

ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE DOS CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO DA MARINHA DO BRASIL A PARTIR DE MÉTODOS HEURÍSTICOS

SANTOS, Marcos¹; RAMOS, Matheus Falcão²; REIS, Marcone Freitas³; WALKER,
Rubens Aguiar⁴

¹ Seção de Engenharia de Computação, Instituto Militar de Engenharia, marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br

² Departamento de Engenharia de Produção, Faculdade SENAI CETIQT, mfalcaor@hotmail.com

³ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, marconefreis11@gmail.com

⁴ Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, rubens.walker@gmail.com

Resumo: Embora a Marinha do Brasil seja uma instituição que não vise o lucro, seus gestores devem ter a preocupação de sempre melhorar os seus processos de maneira tratar com austeridade o erário público. Nesse sentido, sabendo que os custos de transporte representam mais da metade dos custos logísticos de uma organização, esse trabalho tem o objetivo de propor uma metodologia para redução dos custos de transporte, na região metropolitana do Rio de Janeiro, entre os centros de distribuição da Marinha do Brasil e as suas Organizações Militares (OM). O projeto piloto levou em consideração apenas o fornecimento de uniformes, na expectativa de ampliar o escopo para os demais itens de fornecimento. Realizou-se uma modelagem matemática preliminar na forma de um Problema de Programação Linear (PPL), e, ato contínuo, foram aplicados os métodos heurísticos do Canto Noroeste, do Menor Custo e da Aproximação de Voguel, na busca de uma Solução Básica Viável Inicial.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional, Métodos Heurísticos, Custos de Transporte, Marinha do Brasil.

STRATEGY TO REDUCE THE COST OF TRANSPORTATION OF DISTRIBUTION CENTERS OF THE BRAZILIAN NAVY FROM HEURISTIC METHODS

Abstract: Although the Brazilian Navy is an institution that does not aim for profit, its managers must be concerned to always improve their processes in a way that deals with the public treasury with austerity. In this sense, knowing that transport costs represent more than half of the logistics costs of an organization, this work has the objective of proposing a methodology to reduce transport costs, in the metropolitan region of Rio de Janeiro, between the distribution centers of the Navy of Brazil and its Military Organizations (MO). The pilot project took into account only the provision of uniforms, in the expectation of widening the scope for the other

items of supply. A preliminary mathematical modeling was developed in the form of a Linear Programming Problem (LPP), and the heuristic methods of the Northwest Corner, the Lower Cost and the Vogel Approximation were applied in the search for an Initial Basic Viable Solution.

Keywords: *Operational Research, Heuristic Methods, Transport Costs, Brazilian Navy.*

1 Introdução

O sistema de transporte se define como um conjunto de trabalho, facilidades e recursos que representam a capacidade de movimentação de cargas, pessoas e produtos intangíveis (energia, comunicação, telefonia, serviços) dentro da economia. (SILVA *et al*, 2016)

Segundo Hillier e Lieberman (2013), o problema de transporte (PT) é um modelo particularizado de um modelo de Programação Linear. O PT recebeu essa denominação em virtude de várias de suas aplicações envolverem problemas de transportar mercadorias de maneira otimizada, apesar do mesmo ter outras aplicações não relacionadas com transportes.

Para Simas (2013), o setor logístico no Brasil movimenta em torno de R\$ 350 bilhões ao ano e este valor quase que duplicou nas últimas décadas, sendo responsável por transportar 60% de tudo o que é produzido no país .

A logística se destacou quando diversas empresas foram pressionadas pelo mercado a proporcionarem um atendimento diferenciado e um bom nível de atendimento. Nesse sentido, a sobrevivência das empresas passou a depender fortemente da busca contínua pela excelência no atendimento por meio de otimização de processos e formação de parcerias. (ASSUNÇÃO, ARANTES e SANTOS, 2016)

Alves e Zago (2016) relatam que o custo logístico do Brasil está em torno de 12,8% do PIB, um valor bem acima de países como Estados Unidos com 8,2% e Europa com 9%.

A Programação Linear é uma ferramenta da Pesquisa Operacional (PO) que ajuda a solucionar os problemas de maximização e minimização de algum objetivo, atendendo a um conjunto de restrições. A modelagem é o método usado para a resolução do problema, elaborando um modelo matemático que melhor representa o desenvolvimento do mesmo. Propiciando assim resultados que poderão aprimorar o planejamento da produção e gerar soluções para tomadas de decisões. (LOESCH e HEIN, 2011)

Esta pesquisa tem por objetivo propor uma distribuição de suprimentos que minimize os custos de transporte entre os Centros de Distribuição e as Organizações Militares da Marinha do Brasil localizadas na cidade do Rio de Janeiro.

2 Problema

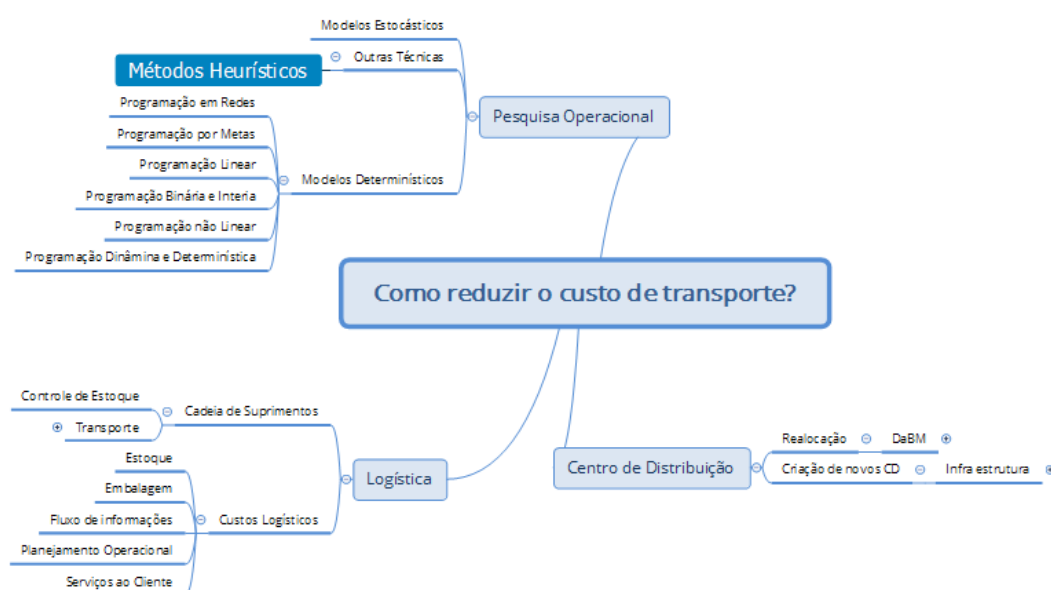
A Marinha possui depósitos primários distribuídos pelo Rio de Janeiro. São esses depósitos que armazenam compras e, posteriormente, distribuem para todas as OM abastecidas por esses depósitos. Esses depósitos primários dividem-se em: Sobressalentes, Material Comum, Material de Subsistência, Material Eletrônico, Fardamento, Munição e Combustíveis. Estes dois últimos, Munição e Combustíveis, localizam-se em lugares isolados, em virtude dos cuidados especiais dos quais necessitam, pois são considerados materiais de risco e devem ser tratados com uma segurança elevada.

O seu complexo sistema de abastecimento, é gerenciado e desenvolvido pela Diretoria de Abastecimento da Marinha (DABM), localizada no Primeiro Distrito Naval (Rio de Janeiro).

A recente crise econômica e fiscal pela qual o Brasil vem passando, evidencia a importância da austeridade no trato do erário público, de maneira a sempre utilizá-lo com a máxima eficiência e eficácia. Dado o exposto, surge o questionamento: Como minimizar os custos de transporte, dos Centro de Distribuição (CD) para as Organizações Militares?

Na busca da solução para esse problema, utilizou-se três métodos heurísticos, que possibilitam obter uma solução básica viável inicial para o problema em tela, indicando o volume de material que deve ser transportado de cada CD para cada OM de maneira a reduzir o custo do transporte. O mapa mental a seguir, Figura 1, mostra as condições de contorno do problema.

Figura 1 – Mapa Mental do Projeto



Fonte: Autores (2017)

3 Fundamentação Teórica

Um engenheiro é, antes de mais nada, um “resolvedor de problemas”. Ele tem a capacidade de compreender as condições de contorno de uma situação problemática e, a partir daí, propor soluções que agreguem valor não só para a organização da qual faz parte, mas também para a sociedade como um todo.

De acordo com Marins (2011) a Pesquisa Operacional, uma subárea da Engenharia de Produção, surgiu no Ocidente durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), e é destinada às iniciativas dos serviços militares, tais como: desenvolvimento e uso de radar, problemas de dieta, problemas com alocação hábil de recursos escassos às diversas operações militares, entre outros.

Santos et al (2017) apresentam que todo problema de PO possui uma metodologia relativamente simples e logicamente encadeada, começando com uma situação problemática, ou seja, com um descompasso entre o que se quer e o que se tem, seja para uma pessoa, um grupo de pessoas ou uma organização. Assim, o primeiro passo na solução de um problema é o perfeito entendimento do mesmo e das suas condições de contorno.

Santos et al (2017) também afirmam que, fixado o objetivo, é necessário definir a medida de eficácia operacional (MEO), ou seja, uma medida que permita mensurar o quanto determinada medida contribui com o atingimento da função objetivo. Para cumprir essa função, a MEO deve possuir três características indispensáveis: deve ser quantificável, mensurável e completa. Quantificável diz respeito a ser possível representá-la por meio de um número. Mensurável, diz respeito a ser possível medi-la, de maneira direta ou indireta, pois de nada adianta uma MEO que pode ser quantificada, contudo não se tem como medi-la.

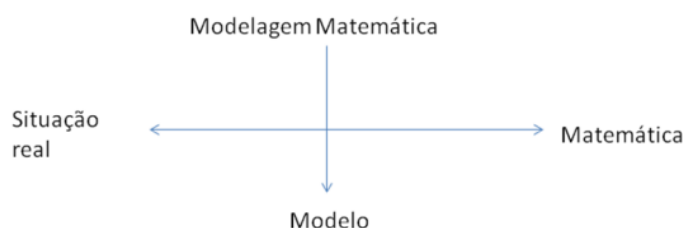
Para Loesch e Hein (2011), a utilização da PO é uma maneira de trazer conhecimento para uma organização, uma vez que ela age como ferramenta de análise e estudo das problemáticas dos processos organizacionais. A utilização da PO, como ciência, estrutura processos, propondo um conjunto de alternativas e ações, fazendo a previsão e a comparação de valores, de eficiência e de custos.

Segundo Lisboa (2012), um modelo é a representação simplificada de um sistema real, podendo ser um projeto já existente ou um projeto futuro. Contudo, modelagem visa a obtenção de subsídios para que o tomador de decisões identifique as limitações do mesmo e busca otimizar a eficiência do sistema. Programação linear, programação binária e inteira, metodologia multicritério de apoio a decisão, modelos de simulação e teoria das filas são exemplos de ferramentas utilizadas nos modelos de Pesquisa Operacional.

Andrade (2009) afirma que a tomada de decisão é um processo sequencial e complexo, pois resulta de uma junção de várias decisões à cerca dos aspectos de dado problema e em uma inter-relação entre pessoas, responsabilidade pelo serviço, sistemas de informações, código de ética e moral, e comunicação, com valores subjetivos e desenvolvidos em um ambiente institucional com regras parcialmente definidas.

Segundo Biembengut e Hein (2003), a modelagem é um meio de interagir a matemática com a realidade, e tem a Figura 2 a seguir, como modo de representar esta proposta.

Figura 2 – Esquema do Processo de Modelagem Matemática



Fonte: Autores (2017)

O métodos heurísticos utilizados nesse trabalho justificam-se por se tratar de uma ferramenta de moderada complexidade matemática e que não exigem esforço computacional para a determinação de uma solução básica viável inicial.

4 Modelagem Matemática

4.1 Dados do Modelo

O desenvolvimento do trabalho teve como início uma análise dos dados fornecidos pela Marinha do Brasil. A partir desses dados, foi possível aplicar os métodos Heurísticos. A Tabela 1 apresenta cada Posto de Distribuição de Uniforme (PDU) e a respectiva capacidade de oferta de uniformes de cada um.

Tabela 1 – Dados da Capacidade de Oferta

Centros de Distribuição	Capacidade de Oferta
PDU BAMRJ	36.000
PDU Com1DN	20.500
PDU BNRJ	27.500
PDU Ilha do Governador	13.000
Total	97.000

Fonte: Autores (2017)

A Tabela 2 apresenta as demandas de cada OM, situadas na região metropolitana do Rio de Janeiro, atendidas pelos quatro PDU.

Tabela 2 – Dados da Capacidade de Demanda

Organizações Militares	Capacidade de Demanda
EGN	710
Escola Naval	1.930
CIAW	3.200
PNNSG	840
HNMD	1.200
Batalhão Toneleiro	770
Colégio Naval	1.350
Cluster Av. Brasil	24.200
Cluster Ilha do Governador	13.200
Cluster Ponta da Areia	4.600
Cluster BNRJ	26.000
Cluster AMRJ	19.000
Total	97.000

Fonte: Autores (2017)

A Tabela 3 mostra o custo médio de transporte de cada peça de uniforme por quilômetro, além do custo de carregamento.

Tabela 3 – Dados Médios de Transporte e Carregamento por Peça

Custos	Preço
Custo Médio de Transporte por km	R\$ 0,02
Custo Médio de Carregamento	R\$ 0,15

Fonte: Autores (2017)

4.2 Variáveis de Decisão

Como se deseja saber a quantidade a ser transportada de cada PDU para cada OM, as variáveis de decisão foram elencadas da seguinte maneira, conforme mostrado na Equação (1).

$$X_{ij} = \text{Qtde de peças a serem transportadas da origem } i \text{ para o destino } j \text{ (1)}$$

Em que:

$$i: \{1,2,3,4\}$$

$$j: \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12\}$$

4.3 Restrições

Restrições de Oferta

PDU da Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro:

$$x_{1-1} + x_{1-2} + x_{1-3} + x_{1-4} + x_{1-5} + x_{1-6} + x_{1-7} + x_{1-8} + x_{1-9} + x_{1-10} + x_{1-11} + x_{1-12} \leq 36.000$$

PDU do Comando do 1º Distrito Naval:

$$x_{2-1} + x_{2-2} + x_{2-3} + x_{2-4} + x_{2-5} + x_{2-6} + x_{2-7} + x_{2-8} + x_{2-9} + x_{2-10} + x_{2-11} + x_{2-12} \leq 20.500$$

PDU da Base Naval do Rio de Janeiro:

$$x_{3-1} + x_{3-2} + x_{3-3} + x_{3-4} + x_{3-5} + x_{3-6} + x_{3-7} + x_{3-8} + x_{3-9} + x_{3-10} + x_{3-11} + x_{3-12} \leq 27.500$$

PDU da Ilha do Governador:

$$x_{4-1} + x_{4-2} + x_{4-3} + x_{4-4} + x_{4-5} + x_{4-6} + x_{4-7} + x_{4-8} + x_{4-9} + x_{4-10} + x_{4-11} + x_{4-12} \leq 13.000$$

Restrições de Demanda

Escola de Guerra Naval:

$$x_{1-1} + x_{2-1} + x_{3-1} + x_{4-1} \leq 710$$

Escola Naval:

$$x_{1-2} + x_{2-2} + x_{3-2} + x_{4-2} \leq 1930$$

Centro de Instrução Almirante Wandenkolk:

$$x_{1-3} + x_{2-3} + x_{3-3} + x_{4-3} \leq 3200$$

Policlínica Naval Nossa Senhora da Glória:

$$x_{1-4} + x_{2-4} + x_{3-4} + x_{4-4} \leq 840$$

Hospital Naval Marcílio Dias:

$$x_{1-5} + x_{2-5} + x_{3-5} + x_{4-5} \leq 1200$$

Batalhão Toneleiro:

$$x_{1-6} + x_{2-6} + x_{3-6} + x_{4-6} \leq 770$$

Colégio Naval:

$$x_{1-7} + x_{2-7} + x_{3-7} + x_{4-7} \leq 1350$$

Cluster Av. Brasil:

$$x_{1-8} + x_{2-8} + x_{3-8} + x_{4-8} \leq 24200$$

Cluster Ilha do Governador:

$$x_{1-9} + x_{2-9} + x_{3-9} + x_{4-9} \leq 13200$$

Cluster Ponta de Areia:

$$x_{1-10} + x_{2-10} + x_{3-10} + x_{4-10} \leq 4600$$

Cluster da Base Naval do Rio de Janeiro:

$$x_{1-11} + x_{2-11} + x_{3-11} + x_{4-11} \leq 26000$$

Cluster do Arsenal da Marinha no Rio de Janeiro:

$$x_{1-12} + x_{2-12} + x_{3-12} + x_{4-12} \leq 19000$$

Restrições de Não Negatividade

$$\{x_{ij} \geq 0; \forall i; \forall j\}$$

4.4 Função Objetivo

Como se deseja minimizar o custo total de transporte, o qual é composto do custo de deslocamento mais o custo médio de carregamento por peça, chegou-se a seguinte função objetivo (F.O.):

$$\begin{aligned} \text{F.O.} = \min \{ & 0,55x_{1-1} + 0,492x_{1-2} + 0,426x_{1-3} + 0,402x_{1-4} + 0,452x_{1-5} + 0,954x_{1-6} + \\ & 3,01x_{1-7} + 0,15x_{1-8} + 0,442x_{1-9} + 0,616x_{1-10} + 0,662x_{1-11} + 0,44x_{1-12} + 0,354x_{2-1} + \\ & 0,262x_{2-2} + 0,176x_{2-3} + 0,294x_{2-4} + 0,416x_{2-5} + 1,132x_{2-6} + 3,29x_{2-7} + \\ & 0,422x_{2-8} + 0,586x_{2-9} + 0,544x_{2-10} + 0,588x_{2-11} + 0,15x_{2-12} + 0,6x_{3-1} + \\ & 0,542x_{3-2} + 0,478x_{3-3} + 0,48x_{3-4} + 0,602x_{3-5} + 1,222x_{3-6} + 3,39x_{3-7} + 0,542x_{3-8} + \\ & 0,708x_{3-9} + 0,706x_{3-10} + 0,15x_{3-11} + 0,492x_{3-12} + 0,804x_{4-1} + 0,68x_{4-2} + \\ & 0,63x_{4-3} + 0,598x_{4-4} + 0,658x_{4-5} + 1,262x_{4-6} + 3,57x_{4-7} + 0,43x_{4-8} + 0,174x_{4-9} + \\ & 0,794x_{4-10} + 0,838x_{4-11} + 0,616x_{4-12} \} \end{aligned}$$

4.5 Solução do Modelo

Para obter uma solução básica viável inicial para o problema, foram utilizados três Métodos Heurísticos, são eles:

- Método do Canto Noroeste
- Método de Menor Custo
- Método de Aproximação de Vogel

Método do Canto Noroeste

A partir da Figura 3, aplicou-se o Método do Canto Noroeste. Na referida figura pode-se observar as capacidades dos PDU, as demandas das OM e o respectivo custo de transporte de cada PDU para cada OM.

Figura 3 – Aplicação do Método do Canto Noroeste

	OM 1	OM 2	OM 3	OM 4	OM 5	OM 6	OM 7	OM 8	OM 9	OM 10	OM 11	OM 12
	710	1930	3200	840	1200	770	1350	24200	13200	4600	26000	19000
CD 1	0,55	0,492	0,426	0,402	0,452	0,954	3,01	0,15	0,442	0,616	0,662	0,44
36000	710	1930	3200	840	1200	770	1350	24200	1800	0	0	0
CD 2	0,492	0,262	0,176	0,244	0,416	1,132	3,29	0,422	0,586	0,544	0,588	0,15
20500	0	0	0	0	0	0	0	0	11400	4600	4500	0
CD 3	0,6	0,542	0,478	0,48	0,602	1,222	3,39	0,542	0,708	0,706	0,15	0,492
27500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21500	6000
CD 4	0,804	0,68	0,63	0,598	0,658	1,262	3,57	0,43	0,174	0,794	0,838	0,616
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13000
Total:	R\$ 38.820,82											

Fonte: Autores (2017)

O Método do Canto Noroeste gerou a seguinte distribuição de transporte:

$$\begin{aligned}
 x_{1-1} &= 710 \\
 x_{1-2} &= 1930 \\
 x_{1-3} &= 3200 \\
 x_{1-4} &= 840 \\
 x_{1-5} &= 1200 \\
 x_{1-6} &= 770 \\
 x_{1-7} &= 1350 \\
 x_{1-8} &= 24200 \\
 x_{1-9} &= 1800 \\
 x_{2-9} &= 11400 \\
 x_{2-10} &= 4600 \\
 x_{2-11} &= 4500 \\
 x_{3-11} &= 21500 \\
 x_{3-12} &= 6000 \\
 x_{4-12} &= 13000
 \end{aligned}$$

Tal distribuição gerou o seguinte custo de transporte:

$$\begin{aligned}
 \text{Custo} &= 710 \times (0,55) + 1930 \times (0,492) + 3200 \times (0,426) + 840 \times (0,402) + 1200 \times (0,452) \\
 &+ 770 \times (0,954) + 1350 \times (3,01) + 24200 \times (0,15) + 1800 \times (0,442) + 11400 \times (0,586) + 4600 \times \\
 &(0,544) + 4500 \times (0,588) + 21500 \times (0,15) + 6000 \times (0,492) + 13000 \times (0,616) = \mathbf{R\$ 38.820,82}
 \end{aligned}$$

Método de Menor Custo

A Figura 4 apresenta a aplicação do Método de Menor Custo no problema em estudo. Tal método é intuitivo por sempre alocar as maiores quantidades nos menores custos. No entanto, por ser um algoritmo guloso, normalmente conduz a resultados ruins.

Figura 4 – Aplicação do Método de Menor Custo

	OM 1	OM 2	OM 3	OM 4	OM 5	OM 6	OM 7	OM 8	OM 9	OM 10	OM 11	OM 12
	710	1930	3200	840	1200	770	1350	24200	13200	4600	26000	19000
CD 1	0,55	0,492	0,426	0,402	0,452	0,954	3,01	0,15	0,442	0,616	0,662	0,44
36000	710	1930	1700	840	1200	620	0	24200	200	4600	0	0
CD 2	0,492	0,282	0,176	0,244	0,416	1,132	3,29	0,422	0,586	0,544	0,588	0,15
20500	0	0	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	19000
CD 3	0,5	0,542	0,478	0,48	0,602	1,222	3,39	0,542	0,708	0,706	0,15	0,492
27500	0	0	0	0	0	150	1350	0	0	0	26000	0
CD 4	0,804	0,68	0,63	0,598	0,658	1,262	3,57	0,43	0,174	0,794	0,838	0,616
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	13000	0	0	0
Total:	R\$ 24.123,62											

Fonte: Autores (2017)

Observa-se que tal método gera a seguinte distribuição de transporte:

$$\begin{aligned}
x_{1-1} &= 710 \\
x_{1-2} &= 1930 \\
x_{1-3} &= 1700 \\
x_{1-4} &= 840 \\
x_{1-5} &= 1200 \\
x_{1-6} &= 620 \\
x_{1-8} &= 24200 \\
x_{1-9} &= 200 \\
x_{1-10} &= 4600 \\
x_{2-3} &= 1500 \\
x_{2-12} &= 19000 \\
x_{3-6} &= 150 \\
x_{3-7} &= 1350 \\
x_{3-11} &= 26000 \\
x_{4-9} &= 13000
\end{aligned}$$

Tal distribuição gera o seguinte custo de transporte:

$$\begin{aligned}
\text{Custo} &= 710 \times 0,55 + 1930 \times 0,492 + 1700 \times 0,426 + 1500 \times 0,176 + 840 \times 0,402 + 1200 \\
&\times 0,452 + 620 \times 0,954 + 150 \times 1,222 + 1350 \times 3,39 + 24200 \times 0,15 + 200 \times 0,442 + 13000 \times \\
&0,174 + 4600 \times 0,616 + 26000 \times 0,15 + 19000 \times 0,15 = \mathbf{R\$ 24.123,62}
\end{aligned}$$

Método de Aproximação de Vogel

Aplicando o Método de Aproximação de Vogel foi obtida a distribuição inicial apresentada na Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Aplicação do Método de Aproximação de Vogel

	OM 1	OM 2	OM 3	OM 4	OM 5	OM 6	OM 7	OM 8	OM 9	OM 10	OM 11	OM 12
	710	1930	3200	840	1200	770	1350	24200	13200	4600	26000	19000
CD 1	0,55	0,492	0,426	0,402	0,452	0,954	3,01	0,15	0,442	0,616	0,662	0,44
36000	0	1140	1700	840	1200	770	1350	24200	200	4600	0	0
CD 2	0,492	0,262	0,176	0,244	0,416	1,132	3,29	0,422	0,586	0,544	0,588	0,15
20500	0	0	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	19000
CD 3	0,6	0,542	0,478	0,48	0,602	1,222	3,39	0,542	0,708	0,706	0,15	0,492
27500	710	790	0	0	0	0	0	0	0	0	26000	0
CD 4	0,804	0,68	0,63	0,598	0,658	1,262	3,57	0,43	0,174	0,794	0,838	0,616
13000	0	0	0	0	0	0	0	0	13000	0	0	0
Total:	R\$ 23.645,42											

Fonte: Autores (2017)

Observa-se que tal método gera a seguinte distribuição de transporte:

$$\begin{aligned}
x_{1-2} &= 1140 \\
x_{1-3} &= 1700 \\
x_{1-4} &= 840 \\
x_{1-5} &= 1200 \\
x_{1-6} &= 770 \\
x_{1-7} &= 1350 \\
x_{1-8} &= 24200 \\
x_{1-9} &= 200 \\
x_{1-10} &= 4600 \\
x_{2-3} &= 1500 \\
x_{2-12} &= 19000 \\
x_{3-1} &= 710 \\
x_{3-2} &= 790 \\
x_{3-11} &= 26000 \\
x_{4-9} &= 13000
\end{aligned}$$

Tal distribuição gera o seguinte custo de transporte:

$$\begin{aligned}
\text{Custo} &= 710 \times (0,6) + 1140 \times (0,492) + 790 \times (0,542) + 1700 \times (0,426) + 1500 \times (0,176) \\
&+ 840 \times (0,402) + 1200 \times (0,452) + 770 \times (0,954) + 1350 \times 3,01 + 24200 \times (0,15) + 200 \times \\
&(0,442) + 13000 \times (0,174) + 4600 \times (0,616) + 26000 \times (0,15) + 19000 \times (0,15) = \mathbf{R\$ 23.645,42}
\end{aligned}$$

5 Discussão de Resultados

Após a aplicação dos três métodos sugeridos no trabalho, pode-se verificar na Tabela 4, a comparação dos resultados obtidos.

Tabela 4 – Resultado das Aplicações dos Métodos Propostos

Método	Custo
Método do Canto Noroeste	R\$ 38.820,82
Método de Menor Custo	R\$ 24.123,62
Método de Aproximação de Vogel	R\$ 23.645,42

Fonte: Autores (2017)

Tendo em vista os resultados apresentados, o melhor resultado obtido foi por meio do Método de Aproximação de Vogel, resultando em um custo total de transporte de R\$ 23.645,42. Tal resultado já era esperado, já que o Método de Aproximação de Vogel é mais sofisticado que os outros dois métodos, por trabalhar com o conceito de “penalidade”.

6 Considerações Finais

No Brasil, os métodos analíticos da Pesquisa Operacional são conhecidos há mais de cinquenta anos no âmbito acadêmico. Todavia, percebe-se uma certa resistência por parte da maioria das organizações, mesmo as de grande porte, como a Marinha do Brasil.

O estudo ora apresentado, embora restrito apenas à distribuição de uniformes da Marinha do Brasil, mostrou que pode haver uma significativa economia dos recursos da Força, os quais poderiam ser investidos estrategicamente em outros setores. Tal economia mostra-se oportuna, dado o momento de forte contingenciamento pelo qual as Forças Armadas Brasileiras têm passado.

Referências Bibliográficas

ALVES, R.G., ZAGO, C.A. **A Importância Da Roteirização No Nível De Serviço: Um Estudo Na Rga Operações Logísticas E Locação Ltda.** Anais XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção. João Pessoa/PB, 2016.

ANDRADE, E. L. DE. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para a análise de decisão.** 4ª Edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2009.

ASSUNCAO, M.A., ARANTES, B.R., SANTOS, M.F. **Desenvolvimento De Ferramenta De Otimização Do Processo De Direcionamento De Frota Para Manutenção** Anais XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção. João Pessoa/PB, 2016.

BIEMBENGUT, Maria Salett, HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no ensino.** 3.ed.São Paulo: Contexto, 2003.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional.** Porto Alegre: AMGH, 2013.

LISBOA, Erico. **Método Simplex.** Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá, 2012

LOESCH, C. e HEIN, N. **Pesquisa Operacional: fundamentos e modelos.** Blumenau: Editora Saraiva, 2011.

MARINS, Fernando Augusto Siva. **Introdução à Pesquisa Operacional.** São Paulo, 2011.

SANTOS, Marcos. **Simulação da Operação de um Sistema Integrado de Informações para o atendimento pré-hospitalar de emergência no município do Rio de Janeiro.** Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2013.

SANTOS, Marcos dos; *et al.* O uso da Programação Linear Inteira (PLI) no apoio à Decisão e a Otimização do Mix de Produção. **Anais do XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP.** Joinville/SC, 2017.

SILVA, E. M.; SILVA, E. M.; GONÇALVES, V.; MUROLO, A. C. **Pesquisa Operacional: programação linear.** 3 Ed. São Paulo: Atlas, 1998

SILVA, R.B., *et al.* **Análise Multicritério Dos Motivadores Das Inovações No Sistema De Transporte No Setor De Logística.** Anais XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção. João Pessoa/PB, 2016