

Autoria:

Capitão-Tenente (Quadro Complementar - Intendente da Marinha) Raphael da Silva Braga

Capitão de Mar e Guerra (RM1 - Intendente da Marinha) Hilton de Araújo Lopes

Capitão de Corveta (Intendente da Marinha) Artur Felipe Cunha da Silva

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE PEDIDOS EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR FORNECEDORA (OMF): UM ESTUDO DE CASO NO DEPSIMRJ

Resumo: Este artigo buscou investigar de que forma o processo de separação de pedidos, em uma Organização Militar Fornecedora, pode ser otimizado. Para isso, realizou-se um estudo de caso no Depósito de Suprimentos de Intendência da Marinha no Rio de Janeiro (DepSIMRJ). Neste contexto, foi utilizado o Solver, uma ferramenta do Excel capaz de resolver modelos matemáticos como o Problema do Caixeiro Viajante (PCV). Com base nos dados obtidos, foi possível concluir que o emprego do Solver é capaz de otimizar o processo de separação de pedidos no DepSIMRJ.

Palavras-chave: Organização Militar Fornecedora. Separação de Pedidos. Problema do Caixeiro Viajante. Método Clarke-Wright. Solver.

1 INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo encontra-se em constante evolução decorrente de mudanças tecnológicas, políticas e sociais. Esse fato demanda às organizações estruturas administrativas e ferramentas gerenciais que lhes possibilitem flexibilidade e agilidade para responderem às mudanças.

Nesse contexto, os Órgãos Públicos devem buscar a eficiência, um princípio constitucional da Administração Pública, conforme previsto no caput do art. 37 da Constituição Federal (1988), e que deve estar incorporada às rotinas de cada membro da força de trabalho da Marinha do Brasil (MB) como um valor arraigado à cultura naval.

A MB possui como visão de futuro tornar-se uma Força Naval moderna e em sintonia com os anseios da sociedade brasileira, de modo a atender aos propósitos estatuídos na sua missão e na sua visão institucional. Em virtude disso, segundo Brasil (2007), a MB almeja a excelência na qualidade dos resultados da execução das tarefas e no cumprimento de sua missão.

Nesse sentido, dentre as atividades necessárias ao emprego da Força, o Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) objetiva promover, manter e controlar o provimento do material necessário à manutenção das Organizações Militares (OM) em condição de plena eficiência. Para isso, ele é constituído

de órgãos, processos e recursos que são interligados e interdependentes.

Incluído na estrutura do SAbM, o Depósito de Suprimentos de Intendência da Marinha no Rio de Janeiro (DepSIMRJ) tem como tarefas armazenar e fornecer às outras OM o material do Símbolo de Jurisdição (SJ) sob sua responsabilidade. Dessa forma, para cumprir sua missão, aquela OM executa dentro da área de armazenagem, dentre outros, o processo de separação de pedidos ao coletar materiais nas quantidades solicitadas pelos clientes.

Essa separação de pedidos é um processo essencial à remessa de diversos materiais para as OM localizadas em todo o território nacional.

Ademais, o DepSIMRJ, alinhado às exigências da Administração Pública contemporânea e conforme estabelecido em Brasil (2018), possui, como visão de futuro ser reconhecido como uma Organização Militar Fornecedora (OMF) moderna e tecnologicamente atualizada que contribua para o aprimoramento do SAbM e seja reconhecida pelo padrão de excelência no atendimento às OM clientes.

Sendo assim, com base nas exigências de eficiência na Administração Pública e no previsto como visão de futuro do DepSIMRJ, bem como na importância do processo de separação de pedidos, formula-se o problema de pesquisa: de que forma o processo de separação de pedidos no DepSIMRJ pode ser otimizado?

Para responder a esta pergunta, definiu-se como objetivo principal: verificar a aplicabilidade de um *software* para otimização da separação de pedidos no DepSIMRJ. Além disso, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: analisar o processo de separação de pedidos no DepSIMRJ e identificar um *software* capaz de otimizar esse procedimento.

Cabe ressaltar que a OM objeto deste estudo foi escolhida por ser um dos Depósitos do Complexo Naval de Abastecimento com maior demanda média mensal de Requisições de Material (RM). Ademais, essa OM conta

com um dos maiores efetivos de pessoal envolvido na atividade de separação de pedidos e possui a maior diversidade de SJ sob responsabilidade de uma OMF.

Então, a realização deste trabalho justifica-se diante do exposto acima e considerando a inexistência de pesquisas que analisam especificamente o processo de separação de pedidos nas OMF. Outrossim, este estudo busca ser capaz de fornecer informações relevantes para apoiar decisões gerenciais e visa a contribuir para a busca da excelência no cumprimento da missão da MB, enquanto parte da Administração Pública.

Quanto à organização deste artigo, esta primeira parte dedica-se a uma contextualização, além da apresentação do problema da pesquisa e dos objetivos a serem perseguidos. Na segunda, será apresentada a base teórica que reveste este estudo. Na terceira seção será exposta a metodologia da qual o autor se serviu para chegar a uma conclusão. Na quarta seção os dados obtidos serão submetidos à análise. Por fim, as conclusões e sugestões para pesquisas futuras serão apresentadas na quinta seção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM)

Conforme Brasil (2009), o SAbM tem como objetivo promover, manter e controlar o provimento do material necessário para que as OM atuem em condição de plena eficiência. Para atingir seus objetivos o SAbM desenvolve atividades de dois tipos: gerenciais e técnicas.

O primeiro tipo, as técnicas, refere-se àquelas de caráter administrativo, diretamente relacionadas com a manutenção do fluxo adequado do material necessário às OM. O segundo tipo de atividade diz respeito à elaboração de normas que assegurem a consecução dos padrões a serem observados e dos resultados esperados com a sua utilização.

Incluído no tipo de atividade gerencial, o fornecimento é a atividade relacionada com a entrega do material ao utilizador e é realizado pela OMF. Conforme Brasil (2016), as OMF têm a finalidade de armazenar e fornecer o material destinado às outras OM.

Um dos tipos de OMF são os Depósitos Primários:

OM de apoio, de âmbito nacional, dentro da cadeia de comando da Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM), responsáveis pela distribuição do material de determinada categoria, devidamente selecionada e especificada (BRASIL, 2009, p. 8-9).

Segundo Brasil (2009), os materiais armazenados nas OMF são agrupados em função de sua natureza específica por um código alfabético denominado “Símbolo de Jurisdição” (SJ). De modo geral, a fim de que um material seja fornecido, uma OM precisa inserir sua necessidade em uma Requisição de Material (RM) no Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA), sistema esse baseado em processamento de dados e estabelecido e mantido pela DAbM. “A RM é o documento, estabelecido no âmbito do SAbM, que formaliza o pedido de material às OMF.” (BRASIL, 2016, p. 2-13).

Na MB, uma das categorias de material fornecidas pelo SAbM, a partir de uma RM, é a de material comum. Esse tipo possui como características o consumo frequente, a grande popularidade, a pouca complexidade tecnológica, a aplicação na conservação, na limpeza, na arrumação, na apresentação, na segurança e no processo administrativo-burocrático das OM.

Os itens da MB que possuem SJ “E”, “VG”, “CG”, e “G” são genericamente tratados como itens de material comum. Os de SJ “E” são, dentre outros, as tintas e lubrificantes. O de SJ “VG” são equipagens para operações

aéreas. O “CG” refere-se aos itens utilizados em atividades marinheiras, como os de “Controle de Avarias, os de Marinharia e os de Salvatagem” (BRASIL, 2009, p. A2). Por fim, os itens “G” são aqueles não contemplados nas outras classificações.

2.1.1 O Depósito de Suprimento de Intendência da Marinha no Rio de Janeiro (DepSIMRJ)

Integrante do SAbM, o DepSIMRJ é uma OMF com atividade relacionada ao abastecimento das OM da MB situadas em todo o território nacional, no que diz respeito ao material sob sua jurisdição, descritos no Quadro 1.

Quadro 1- Materiais sob responsabilidade do DepSIMRJ	
Item	Símbolo de Jurisdição (SJ)
Gêneros Alimentícios	MIKE (M)
Material Comum	GOLF (G)
Tintas e Correlatos – 1	ECHO (E)
CAv, Marinharia e Salvatagem	CHARLIE GOLF (CG)
Equipagens para operações aéreas	VICTOR GOLF (VG)
Tintas e Correlatos – 2	ROMEO ECHO (RE)

Fonte: Adaptado de Carta de Serviços do DepSIMRJ (2018).

Uma das etapas precedentes ao fornecimento dos materiais do Quadro 1 é “a separação dos pedidos contidos nas Requisições de Material liberadas pelo CCIM no SINGRA, para o posterior fornecimento às OM” (BRASIL, 2018, p. 13). Em relação aos itens de material comum de SJ “CG” e “G”, o DepSIMRJ os acondiciona em cinco armazéns diferentes, ocupando uma área de 2.205,5 m², com cerca de três mil itens distintos.

O DepSIMRJ é subordinado ao Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM). Esse Centro possui, dentre outras funções, a de controlar o inventário do material comum, mantendo o adequado equilíbrio entre as

necessidades da Marinha e as disponibilidades de material nas OMF. Como consequência, é o CCIM que libera o fornecimento do material armazenado naquelas OM.

2.2 Separação de pedidos, o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) e a roteirização pelo método Clarke-Wright

Ainda no contexto dos armazéns, segundo Tortola et al. (2017), a separação de pedidos em um ambiente de abastecimento de materiais define-se como a coleta do mix correto de produtos, em suas quantidades corretas da área de armazenagem, para satisfazer as necessidades do consumidor. Essa atividade “[...] normalmente representa grande parte dos custos do depósito” (NETO; CARDOSO, 2014, p. 3).

Em virtude disso, para que a separação de pedidos não seja um problema para o orçamento financeiro das organizações, Trevisan et al. (2018) propõem a otimização da roteirização: o atendimento eficiente de nós de demanda geograficamente dispersos.

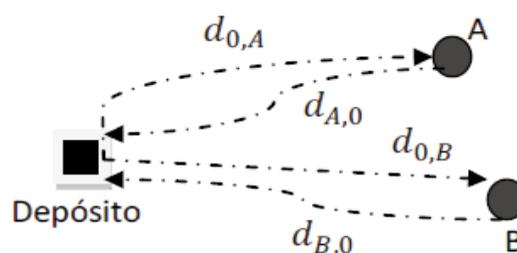
Segundo Neto e Cardoso (2014), no tocante à roteirização há o conceito do Problema do Caixeiro Viajante (PCV), esse que aborda a determinação da rota que minimiza uma distância total, a partir do conhecimento de determinadas restrições.

Para Neto e Cardoso (2014), a roteirização de veículos pode ser considerada dentro de armazéns, os quais, em geral, são formados por um conjunto de corredores de acesso e um conjunto de prateleiras, nas quais são armazenados os produtos. “As rotas que minimizam as distâncias percorridas serão definidas de acordo com as localizações e posições das prateleiras e corredores do depósito” (NETO; CARDOSO, 2014, p. 6). Por esse motivo, as localizações das prateleiras são o conhecimento base para o estudo da roteirização em depósitos.

“Com relação aos métodos de resolução do PCV, destaca-se o método Clarke-Wright de roteirização, também conhecido como método das economias” (NETO e CARDOSO, 2014, p. 6), método base para este trabalho. Isso porque, segundo Ballou (2006), o método Clarke-Wright é flexível e suficiente para resolver uma ampla coleção de restrições práticas impostas pelo PCV. Para Neto e Cardoso (2014), esse método tem sido extensivamente utilizado na solução de problemas de roteamento, devido a sua eficiência e simplicidade. Logo, “o objetivo é minimizar a distância total percorrida, respeitando todas as restrições impostas pelo problema” (NETO; CARDOSO, 2014, p. 6).

Primeiro, a lógica do método está em considerar o deslocamento de ida e de volta de um ponto qualquer (depósito) até dois outros pontos diferentes (A e B), conforme a Figura 1.

Figura 1 - Rota inicial considerada pelo método Clarke-Wright



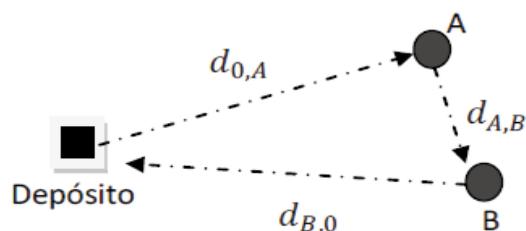
Fonte: adaptado de Ballou (2006, p. 205).

A Figura 1 fornece a distância máxima a ser abordada no problema da roteirização. Para dar continuidade ao método Clarke-Wright, combinam-se duas paradas no mesmo roteiro a fim de tornar possível a redução da distância a ser percorrida. Para determinar quais paradas a serem combinadas num roteiro, calcula-se o total das distâncias antes e depois da combinação.

Como consequência, a distância economizada pela combinação de dois pontos (A e

B) é calculada pela subtração algébrica da distância da rota. O resultado é um valor economizado $S_{A,B} = d_{0,A} + d_{0,B} - d_{A,B}$, apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Ilustração dos ganhos ao agrupar pontos de demanda A e B em uma mesma rota



Fonte: adaptado de Ballou (2006, p. 205).

Este cálculo é feito para todas as combinações de paradas. Como ilustrado na Figura 2, “o par de escalas com o maior valor economizado é escolhido para a combinação” (BALLOU, 2006, p. 205).

O processo de combinação de rotas continua. Para finalizar, o maior valor de economia identifica a parada que deveria ser levada em conta para a inclusão num roteiro. Para Ballou (2006) o processo interativo avança até que todas as paradas sejam examinadas.

2.2.1. A Pesquisa Operacional (PO) e o Solver

A Pesquisa Operacional (PO) pode ser usada para facilitar a análise e solução do método Clarke-Wright, relacionado ao PCV.

Para Cardoso (2011), a PO designa uma área do conhecimento que consiste no desenvolvimento de métodos científicos de sistemas complexos, com a finalidade de prever e comparar estratégias ou decisões alternativas, cujo objetivo é dar suporte à definição de políticas e à determinação de ações, com base em modelagem matemática.

Um exemplo dessa modelagem em uma Pesquisa Operacional pode ser analisado na Figura 3.

Figura 3 - Exemplo de Modelagem Matemática de uma PO

$$\begin{aligned} \text{Max ou Min } Z: & c_1x_1 - c_2x_2 + \dots + c_nx_n \longrightarrow \text{Função Objetivo} \\ \text{Sujeito a:} & \left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq y_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\geq y_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n &= y_3 \end{aligned} \right\} \text{Restrições} \\ & x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \longrightarrow \text{Não negatividade} \end{aligned}$$

Fonte: Adaptado de Angelini et al. (2017).

A aplicação da modelagem de uma PO como a da Figura 3, com a função objetivo e algumas restrições, é presente em diversas áreas “onde se deseja aperfeiçoar a produção, diminuir a perda de matéria-prima e de transporte e onde se busca otimizar as rotas com menor tempo e custo de viagem” (ANGELINI et al., 2017, p. 2). Ou seja, “o modelo matemático obtém a melhor solução” (SOHN, 2018, p. 3) e mostra-se útil para problemas antes considerados complexos.

A função objetivo da Figura 3 serve para medir o comportamento do sistema, ou seja, o quanto será gerado de lucro ou reduzido o custo. Caso o objetivo seja maximizar o lucro, as restrições e a não negatividade garantem que essa solução esteja de acordo com as limitações técnicas impostas pelo sistema.

Segundo Marins (2011), estes métodos matemáticos encontram-se em crescente evolução e, por isso, foram desenvolvidos diversos softwares que auxiliam a resolução dos modelos matemáticos da PO. Dessa forma, ainda segundo Marins (2011), torna-se viável e eficiente a solução de problemas complexos a partir da utilização do Solver, por exemplo, suplemento do software Microsoft Excel.

Com base em consulta no sítio eletrônico da Microsoft (2018), com o Solver pode-se

encontrar um valor ideal, máximo ou mínimo, para uma fórmula em uma célula objetivo conforme as restrições, ou limites, sobre os valores de outras células de uma planilha.

Ainda segundo o sítio eletrônico, trabalhando com um grupo de células, chamadas variáveis de decisão ou simplesmente de células variáveis, que participam do cálculo das fórmulas nas células de objetivo e de restrição, o *Solver* ajusta os valores nas células variáveis de decisão para satisfazer aos limites sobre células de restrição e produzir o resultado desejado para a célula objetiva. Dessa forma, o *Solver*, uma ferramenta da PO, é capaz de auxiliar a resolução do PCV, já que o citado suplemento é capaz de resolver as restrições de uma modelagem matemática.

Lima et al (2018) explicam que a utilização de métodos quantitativos no apoio à tomada de decisões em cenários complexos ajuda a evitar o emprego de processos pouco criteriosos, já que quando utilizado algum tipo de estratégia matemática para a sustentação da resolução de um problema, obtém-se maior racionalidade e objetividade. Justifica-se, dessa forma, a utilização da PO nesta pesquisa.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

Segundo Prodanov e Freitas (2013), do ponto de vista de sua natureza, este trabalho é uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.

Em relação à abordagem do problema, ainda segundo Prodanov e Freitas (2013), em um primeiro momento este trabalho é qualitativo porque o ambiente natural foi a fonte direta para coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuição de significados. Posteriormente, a abordagem

foi quantitativa, pois se utilizou de recursos e técnicas de estatística ao procurar traduzir em números os conhecimentos gerados pelo pesquisador para, em seguida, formular as possíveis conclusões.

Quanto aos meios, seguindo a classificação de Vergara (2014), trata-se de um estudo de caso. A autora menciona que este método de pesquisa pode ser limitado a uma ou a poucas unidades e que pode ser, ou não, realizado em campo. Nesse sentido, Yin (2010) complementa que o estudo de caso é utilizado, dentre outras situações, para o conhecimento dos fenômenos individuais e grupais. Ele entende que os estudos de caso podem ser exploratórios e explicativos.

As autoras Markoni e Lakatos (2010) acrescentam que os estudos exploratórios e explicativos combinados têm o objetivo de descrever um fenômeno, por exemplo, um estudo de caso no qual são realizadas análises empíricas e teóricas.

Além disso, quanto aos tipos de instrumentos utilizados, segundo Prodanov e Freitas (2013), ela é bibliográfica, pois foi elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de: livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos. Também, segundo Gil (2008), quanto aos instrumentos, procedeu-se a uma pesquisa documental ao analisar materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, como os documentos normativos da MB.

3.2 Coleta de dados

Os dados foram coletados com base em uma amostra estabelecida por meio de seleção racional, essa que, segundo Prodanov e Freitas (2013), tem como resultado um tipo de amostragem não probabilística e consiste em selecionar um subgrupo da população com base nas informações disponíveis, apresentando resultados com validade para um contexto específico.

Para tal, foi realizada uma observação não participante, aquela que, segundo Prodanov e Freitas (2013), o pesquisador toma contato com a comunidade, o grupo ou a realidade estudada, mas sem integrar-se a ela, a fim de coletar dados.

O objeto de estudo foi a separação de pedidos dos materiais comuns dos SJ "G" e "CG", encontrados nos armazéns nºs 1, 2, 3, 4 e 6 do DepSIMRJ. Os dois tipos foram escolhidos porque a totalidade de seus itens encontra-se acondicionada em prateleiras, o que favoreceu a realização desta pesquisa.

O DepSIMRJ foi escolhido por ser um dos Depósitos do Complexo Naval de Abastecimento com maior número mensal de Requisições de Material (RM) por OM clientes, por contar com um dos maiores efetivos de pessoal envolvido na atividade de separação de pedidos (37 militares, 5 servidores civis e 36 estivadores vinculados por contrato licitatório), e por possuir a maior diversidade de SJ sob responsabilidade de uma OMF.

Com relação aos estivadores verificou-se que são vinculados por contrato a uma empresa especializada na prestação de serviço de movimentação e armazenagem de carga geral. Esse contrato custa anualmente cerca de R\$ 2 milhões ao DepSIMRJ.

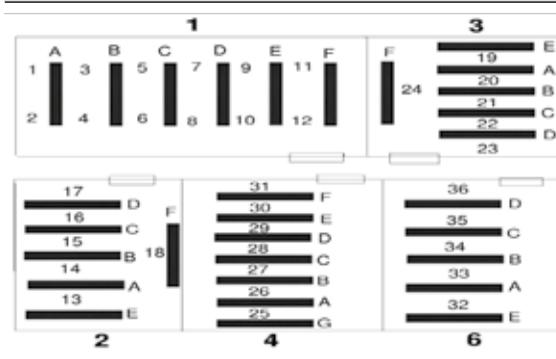
Para a coleta dos dados, foram realizadas visitas ao DepSIMRJ entre julho e outubro de 2018. Dentre outras atividades, acompanhou-se o processo de separação dos pedidos contidos nas RM. Além disso, foram conhecidas as localizações dos materiais de SJ "G" e "CG", como também os percursos passíveis de roteirização a partir da separação de pedidos para uma OM cliente.

Também, foram extraídas do SINGRA 72 Capas de Lote – documento que agrega um conjunto de RM de uma OM. Esses 72 documentos representam 306 RM, de OM diversas, com a demanda de itens do SJ "G" e "CG"

relacionada ao período de 1º de janeiro a 31 de agosto de 2018. Considerando a média mensal de RM atendidas pelo DepSIMRJ por mês, a amostra representa 49%.

A fim de simplificar a análise e o tratamento dos dados, os materiais comuns dos SJ selecionados foram agrupados em 36 localizações, distribuídas pelos cinco armazéns, conforme representado na Figura 4.

Figura 4 - Layout do DepSIMRJ e as localizações consideradas



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Essas localizações representam o ponto no qual o separador de materiais irá se posicionar para realizar sua função.

Além disso, foi realizada a medição de distâncias em metros entre cada uma das 36 localizações entre si e entre elas e o ponto de saída de material do DepSIMRJ.

Em setembro de 2018 foi realizada uma visita à DAbM, OM responsável pela manutenção do SINGRA, ocasião na qual foi feita uma entrevista com o Encarregado do SINGRA na MB, especialista na área de desenvolvimento de sistemas de informação e parte integrante das soluções logísticas da área do abastecimento da Marinha.

Essa entrevista foi classificada como estruturada, pois, segundo Prodanov e Freitas (2013), nela o entrevistador segue um roteiro preestabelecido, conforme demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Perguntas da entrevista realizada na DAbM

Perguntas

- 1) *É possível realizar alterações no sistema SINGRA a fim de incluir funcionalidades com o intuito de otimizar algum processo realizado quando da prática de atividades relacionadas às atividades do sistema de abastecimento da MB?*
- 2) *Como se dá o processo para evolução (inclusão de funções) no Sistema SINGRA?*
- 3) *Há custos financeiros extras à MB quando da realização de uma evolução no Sistema SINGRA?*
- 4) *Há alguma função no SINGRA que sistematiza a faina de separação de pedidos nas OMF?*
- 5) *Acredita ser viável a aplicação de uma sistematização para separação de pedidos nas OMF?*
- 6) *A inclusão de uma funcionalidade pode ser inspirada por uma funcionalidade existente em outro software bem como o Excel?*

Fonte: Elaborado pelo autor com base na coleta de dados.

A entrevista constante do Quadro 2 complementará a análise de dados e servirá de subsídio para a conclusão posterior.

3.3 Tratamento de dados e software utilizado

A lógica do PCV foi aplicada no processo de separação de pedidos do DepSIMRJ e a sua resolução foi obtida por meio do método Clarke-Wright, com apoio do Solver.

O objetivo do tratamento dos dados foi verificar se o processo de separação de pedidos realizado no DepSIMRJ poderia apresentar um deslocamento total menor em metros ao ser comparado com o resultado que um software apresentaria para as mesmas condições.

Para apoio ao tratamento dos dados levantados foi utilizada a ferramenta Solver, da Microsoft Excel. O sistema proposto tem como entrada de dados a localização de cada material coletado de uma RM e a posição do ponto de saída do depósito.

Com tais dados, o sistema apresenta como saída uma lista sequenciada de coletas com

o resultado em metros que melhor satisfaz um deslocamento, de acordo com as restrições impostas.

Na execução deste trabalho, como resultado da aplicação do Solver, foi gerada a coluna "Loc" em uma planilha do Excel, uma das três colunas de células variáveis, conforme a situação hipotética apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Células Variáveis

<i>Localização Visitada</i>	<i>Loc</i>	<i>Distância (m)</i>
1	1	66,25
2	2	10
3	2	0
5	3	12,5
6	3	0
7	4	10
8	5	15
9	6	10
2	6	0
3	6	0
9	7	15
8	7	0
6	8	10
12	8	0
2	9	12,5
6	9	0
7	12	15
12	12	0
15	15	37,5
17	17	20
TOTAL		233,75

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira coluna da Tabela 1 apresenta quais das 36 localizações foram visitadas para recolhimento de um material e em qual ordem foi realizado esse processo. Na

Figura 5 - Matriz de distâncias reais em metros

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
Loc	Loc 1	Loc 2	Loc 3	Loc 4	Loc 5	Loc 6	Loc 7	Loc 8	Loc 9	Loc 10	Loc 11	Loc 12	Loc 13	Loc 14	Loc 15	Loc 16	Loc 17	Loc 18	Loc 19	Loc 20	Loc 21	Loc 22	Loc 23	Loc 24	Loc 25	Loc 26	Loc 27	Loc 28	Loc 29	Loc 30	Loc 31	Loc 32	Loc 33	Loc 34	Loc 35	Loc 36		
Loc 1	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Loc 2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 17	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 18	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 19	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 21	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 22	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 23	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 25	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 26	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 27	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 29	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 31	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 32	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 33	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 34	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 35	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loc 36	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

segunda, chamada "Loc", a sequência de localizações sugerida pelo Solver para uma RM. Na terceira coluna, as distâncias reais em metros entre as localizações, com base na sequência da coluna "Loc".

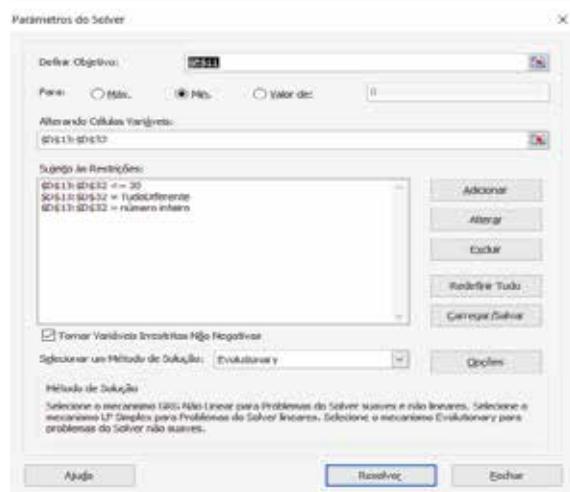
Em relação à coluna "Distância", da Tabela 1, o valor de 66,25 representa o deslocamento em metros entre a última posição visitada e o ponto de expedição. A distância entre as "Loc" 1 e 2 é igual a 10 metros. A distância entre a "Loc" 2 e ela mesma é igual a zero. Entre a 2 e a 3 é igual a 12,5 metros. Dessa forma, continua-se o processo até a distância entre as "Loc" 15 e 17, de 20 metros. O total em metros da distância percorrida nesse roteiro sugerido pelo Solver será de 233,75 metros.

Ressalta-se que a coluna "Distância" importa valores dos deslocamentos reais entre as 36 localizações e entre elas e o ponto de saída do depósito, registradas em outra planilha do Excel, constante da Figura 5.

Para dar continuidade ao trabalho, na mesma planilha constante da Tabela 1,

selecionou-se a opção Solver do Excel. Com isso, o software apresenta a caixa de diálogo conforme a Figura 6.

Figura 6 - Parâmetros do Solver



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Depois, foi inserida na caixa "Definir Objetivo", como exemplo da Figura 6, a

referência de célula na qual o *software* apresentou o resultado solicitado. Em seguida, na opção "Para", da mesma Figura, foi selecionada a opção "Mín", já que se desejou o menor valor possível de deslocamento em metros para a célula objetivo.

Na caixa "Alterando Células Variáveis", também da Figura 6, foram selecionadas as células da primeira coluna da Tabela 1. Essas células podem ser alteradas a partir das restrições impostas na opção "Sujeito às restrições" daquela Figura. Essas restrições orientam o resultado das células "Loc", que representam o roteiro ideal sugerido pelo sistema, no sentido de que esse roteiro não apresente localizações com valores fracionados ou localizações que não foram visitadas na realidade.

Adicionalmente, para encontrar a solução ideal o sistema usa o método *Evolutionary*, conforme a Figura 6, esse que utiliza a lógica de buscar a solução ótima, cortando e ramificando resultados que não correspondam às restrições propostas.

Por fim, ao selecionar a opção "Resolver", constante da Figura 6, o sistema servirá como facilitador para a obtenção do cálculo das iterações e apresentará, na coluna "Loc" da Tabela 1, o roteiro que apresenta o menor deslocamento na execução do processo de separação de pedidos de uma RM qualquer.

A sequência de rota considerada real e comparada com o *software* leva em conta a ordem na qual as RM aparecem em uma Capa de Lote, desde a primeira até a que aparece por último. Foi considerada essa ordenação porque, por meio das observações no campo de estudo, notou-se que a separação de materiais ocorre, geralmente, dessa maneira.

3.4 Limitações da pesquisa

Por outro lado, não foi considerada a disponibilidade dos materiais e ferramentas

necessárias para execução da atividade de separação de pedidos, assim como a capacidade exata de carregamento de material pela empilhadeira ou pelo responsável.

Além disso, como o foco é o processo de separação de pedidos, não são considerados erros em processos anteriores. Por esse motivo, os resultados apresentados pelo Excel não identificam se um material está ou não em uma localização correspondente à do sistema SINGRA. O *Solver* indicará o menor deslocamento em metros independentemente de qual item está na localização analisada.

Adicionalmente, considerando as 36 localizações deste trabalho, foram analisadas as Capas de Lote que continham mais de duas RM com materiais em localizações diferentes. Tal fato se deu porque o *software* considera que o deslocamento em metros de um ponto A até o mesmo ponto A é igual a zero, por exemplo. Nesse caso, o *Solver* analisaria apenas o deslocamento em metros entre a localização e o ponto de expedição.

Logo, uma Capa de Lote com itens apenas de uma mesma localização não geraria deslocamentos mínimos consideráveis relevantes para esta pesquisa. Por consequência, das 72 Capas de Lote obtidas, que totalizaram 900 RM, foram consideradas 25 delas para este estudo, 306 RM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise do processo de separação de pedidos

A partir da pesquisa de campo, observou-se que o processo de separação de pedidos de materiais no DepSIMRJ é empírico e não se apoia em nenhuma atividade automatizada. Além disso, foi possível estabelecer qual a distância percorrida pelos responsáveis em separar pedidos, a fim de comparar esses resultados com um outro apresentado pelo *Solver*.

Dessa forma, observou-se que o processo se inicia a partir da inserção de uma RM no SINGRA pela OM cliente. Essa solicitação, após liberada pelo CCIM, passa a contar naquele sistema como “requisição em atendimento”.

O DepSIMRJ, por sua vez, realiza uma análise diária de todas a RM que foram liberadas. Um militar imprime a relação de material a ser separado, gerando um documento denominado Capa de Lote, esse que reúne várias RM de uma mesma OM.

A separação de pedidos considerada neste trabalho é de responsabilidade da Seção de Material Comum, pertencente à Divisão de Abastecimento. Os militares daquela seção, quando da separação dos pedidos, verificam se há necessidade de utilização de empilhadeira ou não. Com a Capa de Lote em mãos deslocam-se até a prateleira onde se encontra o material e realizam a separação dos itens na ordem em que eles aparecem na Capa de Lote.

Após o recolhimento do material na prateleira o separador pode recolher o material de uma só vez ou, por limitações de capacidade de carregamento, posicionar parte dos itens

solicitados no ponto de saída do depósito para continuar a atividade posteriormente. Este trabalho analisou a separação no caso de o material ser recolhido de uma só vez.

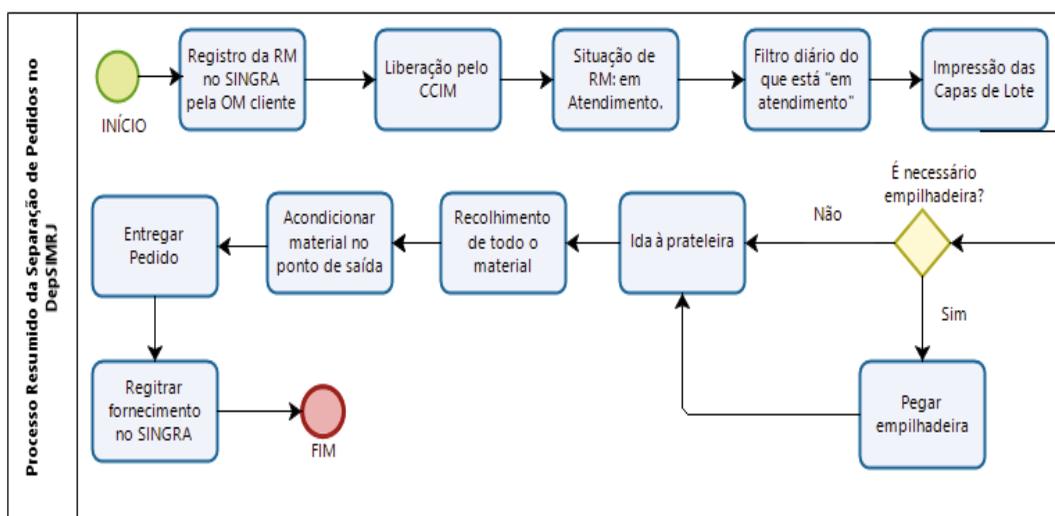
As OM solicitantes, no geral, retiram o material diretamente no DepSIMRJ e as localizadas em outros Distritos Navais recebem seu material por meio dos Centro de Intendência regionais. Por fim, o material entregue tem seu registro de fornecimento inserido no SINGRA, o que atualiza os estoques cadastrados.

A Figura 7, feita a partir da utilização do software Bizagi, apresenta o resumo do processo de separação de pedidos no DepSIMRJ.

A partir da análise da Figura 7 percebe-se que não há uma etapa no processo de separação de materiais comuns na qual se analisa qual é o melhor roteiro a ser percorrido.

Nesse contexto, considerando também as dimensões da OM, diminuir o deslocamento em metros dentro do depósito significa, dentre outros, otimizar o processo de separação de pedidos. Como essa atividade consome recursos de um depósito, torna-se necessário aplicar no DepSIMRJ uma sistemática capaz de melhorar aquela atividade.

Figura 7 - O processo resumido de separação de Pedidos no DepSIMRJ



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

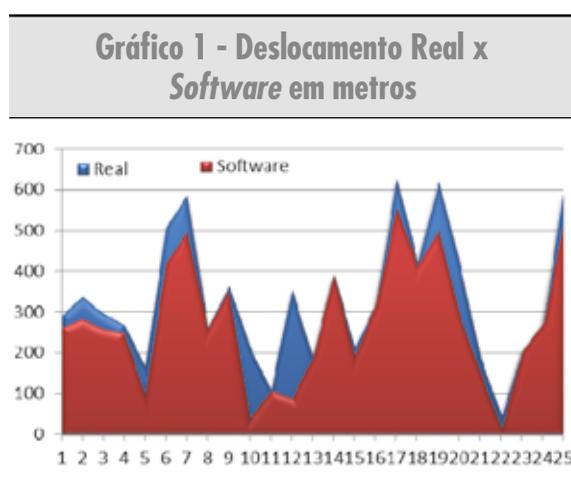
Assim, ao se considerar a busca pela otimização do roteiro para a separação de pedidos no ambiente do DepSIMRJ, pode ser aplicada a lógica do PCV, um dos primeiros problemas de roteamento apresentado na literatura e que possui como intuito, neste caso, a determinação da rota que minimizará a distância total percorrida para realizar a atividade de separação de pedidos.

A resolução do PCV no DepSIMRJ, com o auxílio do método Clarke-Wright, pode utilizar um *software* como facilitador.

4.2. Aplicação do Solver

A partir da inserção de 25 Capas de Lote no Solver, 306 RM, observou-se que o deslocamento em metros efetivamente realizado pode ser melhorado.

Os resultados mostraram, como apresentado no Gráfico 1, no qual o eixo y representa o deslocamento em metros e o eixo x representa cada uma das 25 Capas de Lote, que o deslocamento efetivamente realizado pelo separador é maior, na maioria das vezes, do que o deslocamento proposto pela roteirização do *software*.

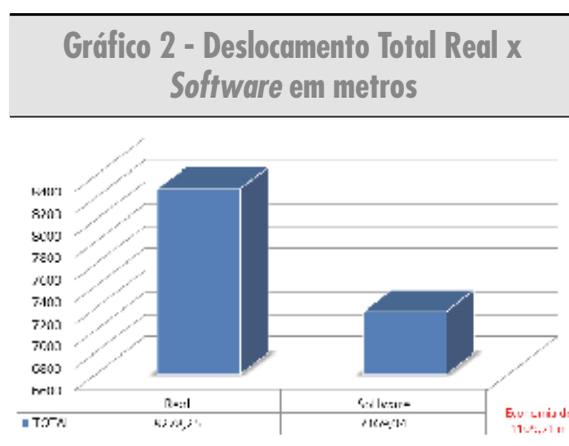


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Ainda com base no Gráfico 1, percebe-se que o roteiro realizado pelo separador de pedidos poderia ter sido desenvolvido

de forma mais eficiente para a maioria das Capas de Lote analisadas. Confirma-se o que expôs Ballou (2006) ao afirmar que o método Clarke-Wright é flexível e suficiente para resolver uma ampla coleção de restrições práticas impostas pelo PCV.

Além disso, quando se compara o deslocamento total em metros necessários para separar as 306 RM, conforme o Gráfico 2, ratifica-se que a distância é menor com a utilização do *software*.



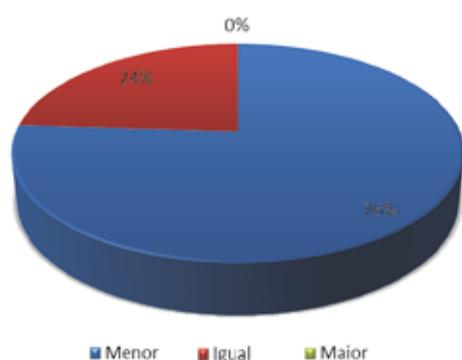
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

No caso, é possível perceber, a partir da análise do Gráfico 2, que o deslocamento em metros realizado pelo separador, considerando as 25 Capas de Lote, foi de 8.278,25 metros. Após a sugestão de rota realizada pelo Solver, o deslocamento para as mesmas Capas foi de 7.169,04 metros. Uma economia aproximada de 1.110 metros.

A Pesquisa Operacional (PO), a partir da aplicação do Solver, facilitou a análise e solução do método Clarke-Wright, relacionado ao PCV. Ou seja, o modelo matemático obteve a melhor solução, como já previsto por Sohn (2018), e mostrou-se útil para problemas antes considerados complexos.

Adicionalmente, o Gráfico 3 compara o percentual de vezes que o resultado em metros sugerido pelo *software* foi maior, igual ou menor do que o efetivo.

Gráfico 3 - Relação entre Resultados do Software e o Real



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Com base nos dados do Gráfico 3, percebe-se que 76% dos testes realizados pelo *software* apresentaram um deslocamento menor do que o executado na realidade; em 24% das vezes o descolamento realizado e o sugerido foram muito parecidos; e em nenhuma vez o *software* sugeriu um deslocamento maior do que o realizado na realidade. Esses resultados mostram que a aplicabilidade do *software* será, na maioria dos casos, vantajosa para o DepSIMRJ.

Dessa forma, identifica-se o *software* Excel, com o seu suplemento *Solver*, como ferramenta capaz de otimizar o processo de separação de pedidos no DepSIMRJ. Assim, confirma-se o que Marins (2011) registrou: torna-se viável e eficiente a solução de problemas complexos a partir da utilização do *Solver*.

4.3. Análise da entrevista

A entrevista realizada na DAbM contribuiu para corroborar com as informações levantadas a partir das observações realizadas no DepSIMRJ e com os resultados obtidos pela aplicação do *Solver*.

A partir da entrevista, conclui-se que não há uma função específica, no SINGRA, que sistematize a atividade de separação de pedidos nas OMF, como o DepSIMRJ. Acredita-se ser necessária a aplicação de uma sistematização

para separação de pedidos naquelas OM. Ou seja, há carência dessa funcionalidade no sistema SINGRA.

Também, é possível realizar alterações no sistema SINGRA a fim de incluir funcionalidades com o intuito de otimizar algum processo realizado nas OMF quando da prática de algumas atividades de abastecimento. Nesse contexto, pode ser inserida naquele sistema uma função que gere a Capa de Lote com a sequência de separação de pedidos que contenha o menor deslocamento em metros.

Dessa forma, ao passo da liberação da demanda da RM no SINGRA, automaticamente, o sistema pode gerar um roteiro ideal que será usado pela referida OMF no momento da separação do pedido.

A inclusão de funções (evolução) no Sistema SINGRA pode ser solicitada por qualquer OM por meio de uma comunicação formal à DAbM. A inclusão da evolução pode ser feita por uma equipe da Marinha ou por meio de uma empresa terceirizada. Neste último caso pode haver custos. Logo, o DepSIMRJ, caso solicite a inclusão da funcionalidade, pode ser precursor na utilização dela no ambiente de uma OMF.

Acrescenta-se que a inclusão de uma funcionalidade pode ser inspirada por um recurso existente em outro *software*, como o Excel. Além disso, soluções que sejam capazes de automatizar processos e que estejam disponibilizadas gratuitamente são bem-vindas, sendo necessário verificar a compatibilidade dessas soluções com o sistema SINGRA.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo de caso procurou verificar a aplicabilidade de um *software* para otimização da separação de pedidos no DepSIMRJ. Para isso, como objetivos específicos procurou analisar o processo de separação de pedidos no DepSIMRJ e identificar um *software* capaz

de melhorar o procedimento de separação de pedidos naquela OM.

A OM objeto deste estudo foi escolhida por ser um dos Depósitos do Complexo Naval de Abastecimento com maior número mensal de Requisições de Material (RM) por OM clientes. Também, por contar com um dos maiores efetivos de pessoal envolvido na atividade de separação de pedidos. Ademais, por ser o Depósito com a maior diversidade de SJ sob responsabilidade de uma OMF.

Com a contribuição da entrevista realizada e a partir da análise do processo de separação de pedidos no DepSIMRJ foi possível verificar a vantagem da aplicabilidade do Excel, com o suplemento *Solver*, na otimização do processo de separação de pedidos naquela OM.

Também, é possível a inclusão no SINGRA de funções inspiradas no *Solver*, aproveitando-se, desta forma, de uma ferramenta gratuita e disponível no mercado a fim de alinhar as exigências de eficiência pública e o previsto como visão de futuro do DepSIMRJ.

Como consequência, poderá ser analisada a real necessidade da atual quantidade de pessoal envolvido no processo de separação de pedidos, ou seja, pode haver redução/remanejamento dos militares, servidores civis e/ou estivadores empregados na atividade de separação de pedidos.

No caso específico dos estivadores do DepSIMRJ a análise e a melhora do processo de separação de pedidos pode gerar uma economia financeira relevante, já que envolve um contrato licitatório que custa cerca de R\$ 2 milhões por ano.

Dessa forma, o DepSIMRJ contribuirá para o seu próprio reconhecimento como OMF moderna e tecnologicamente atualizada, contribuindo ainda mais para o aprimoramento do SAbM e estando alinhado às exigências da Administração Pública contemporânea.

Além disso, este estudo buscou ser capaz de fornecer informações relevantes para apoiar decisões gerenciais e visou contribuir para a busca da excelência no cumprimento da missão da MB enquanto Administração Pública. A utilização de métodos quantitativos no apoio à tomada de decisões em cenários complexos ajuda a evitar o emprego de processos pouco criteriosos.

Sendo assim, sugere-se a inclusão no SINGRA de uma função que gere a Capa de Lote com a sequência de separação de pedidos que representará o menor deslocamento em metros. Dessa forma, ao passo da liberação da demanda da RM no SINGRA, automaticamente, o sistema pode gerar um roteiro ideal que será usado pela referida OMF.

Por fim, como os dados deste trabalho referem-se somente ao DepSIMRJ, sugere-se replicar este estudo em outras OMF, considerando também outros SJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELINI, Julia et al. Utilização da Pesquisa Operacional para Otimização do Mix de Produtos em uma Empresa de Foz do Iguaçu, PR. **Revista Pleiade**. Junho, 2017. Disponível em: <http://intranet.uniameica.br/site/revista/index.php/pleiade/article/download/352/309>. Acesso em: 13 ago. 2018.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, DF, 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.tse.jus.br/legislacao/codigo-eleitoral/constituicao-federal/constituicao-da-republica-federativa-do-brasil>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Depósito de Suprimento de Intendência da Marinha no Rio de Janeiro. **Carta de Serviços**. Rio de Janeiro, 2018.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria-Geral da Marinha. **SGM-107**: normas gerais de administração. 6. rev. Brasília, 2015. Disponível em: <http://sgm.mb/PUB/Normas/SGM-107-REV6.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018. Acesso em: 22 ago. 2018.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria-Geral da Marinha. **SGM-201**: normas para a execução do abastecimento.

6.rev. Brasília, 2009. Disponível em: <http://sgm.mb/PUB/Normas/SGM-201-REV6.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2018.

BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria-Geral da Marinha. **SGM-303**: normas sobre gestão do material. 5. rev. Brasília, 2016. Disponível em: <http://sgm.mb/PUB/Normas/SGM-303-REV5.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2018.

CARDOSO, Andrea. **Fundamentos da Pesquisa Operacional**. Minas Gerais: UNIFAL, 2011. Disponível em: <https://www.coursehero.com/file/17419965/po/>. Acesso em: 15 jul. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA, Isis Coelho et al. **Otimização de rotas na gestão de resíduos**: um estudo de caso na coleta de resíduos recicláveis do centro de ciências da saúde da UFRJ – 9 Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Universidade de Brasília. Brasília. 2018. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/813>. Acesso em: 17 set. 2018.

MARINS, Fernando Augusto Silva. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2011. Disponível em: https://www.cairu.br/biblioteca/arquivos/Ciencia/Introducao_pesquisa_operacional.pdf. Acesso em: 17 set. 2018.

MARKONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

MICROSOFT. Corporation. **Definir e resolver um problema usando o Solver**. Disponível em: <https://support.office.com/pt-br/article/definir-e-resolver-um-problema-usando-o-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040>. Acesso em: 18 jul. 2018

NETO, Aristides Fraga; CARDOSO, Patrícia Alcântara. **Desenvolvimento de um sistema de roteirização de**

veículos em um armazém para apoio na decisão de coleta de produtos acabados. In: X Congresso Nacional de Excelência de Gestão, 8-9ago, 2014. Rio de Janeiro - RJ. Disponível em: http://www.inovarse.org/sites/default/files/T14_0162_8.pdf. Acesso em: 18 jul. 2018

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernane Cesar de. **Trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

SOHN, Eugene. **Simulated annealing algorithm for customer-centric location routing problem**. Master of engineering in supply chain management at the Massachusetts Institute of Technology (MIT). Massachusetts, 2018. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/117923>. Acesso em: 18 set. 2018

TORTOLA, Edgar Xavier; GALAN, Crislaine Rodrigues; CASTILHO, Ana Carolina Britto. Análise da Proposta da Melhoria de uma indústria de bebidas. **Revista Uningá Reweiv**. v. 31, n. 1, p. 06. jan, 2018. ISSN 2178-2571. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/2047>. Acesso em: 27 set. 2018

TREVISAN, Eduardo Carlos et al. **Utilização do método do caminho ótimo para roteirizar a coleta seletiva de embalagens cartonadas na cidade de Embu das artes**. International Conference on Network Enterprise e Logistic Management. São Paulo - SP, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325746014_UTILIZACAO_DO_METODO_DO_CAMINHO_OTIMO_PARA_ROTEIRIZAR_A_COLETA_SELETIVA_DE_EMBALAGENS_CARTONADAS_NA_CIDADE_DE_EMBU_DAS_ARTES-SP. Acesso em: 18 jul. 2018.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 15. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2014.

Yin, Robert k. **Estudo de Caso**: planejamentos e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.