescindível à manutenção da operabilidade dos meios, em virtude, especialmente, do elevado montante financeiro demandado para aquisição desses itens e de sua importância estratégica para a confiabilidade de seus equipamentos. Nesse contexto, este estudo aborda a gestão da aquisição de sobressalentes na Marinha do Brasil (MB), com foco nos projetos dos motores MTU. Por intermédio de uma ferramenta de Mineração de Processos, denominada Disco, pode-se, a partir de dados de eventos (*event logs*) registrados no Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA), mapear e analisar a eficiência dos processos estruturados pelos normativos vigentes; descobrir caminhos (*paths*) alternativos realizados pelos usuários; e identificar um possível gargalo durante a determinação de necessidades desses materiais.

Palavras-chaves: *Process Mining*. Sobressalentes. Gerenciamento da cadeia de suprimentos.

1 INTRODUÇÃO

Vukić *et al.* (2021) destacam a importância de uma cadeia de suprimentos de sobressalentes capaz de garantir a manutenção das atividades operacionais de navios, bem como otimizar os custos totais necessários, com vistas à disponibilidade desses meios. Isso é particularmente significativo no contexto naval, dada a expressividade do custo desses itens e de sua relevância crítica à confiabilidade e à segurança de suas operações (NENNI; SCHIRALDI, 2013).

Embora diversos esforços com o propósito de analisar o gerenciamento da cadeia de sobressalentes tenham sido empreendidos, sob diferentes abordagens, este tema ainda não recebeu a importância necessária pela comunidade científica (VUKIĆ *et al.*, 2021).

No contexto da Marinha do Brasil (MB), foram realizadas publicações referentes ao abastecimento de sobressalentes (BEZERRA, 2015; NOGUEIRA, 2016; OLIVEIRA, 2017; CARVALHO, 2018; CHICARINO, 2018; LIMA, 2019), as quais buscaram a otimização das grandes revisões dos motores aplicados aos meios navais; analisar a estrutura da cadeia de suprimentos de sobressalentes (CSS); identificar os benefícios decorrentes da implementação do Depósito Especial da Empresa MTU-F (DepEspMTU-F); entre outros objetivos. Nesse sentido, cabe destacar o esforço empreendido por Lima (2019) para a apresentação das perspectivas nos Contratos de Longa Duração (CLD) celebrados junto à MTU, abrangendo a aquisição de sobressalentes e os serviços de revisão gerenciados pelo Arsenal da Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ) e pela Base Naval do Rio de Janeiro (BNRJ), bem como os desafios afetos à integração logística dos órgãos envolvidos nessa atividade.

Com esse intuito, o presente estudo pretende contribuir para ampliar a compreensão dos desafios atinentes, em particular, ao gerenciamento da aquisição dos sobressalentes na MB em todas as fases do ciclo logístico (BRASIL, 2016), com o propósito de conferir maior eficiência à atual estrutura administrativa da CSS e, por consequência, aos gastos públicos, a partir do estudo dos seus processos, estruturados com fulcro em normativos vigentes, por intermédio dos quais se pode identificar as competências necessárias à concretização dos seus propósitos de cada órgão envolvido (BRASIL, 2021c).

Processos são um conjunto de atividades realizadas sequencialmente, de acordo com uma estrutura preestabelecida estrategicamente, com o objetivo de atingir os resultados organizacionais (BRASIL, 2021c). Para facilitar o seu estudo, desenvolveu-se uma técnica

denominada Mineração de processos ou *Process Mining*, capaz de extrair, a partir dos registros afetos aos eventos realizados pela organização em seus sistemas de informação, mapas reais de como os processos são, de fato, conduzidos (AALST e CARMONA, 2022).

Face ao exposto, deseja-se perquirir sobre como o uso de ferramentas de *Process Mining* contribui à análise do mapeamento de processos, estruturado para a aquisição de sobressalentes na MB, para a identificação de possíveis gargalos. Para a realização desse objetivo principal, o presente estudo pretende alcançar os seguintes objetivos intermediários:

i. Apresentar o referencial teórico alusivo às atividades do abastecimento, com foco ao fornecimento de sobressalentes para revisões programadas, adquiridos pelo Contrato de Longa Duração (CLD) celebrado entre a Marinha do Brasil (MB) e a empresa MTU Friedrichshafen GMBH;

ii. Compreender e mapear a atual estrutura do arranjo relacionada ao fornecimento de sobressalentes da MB, em todas as fases básicas da logística militar (BRASIL, 2016), de modo a identificar todos os agentes envolvidos, bem como suas responsabilidades; e

iii. Identificar se há congruência entre como esses processos foram mapeados e como ocorrem na realidade, bem como possíveis gargalos ou áreas sobrecarregadas.

O presente trabalho foi estruturado em cinco tópicos: este se concentra aos aspectos introdutórios, para fins de contextualização sobre o tema, o problema e os objetivos escolhidos; no segundo tópico serão apresentados os conceitos basilares ao trabalho; na terceira parte, a metodologia aplicada com vistas à realização do objetivo será detalhada; no quarto tópico será efetuada uma análise dos dados coletados, bem como de seus resultados; e, por fim, no quinto tópico serão apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento desse estudo, mostra-se necessária a definição dos seguintes conceitos:

2.1 Cadeia de Suprimentos

Esse conceito apareceu, inicialmente, na década de 1980 (COOPER; LAMBERTE; PAGH, 1997) e, segundo o Council of Supply Chain Management Professionals (2013), pode-se definir uma cadeia de suprimentos como o intercâmbio de materiais e informações no processo logístico, abrangendo desde a compra de matéria-prima até a entrega do produto acabado ao usuário final, no qual todos os fornecedores, prestadores de serviços e clientes estão organicamente envolvidos. Trata-se de um conceito recente e que abrange a integração do processo logístico (BALLOU, 2006).

Destaca-se que, para Ballou (2006), o conceito de cadeia de suprimentos abrange não somente o conjunto de atividades ao longo do canal pelo qual matérias-primas são convertidas em produtos acabados para os clientes, mas também o descarte final desses produtos. Adicionalmente, pode-se também definir a cadeia de suprimentos como o conjunto de duas ou mais organizações envolvidas no fluxo de materiais, informações e recursos financeiros, as quais desempenham diversas funções, tais como: produção de materiais ou produtos acabados; prestação de serviços logísticos; e, inclusive, a de cliente final (STADLER, 2005).

2.2 Logística

O emprego da palavra “logística”, compreendida como o conjunto de atividades afetas ao suporte necessário ao desenvolvimento das ações em guerra, foi primeiramente realizado por Jomini, contemporâneo do grande estrategista militar Carl von Clausewitz (BRASIL, 2003).

No contexto da MB, define-se logística como:

A componente da arte da guerra que tem como propósito obter e distribuir às Forças Armadas os recursos de pessoal, material e serviços em quantidade, qualidade,

momento e lugar por elas determinados, satisfazendo as necessidades na preparação e na execução de suas operações exigidas pela guerra. (BRASIL, 2003, p. 1-3)

Já no contexto empresarial, pode-se definir a logística como o processo de planejamento, implementação e controle de procedimentos com vistas à eficiência e à eficácia do transporte e armazenamento de bens; e do fluxo de informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, em conformidade às necessidades do cliente (CSCMP, 2013). Cabe destacar que a logística é parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos (BALLOU, 2006; CSCMP, 2013, tradução nossa).

2.3 Abastecimento

Conceitua-se abastecimento como o conjunto de atividades cujo propósito é prever e prover, para as Forças e demais Organizações Militares (OM) da Marinha do Brasil (MB), o material necessário para mantê-las em condições de plena eficácia e eficiência (BRASIL, 2020b). Isso é garantido por intermédio de um fluxo adequado de materiais entre a fonte de obtenção até as Organizações Militares Consumidoras (OMC) (BRASIL, 2020b), o qual abrange, de acordo com a Doutrina de Logística Militar (2016), as seguintes fases básicas: Determinação de necessidades; Obtenção; e Distribuição.

Dada a necessidade do Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) de manter um sistema de informações e de gerência de materiais para o apoio de todas as necessidades supramencionadas, foi criado, pela Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM), o Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA) (BRASIL, 2020b). Dentre seus diversos módulos, o foco deste trabalho se restringirá ao subsistema “Gerência de Projetos”, desenvolvido, principalmente, para a gerência do abastecimento de sobressalentes aos meios navais previstos no Programa Geral de Manutenção (PROGEM) (BRASIL, 2020b).

2.4 Programa Geral de Manutenção (PROGEM)

O PROGEM é um documento de planejamento confeccionado pelo Setor Operativo da MB, em conformidade com o Ciclo de Atividades de cada meio, para um período de quatro anos, e que tem como propósito “propiciar aos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais a plena capacidade operativa” (BRASIL, 2002, p. 3-2).

Para sua elaboração, são coligidas as necessidades de todos os meios, bem como informações relativas à disponibilidade prevista de sobressalentes necessários à execução dos Períodos de Manutenção fornecidas pelo SAbM, além de outros fatores condicionantes, tais como: a disponibilidade de recursos financeiros; mão-de-obra das Organizações Militares Prestadoras de Serviços (OMPS); duração média e a frequência de execução dos diversos Períodos de Manutenção (PM), bem como as prioridades de atendimento estabelecidas pela alta administração (BRASIL, 2002).

2.5 Contrato Administrativo

Para Meirelles (1971, p. 25), trata-se de:

Todo o ajuste celebrado pela Administração Pública, agindo nessa qualidade, com particular ou com outra entidade administrativa, para a realização de serviço, execução de obra, fornecimento de materiais, gêneros ou equipamentos, ou qualquer outra prestação de interesse público. O contrato administrativo é bilateral, comutativo, oneroso, formal, realizado *intuitu personae* e destinado a satisfazer um interesse público caracterizado. Isto quer dizer que as obrigações assumidas devem ser recíprocas, equivalentes, remuneradas, expressas num instrumento escrito, para cumprimento pessoal do obrigado e atendimento de finalidade pública específica indicada no ajuste (Cf. nosso Direito administrativo brasileiro, 2.& ed., 1966, p. 227 e seg.).

Nesse sentido, Amorim (2017) enfatiza a necessidade de se estabelecer, nesse instrumento, as condições para a sua execução, expressas em cláusulas que definam os direitos, as obrigações e as necessidades das partes.

2.6 Gerenciamento de Processos de Negócio

Processos consistem no conjunto de atividades e comportamentos executados, dentro de uma sequência determinada (BRASIL, 2021c), para alcançar resultados organizacionais almejados (ABPMP, 2013; BRASIL, 2021c). Tais processos precisam ser gerenciados (BRASIL, 2021c), conforme evidencia a figura 1:

Figura 1: Ciclo de gerenciamento de processos



Fonte: Brasil (2021c)

Nesse contexto, define-se Gerenciamento de Processos de Negócio ou *Business Process Management* (BPM) como uma forma de representar o conjunto de esforços empreendidos pelas organizações (sejam elas com ou sem fins lucrativos), com vistas à entrega de valor para o cliente final ou ao suporte de outros processos, de uma forma que transcende as estruturas funcionais tradicionais, *i.e.*, compreendendo todo o trabalho realizado para a entrega do produto ou serviço para o qual o processo foi planejado, bem como toda estrutura organizacional envolvida para a sua concretização (ABPMP, 2013).

Hammer (2013) conceitua BPM como um sistema integrado de gestão de desempenho de negócios, cujo propósito é a gestão de seus processos desde sua concepção, a partir da qual será necessário o contínuo monitoramento, com vistas a eventuais mudanças necessárias. Por meio de BPM, pode-se criar “processos de alto desempenho, que funcionam com custos mais baixos, maior velocidade, maior acurácia, melhor uso de ativos e maior flexibilidade” (HAMMER, 2013, p.7).

2.7 Process Mining

Trata-se de uma abordagem analítica cujo propósito consiste em extrair conhecimento de dados de eventos (*event logs*) registrados em Sistemas de Informação (SI), com o objetivo de analisar e melhorar processos organizacionais (TANKHIWALE e SINGH, 2016).

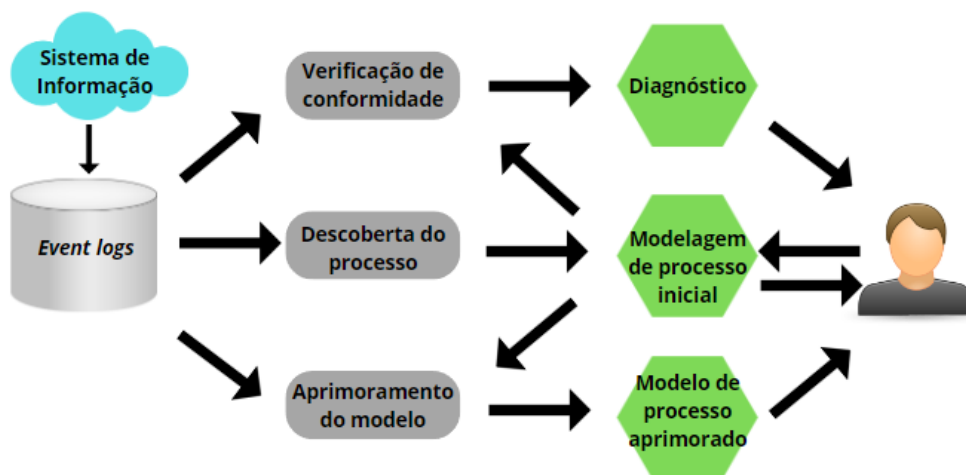
Ao automatizar a descoberta, o monitoramento e a análise de processos reais, o *Process Mining* permite que as organizações compreendam melhor como seus processos operam na prática, identificando gargalos, padrões e eventuais oportunidades de melhoria (TANKHIWALE e SINGH, 2016).

Além disso, ao analisar os registros de eventos, essa técnica possibilita a visualização dos processos em sua forma real, revelando variações, desvios e comportamentos que podem impactar a eficiência e a eficácia operacional (RUDNITCKAIA, 2016).

Em síntese, essa técnica objetiva melhorar a operacionalidade dos processos, por intermédio de um uso sistemático do registro dos *event logs*, o qual proporciona *insights* afetos ao diagnóstico da performance processual; identifica gargalos ou desvios; melhora a automação; e reduz a possibilidade de retrabalho (AALST e CARMONA, 2022). Para melhorar essa compreensão, Aalst (2011) a distingue sob três diferentes abordagens (figura 2):

- i. Descoberta do processo, por intermédio dos mapeamentos extraídos a partir dos dados de eventos;
- ii. Verificação de conformidade entre o processo mapeado e como as atividades são efetivamente realizadas; e
- iii. Aprimoramento do modelo, de modo a corrigir eventuais discrepâncias identificadas.

Figura 2: Abordagens do *Process Mining*



Fonte: Aalst (2011, tradução nossa)

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Esta pesquisa possui caráter qualitativo, porquanto se deseja obter explicações dos fenômenos observados a partir das informações coligidas (CRESWELL, 2007) e, com relação à sua classificação, adotar-se-á a taxonomia proposta por Vergara (2011), a qual norteia o desenvolvimento dos estudos segundo dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa descritiva (GIL, 2010), face à intenção de compreender e descrever os papéis de cada partícipe da CSS da MB, bem como perscrutar seu real desempenho no mapeamento planejado.

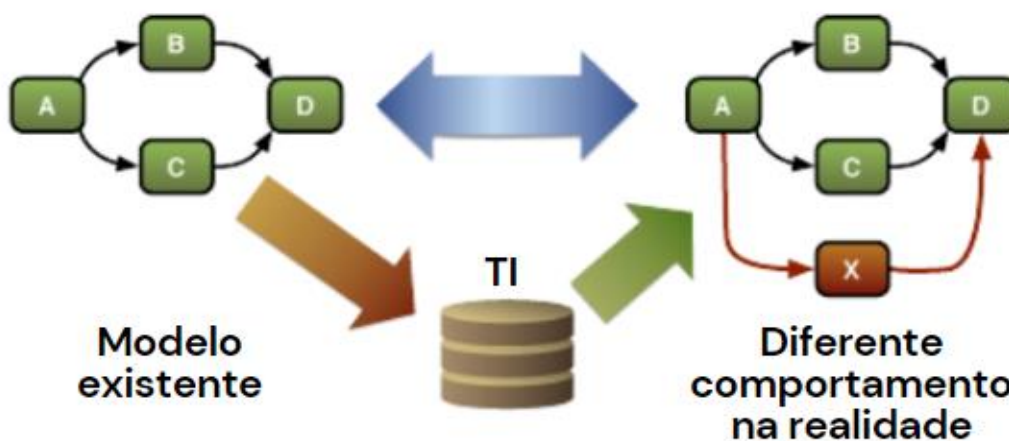
Com relação aos meios, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, concretizada em plataformas como o EBSCO, Google Acadêmico e no repositório da Escola de Guerra Naval (EGN); e realizada a partir de um estudo dos materiais já publicados do tema proposto, tais como artigos, monografias, entre outros, além das normas da MB, as quais delimitam as responsabilidades dos órgãos no arranjo operacional a ser analisado.

Além disso, pode-se também classificar como uma pesquisa de campo, na qual se busca “o aprofundamento das questões propostas” (GIL, 2008) a partir da coleta de dados não somente

dos materiais já publicados, mas da observação dos fatos tal como ocorrem espontaneamente. Para isso, realizar-se-á:

- i. Um mapeamento dos atuais processos afetos à aquisição de sobressalentes na MB, a partir da pesquisa bibliográfica supramencionada;
- ii. Uma coleta de dados, registrados no Sistema de Informação Gerencial do Abastecimento (SINGRA), relacionada ao andamento das aquisições de sobressalentes dos projetos do tipo “PW”, *i.e.*, relativos a revisões de motores da MTU;
- iii. O tratamento desses dados a partir de uma solução de software de Mineração de Processos denominada Disco, desenvolvida pela empresa Fluxicon, sediada em Eindhoven, Holanda, cuja licença para realização deste estudo foi concedida após tratativas junto à empresa. Essa análise a partir do banco de dados do SINGRA pode contribuir para uma compreensão real da evolução dos processos, como evidencia a figura 3:

Figura 3: Uso do *Process Mining*



Fonte: Fluxicon (2023, tradução nossa).

- iv. Analisar as informações obtidas e identificar se, de fato, há congruência entre o mapeamento estruturado atualmente, com fulcro nos normativos vigentes, e o real andamento das aquisições, além de elencar outras descobertas relevantes, tais como gargalos identificados, etc.

3.1 Limitações do estudo

Esta pesquisa se restringe à análise da contratação do fornecimento de sobressalentes, realizada pela Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM), abrangendo as atividades e os órgãos envolvidos para a sua concretização; dessa forma, os serviços de revisão dos motores, mormente realizados pelo Arsenal da Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ) ou pela Base Naval do Rio de Janeiro (BNRJ), não serão inquiridos.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 Análise da dinâmica relacionada à aquisição de sobressalentes e coleta de dados

Os sobressalentes utilizados em revisões dos motores MTU são adquiridos por intermédio de um Contrato de Longa Duração (CLD), *i.e.*, um contrato administrativo com vigência igual ou superior a 48 (quarenta e oito) meses (LIMA, 2019), celebrado entre a União, por meio da DAbM, e a empresa MTU Friedrichshafen GMBH. Pode-se elencar alguns benefícios auferidos por essa contratação:

- i. Redução de 65,5% dos gastos de aquisição caso o contrato fosse celebrado junto à MTU Brasil, em decorrência dos custos adicionais de importação, transporte, seguro e margem de lucro da representante (LIMA, 2019);
- ii. Otimização de recursos humanos e administrativos provenientes da centralização do contrato, especialmente em decorrência da grande quantidade de meios navais cuja propulsão, principal e/ou auxiliar, seja realizada por equipamentos da referida empresa, os quais somam mais de 200 motores (LIMA, 2019);
- iii. Benefícios operacionais advindos do Depósito Especial da Empresa MTU-F (DepEspMTU-F), principal inovação contida no CLD (NOGUEIRA, 2016), fruto de uma cláusula de compensação contratual (*Offset*) (LIMA, 2019), o qual possibilita a desburocratização e a maior celeridade das importações, as quais representam cerca de 85% dos sobressalentes adquiridos (OLIVEIRA, 2017), especialmente devido à localização estratégica do Depósito (CARVALHO, 2018), garantindo uma redução do tempo de inatividade para manutenção por falta de sobressalentes (CHICARINO, 2018), bem como maior disponibilidade e maior qualidade desses materiais (CARVALHO, 2018), além de transferir custos relacionados à coordenação do desembarço alfandegário e ao gerenciamento do depósito (manutenção, armazenagem, frete, reposição de estoque, limpeza, entre outros) para a contratada (CARVALHO, 2018; NOGUEIRA, 2016).

Nesse sentido, cumpre destacar que, para a realização da compra de sobressalentes voltada para revisões programadas, são criados Projetos de Abastecimento (BRASIL, 2020b) para os quais há o envolvimento de diversos órgãos, com suas respectivas atribuições, em conformidade a normativos específicos (BRASIL, 2002; BRASIL, 2004; BRASIL, 2021a; BRASIL, 2021b; BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b). Para o acompanhamento e controle desses projetos, são lhes atribuídos os seguintes *status* (BRASIL, 2021a):

Quadro 1: Situações dos Projetos de Abastecimento

Situação	Atividades
Em planejamento (PLA)	Fase inicial do Projeto, após sua criação, na qual o Meio e/ou seu Comando Imediatamente Superior (COMIMSUP) criam os conjuntos necessários, ou seja, incluem os itens pertinentes à revisão (BRASIL, 2020b).
Em análise (ANA)	Neste momento, o projeto passa a ficar indisponível para alteração pelo usuário do Meio/COMIMSUP, permitindo que o Centro de Operações do Abastecimento (COpAb) realize o levantamento do montante financeiro necessário para atender a determinado conjunto de projetos.
Em simulação (SIM)	O COpAb realiza a simulação do Projeto, com vistas ao levantamento do montante financeiro necessário e à posterior análise, pelos Setores Operativo e de Material da MB, de sua exequibilidade.
Em adequação (ADQ)	Neste momento o Comando Redistribuidor (COMARE) deverá efetuar o lançamento do limite financeiro no campo “Orçamento Aprovado” de cada projeto no SINGRA,

	<p>permitindo que os Meios/COMIMSUP efetuem os ajustes necessários para adequar os custos estimados dos projetos ao limite estabelecido.</p>
Pronto para execução (PEX)	<p>Fase na qual o COpAb poderá solicitar a execução destes projetos, gerando ações de segregação contábil dos itens existentes nos estoques do SAbM e/ou a obtenção daqueles porventura inexistentes, apenas para os itens cujos Conjuntos Ativos estejam na situação de “PEX – pronto para execução”.</p>
Em execução (EXE)	<p>O COpAb solicitará a execução destes projetos, gerando ações de segregação contábil dos itens existentes nos estoques do Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) e/ou a obtenção daqueles porventura inexistentes, apenas para os itens cujos Conjuntos Ativos estejam na situação de “PEX – pronto para execução”.</p>
Pendente para encerramento (ENC)	<p>Momento que precede o encerramento, no qual o Meio/ COMIMSUP deverão analisar e preencher, no SINGRA, o Relatório de Sobras e Faltas de PM, no prazo máximo de trinta dias após o projeto entrar na situação de “Pendente para Encerramento”</p>
Encerrado (CON)	<p>Terminado o Período de Manutenção, compete ao COpAb efetuar o encerramento do projeto, ocasionando a reversão da segregação do material, o cancelamento das requisições de material para projeto (RMP) não listadas pelo Órgãos de Distribuição (OD) e a desvinculação dos Pedidos de Obtenção/Solicitação ao Exterior. Se não existir nenhuma pendência contábil, o projeto será automaticamente colocado na situação de “CON - concluído”; se houver pendência, permanecerá na situação de “ENC - Encerrado”, até o COpAb, em conjunto com os OD pertinentes, sanar tais pendências, permitindo a conclusão do projeto.</p>
Cancelado (CAN)	<p>Esses projetos poderão ser cancelados. Compete aos COMARE cancelar os projetos, desde que se encontrem nas situações de “PLA - em planejamento” ou “ADQ - em adequação”. Nas demais situações somente a DAbM/COpAb poderão cancelá-los, desde que haja anuência ou assim seja solicitado pelos respectivos COMARE. Quando o projeto é cancelado pela DAbM/COpAb,</p>

todos os seus conjuntos ativos e os respectivos itens assumem a mesma situação “CAN – cancelado” e são canceladas todas as segregações contábeis, bem como as vinculações dos itens com os Pedidos de Obtenção/Solicitação ao Exterior, ficando o projeto impedido de sofrer qualquer alteração.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Miranda *et al.* (2014) salientam a importância da integração dos órgãos da CSS para a eficiente troca de informação entre eles, com o objetivo de conferir maiores benefícios operacionais e financeiros ao abastecimento dos meios da MB. Dessa forma, na fase inicial deste estudo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, com vistas à compreensão desses papéis e, a partir dela, ao delineamento do atual arranjo estruturado.

Com o intuito de facilitar a compreensão das dinâmicas relativas à condução dos projetos supramencionados, foi realizado um mapeamento para essas aquisições, com o apoio de Oficiais e Praças da Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM) e do Centro de Operações do Abastecimento (COpAb). Para facilitar a visualização, ele foi dividido de acordo com as fases básicas da logística militar (BRASIL, 2016): (i) Determinação de necessidades (apêndice A); (ii) Obtenção (apêndice B); e (iii) Distribuição (apêndice C).

Posteriormente à delimitação das responsabilidades dos órgãos envolvidos na CSS, foi coletada, a partir do banco de dados do SINGRA, uma planilha (anexo A) contendo os registros históricos relativos ao andamento de 149 projetos do tipo "PW", iniciados em 2019 e com previsão de término em 2025, cujos registros abrangem meios de diversas classes (tabela 1).

Tabela 1: quantidade de projetos

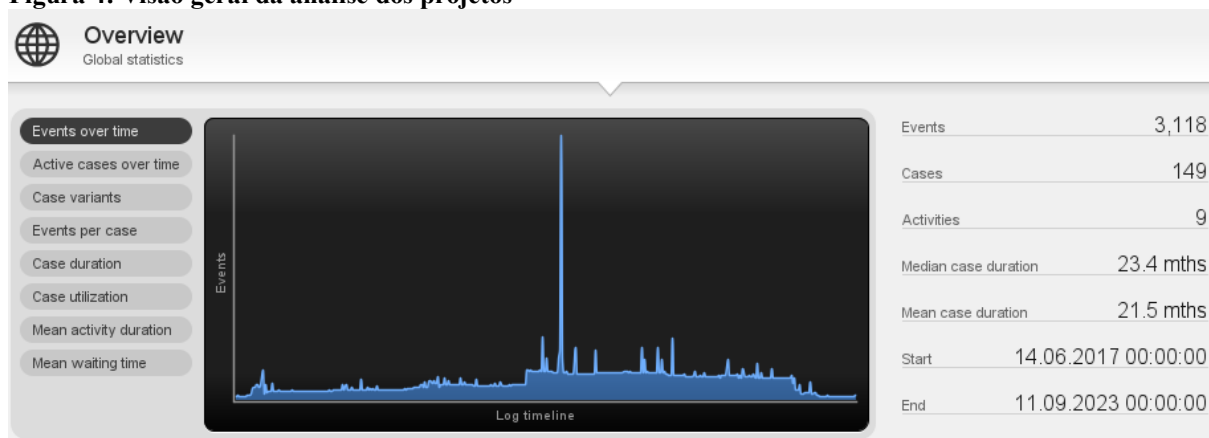
Classe do Meio	Quantidade de projetos
Corveta Classe Barroso	9
Corveta Classe Imperial Marinheiro	2
Embarcações De Desembarque De Carga Geral	4
Embarcações De Patrulha E Desembarque	41
Fragata Classe Niterói	34
Navio Escola Classe Brasil	22
Lancha Lp-60	5
Monitor Classe Parnaíba	1
Navio Balizador Classe Comandante Varella	3
Navio Patrulha Classe Bracuí	1
Navio Patrulha Classe Grajau	14
Navio Patrulha Oceânico Classe Amazonas	3
Navio-Veleiro Cisne Branco	2
Porta Helicópteros	4
Submarino Classe Tupi	4
Total	149

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.2 Análise dos resultados

A seguinte imagem (figura 4) demonstra a síntese dos dados explorados pelo *software* Disco: foram registrados 3.118 eventos afetos ao andamento dos 149 projetos do tipo “PW” supramencionados, realizados entre 14 de junho de 2017 a 11 de setembro de 2023, cuja duração média, de acordo com essa ferramenta, equivale a 21,5 meses (a duração exata de cada projeto encontra-se no apêndice D). Para a realização do estudo, atribuiu-se à identificação de cada caso os códigos dos projetos e às atividades os seus *status* assumidos ao longo de sua realização.

Figura 4: Visão geral da análise dos projetos



Fonte: *software* Disco (2023).

Além disso, o sistema também apresenta a frequência de utilização dos usuários (figura 5), bem como sua frequência relativa e duração média de uso do sistema, entre outras informações. Pode-se constatar, por exemplo, que o uso mais expressivo do SINGRA é realizado por militares do COpAb e da DAbM, respectivamente.

Figura 5: Frequência de utilização dos usuários

Resource	▲ Frequency	Relative frequency	Median duration	Mean duration	Duration range
COPAB	2,328	74.66 %	0 millis	23 days, 14 hours	5 years, 323 days
DABM	530	17 %	1 day	38 days, 20 hours	2 years, 331 days
GNHO	77	2.47 %	60 days	56 days, 23 hours	1 year, 58 days
FCONSTITUI	48	1.54 %	21 days	20 days, 8 hours	62 days
DEPSMRJ	35	1.12 %	19 days, 23 hours	33 days, 10 hours	330 days
COMEMCH	24	0.77 %	26 days	27 days, 21 hours	62 days
COM1DN	17	0.55 %	3 days	20 days, 21 hours	93 days
NI-CSUPAB	15	0.48 %	0 millis	16 days, 3 hours	232 days
HNBE	12	0.38 %	31 days	59 days, 12 hours	1 year, 44 days
DIM	9	0.29 %	3 years, 195 days	2 years, 17 days	3 years, 195 days
DGEPM	5	0.16 %	2 years, 227 days	1 year, 363 days	3 years, 181 days
COM6DN	4	0.13 %	12 days	11 days, 12 hours	22 days
COM8DN	4	0.13 %	1 year, 291 days	1 year, 279 days	3 years, 155 days
COM3DN	4	0.13 %	45 days	44 days	62 days
BHMIN	2	0.06 %	0 millis	0 millis	0 millis
COM2DN	2	0.06 %	12 hours	12 hours	1 day
COMFLOTMT	1	0.03 %	33 days	33 days	0 millis
COMGTPATNAVSE	1	0.03 %	62 days	62 days	0 millis

Fonte: *software* Disco (2023).

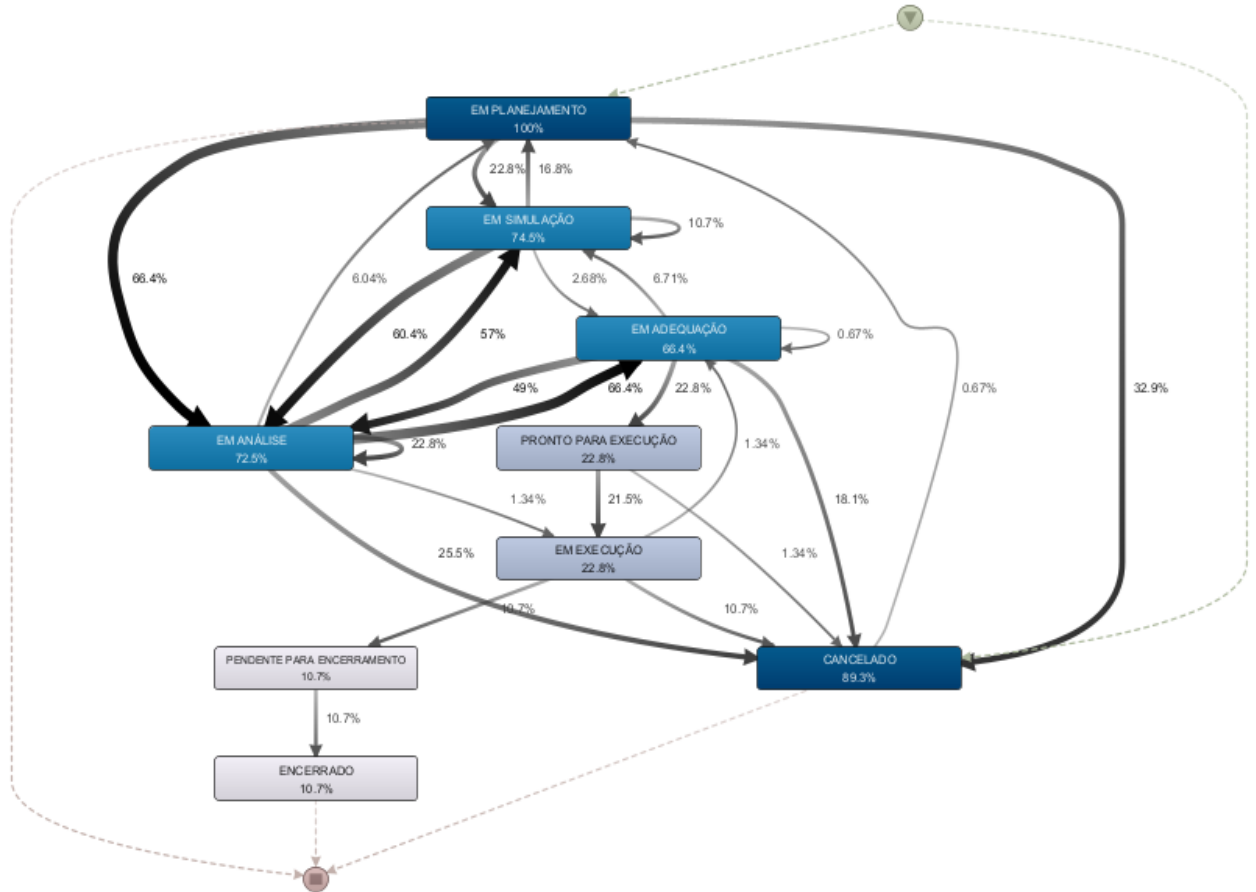
Essas informações são particularmente úteis para a compreensão de como as dinâmicas relativas ao gerenciamento dos Projetos de Abastecimento de sobressalentes, de fato, se desenvolvem, bem como para identificar quais agentes estão mais sobrecarregados, de modo a lhes conferir maior atenção ou mesmo reavaliar os processos delineados. Além disso, pode-se estimar os prazos médios necessários para a execução das tarefas concernentes a cada etapa situacional, de acordo o arranjo proposto.

4.2.1 Comparação entre modelo mapeado e o efetivo

Pode-se, a partir do uso de uma ferramenta de mineração de processos, perquirir a respeito de como as atividades são, de fato, conduzidas (FLUXICON, 2023). A figura 6

evidencia o mapa real identificado pelo Disco, relacionado ao fluxo situacional de cada projeto, gerado automaticamente com base nos dados inseridos.

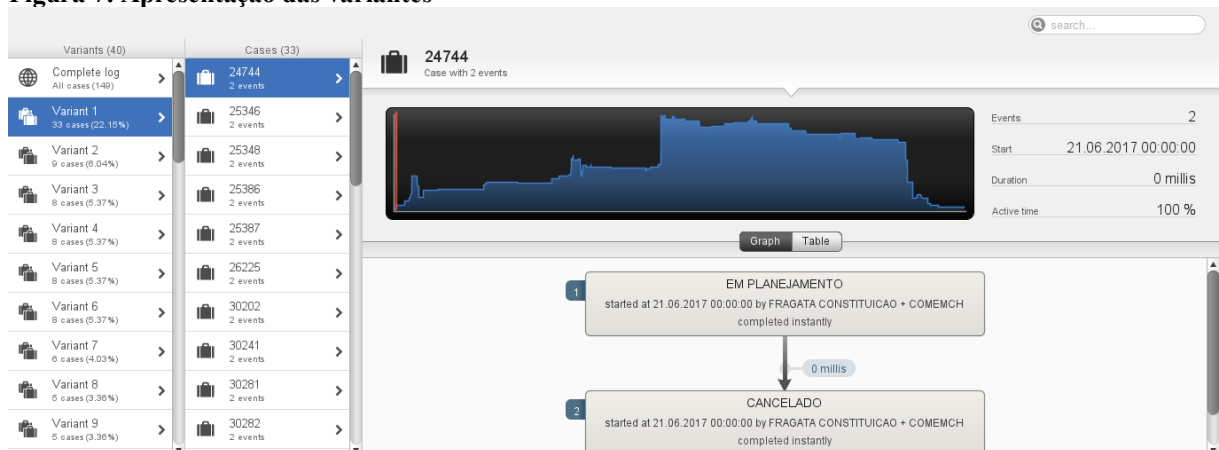
Figura 6: Mapa real gerado pelo Disco



Fonte: *software* Disco (2023).

Os casos que percorrem o mesmo fluxo, *i.e.*, realizam as mesmas atividades dentro da mesma sequência cronológica, pertencem à mesma variante (FLUXICON, 2023, tradução nossa). Os resultados do *software* identificaram, para os projetos selecionados, 40 caminhos distintos (figura 7). O mais comum dentre eles representa projetos cancelados logo após a fase de planejamento, somando 33 projetos (22,15% dos projetos).

Figura 7: Apresentação das variantes



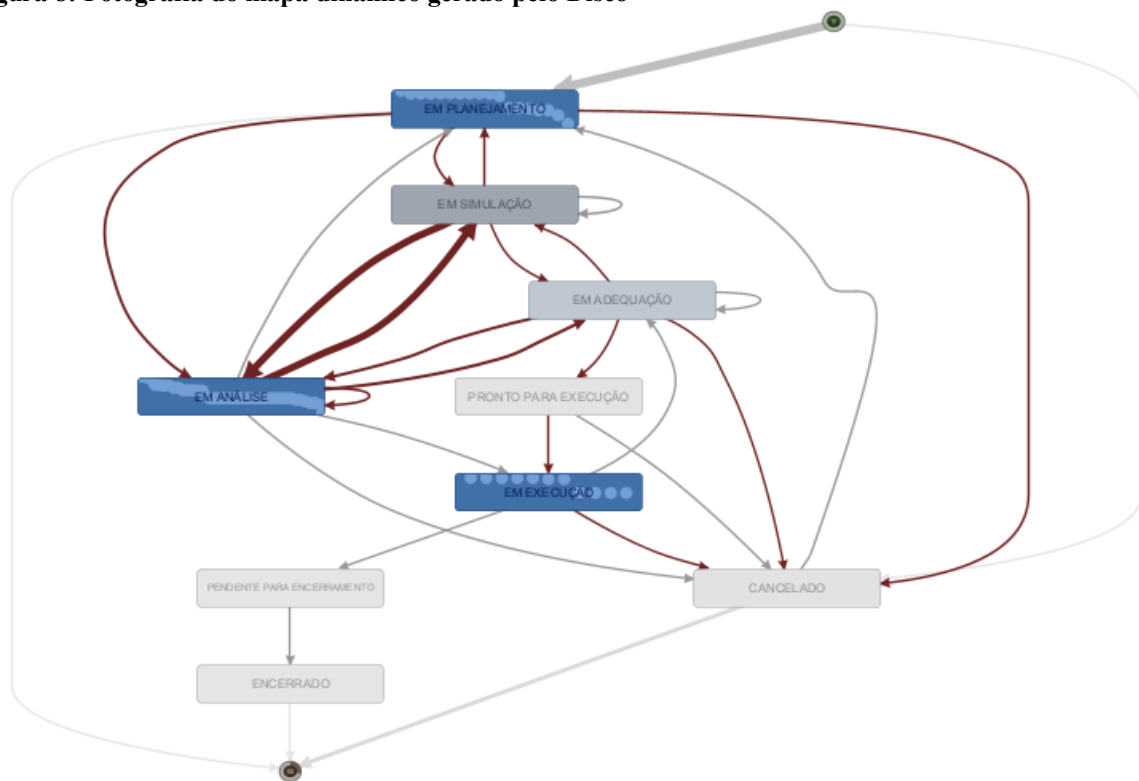
Fonte: *software* Disco (2023).

Aalst e Carmona (2022, tradução nossa) destacam que é comum verificar, ao se utilizar uma ferramenta de mineração de processos, diversos *paths* distintos, causados, normalmente, por uma elevada quantidade de *hand-offs*, *i.e.*, qualquer ponto em um processo no qual o trabalho ou a informação passa de uma função para outra (ABPMP, 2013); retrabalho; comunicação ineficiente entre funções distintas; entre outros possíveis fatores.

4.2.2 Identificação de possíveis gargalos

A mineração de processos também permite a identificação dos caminhos (*paths*) mais utilizados pelos usuários, cuja representação é salientada das demais por intermédio da espessura e escuridão das setas; a partir disso, pode-se identificar eventuais gargalos ou atividades sobrecarregadas. Essa identificação é facilitada pela extração de um mapa processual dinâmico gerado pelo sistema (figura 8):

Figura 8: Fotografia do mapa dinâmico gerado pelo Disco



Fonte: *software* Disco (2023).

Na figura anterior, cada ponto branco representa um projeto que está tramitando no mapa em sua velocidade real, com fulcro nos registros de data e hora dos dados importados pelo *software*. Pode-se constatar um uso mais intenso, do módulo “gerência de projetos” do SINGRA, durante a fase de determinação de necessidades, em especial, entre as atividades “em análise” e “em simulação”. Isso também pode ser identificado pela frequência das atividades (figura 9); as frequências relativas de ambas as situações, somadas, equivalem a aproximadamente 75,5% das atividades alusivas aos casos em estudo:

Figura 9: Frequência de atividades

Activity	▲ Frequency	Relative frequency	Median duration	Mean duration	Duration range
EM ANÁLISE	1,357	43.52 %	1 day	31 days, 39 mins	5 years, 323 days
EM SIMULAÇÃO	997	31.98 %	0 millis	0 millis	0 millis
EM ADEQUAÇÃO	347	11.13 %	41 days	54 days, 16 hours	2 years, 331 days
EM PLANEJAMENTO	184	5.9 %	42 days, 23 hours	123 days, 17 hours	3 years, 228 days
CANCELADO	133	4.27 %	0 millis	0 millis	0 millis
PRONTO PARA EXECUÇÃO	34	1.09 %	0 millis	3 days, 22 hours	29 days
EM EXECUÇÃO	34	1.09 %	343 days	344 days, 19 hours	2 years, 138 days
PENDENTE PARA ENCERRAMENTO	16	0.51 %	112 days, 12 hours	103 days, 3 hours	159 days
ENCERRADO	16	0.51 %	0 millis	0 millis	0 millis

Fonte: *software* Disco (2023).

Essa constatação também se evidencia por intermédio da análise das variantes; dos 40 *paths* distintos percorridos pelos projetos selecionados, 26 apresentam múltiplas simulações, representando 50,95% dos projetos, as quais podem demorar, em alguns casos, até 03 meses para a realização entre duas simulações consecutivas.

A constatação desse possível gargalo, possibilitada pelo Disco, pode ser um reforço ao argumento proposto por Lima (2019) de transferir a responsabilidade pela determinação de necessidades dos itens necessários para revisões de grande porte para a MTU Brasil, contratada pelo Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), a quem competiria o gerenciamento dos pacotes de sobressalentes completos para as referidas revisões junto à DAbM. Dessa forma, há uma efetiva redução da complexidade de processos críticos, nos quais há atividades evidentemente sobrecarregadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou descrever a dinâmica afeta ao gerenciamento da aquisição dos sobressalentes para revisões programadas, realizada por intermédio do Contrato de Longa Duração (CLD) celebrado entre a DAbM e a empresa MTU Friedrichshafen GMBH, por meio do uso de uma ferramenta de mineração de processos, com o propósito de identificar possíveis gargalos.

Para tal, realizou-se, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica, a partir de um estudo dos materiais já publicados do tema proposto, tais como artigos, monografias, entre outros, além dos normativos da MB vigentes, de modo a apresentar os conceitos basilares ao entendimento de como os projetos de abastecimento são conduzidos pelo Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM).

Posteriormente, foi possível, a partir da pesquisa supracitada, delinear o atual mapeamento estruturado para a condução desses projetos em todas as fases básicas da logística militar (BRASIL, 2016): determinação de necessidades; obtenção; e distribuição, com foco restrito às aquisições dos sobressalentes. Nessa etapa, pode-se compreender as responsabilidades de cada órgão envolvido nessas atividades.

Por fim, de modo a cumprir o último objetivo intermediário estabelecido, desenvolveu-se uma pesquisa de campo, a partir do uso de uma ferramenta de *Process Mining* utilizada para perquirir se esses processos, mapeados com fulcro nos normativos, concretizam-se na realidade. O registro dos dados de eventos no SINGRA, relativos ao andamento dos projetos, foi condição *sine qua non* para a realização da pesquisa e, portanto, para a identificação dessas possíveis incongruências.

No decorrer do estudo, constatou-se a contribuição da técnica de mineração à análise de processos. Embora não de forma exaustiva, foi possível a identificação de distintos caminhos (*paths*) nos projetos do tipo "PW" analisados, os quais podem ocorrer em virtude de grande quantidade de *hand-offs* ou comunicação ineficiente (AALST e CARMONA, 2022). Nesse sentido, destaca-se a identificação de um possível gargalo durante a fase de determinação de necessidades, realizada por intermédio, principalmente, do mapa processual dinâmico gerado pelo *software*, capaz de evidenciar atividades sobrecarregadas e possíveis retrabalhos.

Este trabalho se limitou aos projetos voltados para revisões dos motores MTU e, para sua realização, utilizou-se apenas um único *software*; cumpre salientar a existência de outros no mercado, os quais apresentam funcionalidades distintas capazes de apresentar novas perspectivas para apoiar a análise de processos.

Além disso, mostra-se necessária uma análise mais aprofundada, em trabalhos futuros, das dificuldades relacionadas à fluidez do andamento dos processos durante a determinação de necessidades, dado que o histórico de eventos do SINGRA registra cada projeto de acordo com seu *status* e, para cada situação, há diversos processos e órgãos envolvidos, bem como

atividades cuja operacionalização não ocorre no SINGRA e, portanto, não podem ser identificadas por uma ferramenta de mineração.

Recomenda-se ainda, para o aprimoramento de pesquisas futuras, a extensão da aplicação de ferramentas de *Process Mining* semelhantes a outros sistemas da MB; contanto que a extração dos registros de eventos (*event logs*) seja viável, torna-se possível empregá-los na análise de processos variados dentro da Força.

REFERÊNCIAS

AALST, Wil van der. CARMONA, Josep. ***Process Mining Handbook***. Springer. Cham, Switzerland, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-031-08848-3.pdf>. Acesso em 09 nov. 2023

AALST, Wil van der. ***Using Process Mining to bridge the gap between BI and BPM***. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), vol. 44, no. 12, pp. 77-80. DOI: 10.1109/MC.2011.384. 2011. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6096556>. Acesso em 09 nov. 2023

ABPMP. **BPM CBOOK: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio**. Corpo Comum do Conhecimento – ABPMP BPM CBOOK V3.0, Association of Business Process Management Professionals, 2013.

AMORIM, Victor Aguiar Jardim de. **Licitações e contratos administrativos: teoria e jurisprudência**. Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. 240 p. Brasília-DF.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Bookman Editora, 2009.

BEZERRA, Marcelo Reis. **Análise da atual estrutura logística da Marinha do Brasil, relacionada aos sobressalentes, frente aos desafios decorrentes da incorporação dos novos submarinos**. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=25744@1>. Acesso em 26 set. 2023.

BRASIL. Diretoria de Abastecimento da Marinha. **ABASTCMARINST Nº 20-01A: Procedimentos complementares para a execução do Abastecimento**. Rio de Janeiro-RJ, 2021a.

BRASIL. Diretoria de Abastecimento da Marinha. **ABASTCMARINST Nº 20-02B: Procedimentos complementares afetos ao Processo de Obtenção no Exterior**. Rio de Janeiro-RJ, 2021b.

BRASIL. Diretoria de Abastecimento da Marinha. **ABASTCMARINST Nº 20-03: Procedimentos afetos ao Depósito Especial da Empresa MTU-F (DepEspMTU-F)**. Rio de Janeiro-RJ, 2020a.

BRASIL. Diretoria-Geral do Material da Marinha. **MATERIALMARINST Nº 21-11F: Período de Manutenção (PM) dos meios navais**. Rio de Janeiro-RJ, 2004.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-400**: Manual de Logística da Marinha. 2ª rev. Brasília-DF, 2003.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-420**: Normas para Logística de Material, 2ª rev. Brasília-DF, 2002.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD42-M-02**: doutrina de logística militar. Brasília-DF, 2016.

BRASIL. Secretaria-Geral da Marinha. **SGM-107**: normas gerais de administração. Rev. 8. Brasília-DF, 2021c.

BRASIL. Secretaria-Geral da Marinha. **SGM-201**: normas para execução do abastecimento. Rev. 6, Mod. 1. Brasília-DF, 2020b.

CSCMP. **Supply Chain Management Terms and Glossary**. CSCMP, 2013. Disponível em: https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx. Acesso em: 28 set 2023.

CARVALHO, Leandro Fonseca Hermes Zuquim de. **A Terceirização da Logística Militar: uma análise da terceirização da logística nos Depósitos Especiais da Marinha do Brasil**. 2018. 56f. Dissertação (Conclusão do C-Sup) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro-RJ.

CHICARINO, Glauco Calhau. **Política de manutenção de meios navais: Reflexos da sistemática de abastecimento de sobressalentes na manutenção dos motores diesel de meios navais da Marinha do Brasil**. 2018. 83f. Dissertação (Conclusão do C-PEM) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro-RJ.

COOPER, Martha C.; LAMBERT, Douglas M.; PAGH, Janus D. **Supply chain management: more than a new name for logistics**. *The international journal of logistics management*, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1997. Disponível em: <https://drdouglaslambert.com/wp-content/uploads/2020/05/Cooper-Lambert-and-Pagh-SCM-IJLM-1997.pdf>. Acesso em 28 set. 2023.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2ª edição. Artmed. Porto Alegre-RS, 2007.

FLUXICON. **Process Mining Book**. Eindhoven, 2018. Disponível em: <https://fluxicon.com/book/read/intro/#aalstbook>. Acesso em: 28 out. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6a edição ed. São Paulo: Atlas, 2017. GUPTA, Manjul; GEORGE, Joey F. Toward the development of a big data analytics capability. *Information and Management*, [S. l.], v. 53, n. 8, p. 1049–1064, 2016. DOI: 10.1016/j.im.2016.07.004.

HAMMER, Michael. **O que é Gestão de Processos de Negócio**. Manual de BPM: Gestão de processos de negócio, Bookman, Porto Alegre, p. 164-180, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4672786/mod_folder/content/0/o%20que%20e%20g%20estao%20de%20processos%20de%20negocios.pdf. Acesso em 11 nov. 2023.

LIMA, Thiago Fernandes. **Perspectivas para a MB nos contratos e parcerias de longo prazo: contratos de longa duração da MTU**. 2019. 43f. Dissertação (Conclusão do C-Sup) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro-RJ.

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 & Logística da Marinha (SPOLM), 2014. Rio de Janeiro-RJ. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/marineengineeringproceedings/spolm2014/126475.pdf>. Acesso em 04 nov. 2023.

MEIRELLES, H. L. (1971). **Licitações e contratos administrativos**. Revista De Direito Administrativo, 105, 14–34. Disponível em: <https://doi.org/10.12660/rda.v105.1971.35800>. Acesso em 28 set. 2023.

NENNI, M. E., & SCHIRALDI, M. M.. **Optimizing spare parts inventory in shipping Industry**. *International Journal of Engineering and Technology*. 2013. Disponível em: <https://www.enggjournals.com/ijet/docs/IJET13-05-03-293.pdf>. Acesso em 28 set. 2023.

NOGUEIRA, Gustavo da Silva. **A Terceirização da Logística Militar: a parceria entre a Marinha do Brasil e a empresa MTU**. 2016. 47f. Tese (Conclusão do C-Sup) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro-RJ.

OLIVEIRA, Christiano Silva da. **Implantação do Depósito Especial MTU na Marinha do Brasil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro-RJ, 2017.

RUDNITCKAIA, Julia. **Process Mining. Data science in action**. University of Technology, Faculty of Information Technology, 2016. Disponível em: https://wiwi.hs-duesseldorf.de/personen/thomas.zeutschler/Documents/HSD_W_I40_ProcessMining_Excurs_01_ProcessMining_DataScienceInAction.pdf. Acesso em: 28 out. 23.

STADLER, Harmut; KILGER, Christoph. **Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software and Case Studies. Third edition**. Springer. 2005. Disponível em: https://eprints.ukh.ac.id/id/eprint/215/1/2015_Book_SupplyChainManagementAndAdvanc.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em Administração**. Atlas, 2011.

TANKHIWALE, Shekhar; SINGH, Samandeep. ***Data Science in Action: Enabling Telecom Services Provider (TSP) Digital Transformation using Process Mining***. 2016. Disponível em: <https://files.techmahindra.com/static/img/pdf/data-Science-in-Action.pdf>. Acesso em: 28 out. 2023.

VUKIĆ, Luka; STAZIĆ, Ladislav; PIJACA, Marija; PERONJA, Ivan. ***Modelling the optimal delivery of spare parts to vessels: Comparison of three different scenarios***. Cogent Engineering. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23311916.2021.1920565>. Acesso em 28 set. 2023.