

Programação linear para minimização de custos: estudo de caso em um refeitório de uma organização militar da Marinha do Brasil ,

Linear programming for cost minimization: case study in the dining facility of a military organization of the brazilian navy

Hidelbrando Ferreira Rodrigues ^{1,2}, Miguel Ângelo Lellis Moreira³, Marcos dos Santos³, Carlos Francisco Simões Gomes ³, Renato Santiago Quintal ^{4*}, Enderson Luiz Pereira Junior ⁵ .

¹ Universidade de Aveiro: Aveiro, Portugal

² Universidade Federal do Amazonas: Itacoatiara, Amazonas, Brasil.

³ Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, Brasil

⁴ Escola Naval: Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

⁵ Escola de Especialistas de Aeronáutica. Guaratinguetá, São Paulo, Brasil

*Correspondente: rsantiago79@hotmail.com

Resumo

O estudo baseia-se em uma análise prática relacionada à minimização de custos e alocação ótima dos recursos em um refeitório do Grupamento de Fuzileiros Navais de Brasília, onde se produz semanalmente refeições variadas. O objetivo do estudo é otimizar o emprego dos recursos orçamentários destinados à aquisição dos ingredientes necessários ao preparo das refeições, considerando-se a demanda semanal da organização militar. Nesse cenário, foi desenvolvido um modelo de programação matemática, provendo a identificação da quantidade ótima dos produtos a serem adquiridos para a realização das refeições demandadas pelo complexo militar, considerando a demanda mensal de cada ingrediente e a disponibilidade financeira da organização militar. A implementação do modelo foi feita utilizando a ferramenta Solver do MS Excel. Após a implementação do modelo, foram obtidos os resultados, sendo estes semelhantes àqueles adotados pelo refeitório, viabilizando a replicação do modelo estruturado em diferentes contextos com distintos níveis de demandas.

Palavras-chave: pesquisa operacional; programação matemática; otimização de custos.

Abstract

This study is based on a practical analysis related to cost minimization and optimal allocation of resources in a dining facility of the Brasília Marine Corps, where varied meals are produced weekly. The objective of the study is to optimize the use of budgetary resources destined to the acquisition of the necessary ingredients for the preparation of meals, considering the weekly demand of the military organization. In this scenario, a mathematical programming model was developed, providing the identification of the optimal quantity of products to be purchased for the meals demanded by the military complex, considering the monthly demand of each ingredient and the financial availability of the military organization. The model was implemented using the MS Excel Solver tool. After implementing the model, the results obtained were similar to those adopted by the dining facility, thus enabling the replication of the structured model in different contexts with different levels of demands.

Keywords: operational research; mathematical programming; costs optimization.

1 Os autores do presente artigo informam que versão preliminar da pesquisa foi apresentada no V Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO), realizado na cidade de Lorena - SP, nos dias 19 e 20 de agosto de 2021, e publicada nos anais do evento acadêmico.

2 Os autores agradecem aos ilustres pareceristas da Revista e-TECH pelas críticas e sugestões feitas à versão original do texto.

1. INTRODUÇÃO

A alimentação militar contempla aspectos dinâmicos e multifacetados, sendo dependente de fatores ditados pelo contexto logístico e operacional. Em um cenário de crise alimentar, o risco de descontinuidade da cadeia logística de suprimento e desabastecimento é incontestável e, nesse sentido, são fatores determinantes a habilidade e o tempo de recuperação. Portanto, a oferta de água e o suprimento de alimento seguro são elementos críticos à manutenção da operacionalidade da tropa e, consequentemente, da efetividade de uma (re)ação militar. Nesse sentido, há a necessidade de se buscar a excelência da alimentação militar e otimização dos recursos aplicados na atividade, a fim de se obter uma alimentação segura, nutricionalmente balanceada e adequada às necessidades de emprego operacional do combatente (PEIXOTO, 2021).

No Distrito Federal, a forma obtida para a produção das refeições nos quartéis militares daquela região recebe aportes de estudos realizados no Grupamento de Fuzileiros Navais de Brasília. Nesse cenário, e com base em testes de aptidão física com inúmeros militares, cujos resultados não foram ostensivamente divulgados à tripulação por motivos de confidencialidade, definiram-se uma quantidade e uma combinação ideal de nutrientes necessárias que viabilizassem aos militares a realização de suas respectivas atividades sem o comprometimento do desempenho.

Abordando o tratamento de problemas de difícil resolução, a Pesquisa Operacional (PO), como ciência, viabiliza a estruturação, compreensão e análise de problemas complexos nas variadas áreas da atuação humana (SOBRAPO, 2017). De forma complementar, Moreira *et al.* (2020) ressaltam que os modelos presentes na PO não estão restritos à implementação de uma única equação, mas,

sim, sustentam-se em algoritmos transcritos em processos lógicos e matemáticos.

Dentro das grandes áreas pertencentes à PO, a Programação Matemática, área respectiva ao estudo de modelos de otimização, sendo estes de minimização ou maximização, pode ser compreendida como adequada ao contexto abordado, buscando definir um conjunto ótimo de insumos atendendo a diferentes tipos de restrições impostas à problemática em questão (SANTOS *et al.*, 2017a).

A título de contextualização da presente pesquisa empreendida no refeitório do Grupamento de Fuzileiros Navais de Brasília, convém apontar que interdisciplinaridade é um atributo da pesquisa operacional que favorece a sua aplicação nas mais distintas áreas da vida humana. Nesse contexto, a boa gestão da alimentação militar não poderia prescindir desse valioso ferramental técnico.

Justifica-se empreender a presente pesquisa pelos reflexos positivos que a segurança alimentar, proporcionada por uma alimentação militar nutricionalmente balanceada e apropriada às necessidades do combatente, produz na tropa. Nesse sentido, a segurança alimentar da tropa é objeto de preocupação da alta administração militar, pois impacta diretamente no cumprimento da missão da organização militar.

Em um cenário de restrição de recursos orçamentários para serem alocados ao preparo e confecção da alimentação militar, emerge a seguinte questão de pesquisa: Como empreender a alocação adequada de limitados recursos financeiros de modo a se obter uma combinação satisfatória de nutrientes?

O objetivo do presente estudo é otimizar o emprego dos recursos orçamentários destinados à aquisição dos ingredientes necessários ao preparo das refeições servidas no refeitório do Grupamento de Fuzileiros Navais

de Brasília, considerando-se a demanda semanal daquela organização militar.

O artigo encontra-se estruturado de acordo com as seguintes seções: introdução; referencial teórico; estudo de caso; modelagem do problema; análise dos resultados; e considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), a Pesquisa Operacional trata da modelagem matemática de fenômenos estáticos ou dinâmicos. Os problemas estáticos são também conhecidos como determinísticos. Em relação a essa categoria de problemas, todos os componentes são conhecidos *a priori* e nenhuma aleatoriedade em sua ocorrência é admitida. Os problemas dinâmicos são denominados estocásticos. Lopez *et al.* (1995) apontam que a definição do problema estocástico é estabelecida levando-se em consideração eventos e distúrbios aleatórios.

Assim, a Pesquisa Operacional pode ser entendida como um conjunto de modelos matemáticos que oportunizam o apoio à tomada de decisão (CINELLI *et al.*, 2020). Vale destacar que esses dados devem estar disponíveis em quantidade e com qualidade. Nesse contexto, depreende-se que o apoio à tomada de decisão encontra sustentação nesses três pilares: modelos matemáticos, massa de dados e processamento computacional.

2.1 Programação matemática

A programação matemática contempla em sua base axiomática a resolução de problemas destinados à otimização dos resultados satisfazendo um conjunto de restrições impostas (FLAMBÓ, 2020). As restrições para a aplicação dos recursos podem ser rela-

tivas à forma de emprego com as quantidades existentes (SANTOS *et al.*, 2017b). Nessas circunstâncias, a programação matemática reúne um conjunto de procedimentos e métodos matemáticos para tratar, de forma lógica, problemas que envolvam o uso de recursos escassos (CARVALHO *et al.*, 2020).

Os modelos de programação matemática podem ser compreendidos como de otimização linear ou inteira, ou seja, as alocações destinadas a cada tipo de variável devem possuir valores inteiros, que, por sua vez, dividem-se em otimização inteira ou binária, assumindo somente 0 ou 1 para cada variável (MELO *et al.*, 2015).

Com base no cenário trabalhado, será considerado o modelo de otimização linear, sendo representado pela Equação 1.

$$\text{Max}U = \sum_{i=1}^m x_i \cdot y_i \quad (1)$$

Restrito a:

$$0 \leq x_i \leq 1$$

$$y_i \in R$$

$$\text{Max}U = \sum_{i=1}^m x_i \cdot c_i \leq M$$

O campo da programação matemática favorece o desenvolvimento de pesquisas na seara da segurança alimentar. A título de ilustração, convém apontar que Barros (2012) realizou um estudo versando sobre o uso da programação linear como ferramenta pedagógica e gerencial na produção agropecuária. Nesse mesmo diapasão, faz-se necessário elencar a pesquisa de Spak (2017), que tratou da aplicação da modelagem matemática para o planejamento de cardápios para restaurantes universitários.

2.2 Método Simplex

Conforme abordado por Hillier e Lieberman (2012), o método Simplex é um procedimento algébrico, com base em conceitos geométricos, em que dado modelo percorre os vértices de uma região viável como forma de solução, em busca de definir a alocação ótima das variáveis. A solução ótima pode não existir nos seguintes casos:

- quando não há nenhuma solução viável para o problema, devido a restrições incompatíveis; e
- quando não há máximo (ou mínimo), isto é, uma ou mais variáveis podem tender ao infinito e as restrições continuarem sendo satisfeitas, o que fornece um valor sem limites para a função objetivo.

Por se tratar de um modelo com um conjunto relativamente grande de interações, mesmo em problemáticas de baixa complexidade, atualmente há múltiplos modelos computacionais que possibilitam sua implementação, tanto de forma gráfica quanto algébrica (HILLIER; LIEBERMAN, 2012).

A título de ilustração, faz-se necessário apontar a pesquisa de Andrade e Ferreira (2020), que tratou da aplicação do método simplex para a determinação do lote de entregas de uma empresa de produtos alimentícios.

3. ESTUDO DE CASO

O estudo foi conduzido pelo Departamento de Intendência do Grupamento de Fuzileiros Navais de Brasília, localizado no Distrito Federal, e realizado nas dependências do refeitório daquela organização militar, estrutura na qual são produzidas e servidas refeições aos militares que lá servem.

Nesse contexto, a equipe de provisão da organização militar trabalha diretamente na produção de refeições para todo o seu efetivo, cuja demanda é fixa. A produção e o gerenciamento administrativo e financeiro, tal como ocorre nas demais organizações militares da Marinha do Brasil, seguem um padrão único, pois são submetidos a regulamento e legislação específicos, ficando sob a responsabilidade do chefe do provisão. Esses processos e os gastos são submetidos a rígido controle e aprovação, a fim de se viabilizar um processo otimizado.

Buscou-se a minimização dos custos na compra dos ingredientes, levando em consideração a demanda semanal dos produtos que compõem uma porção. Os esforços foram concentrados no cálculo das quantidades exatas de produtos a serem comprados em determinado período para a produção das porções.

Para a proposição do modelo, utilizou-se o seguinte conjunto de dados:

- Custo do kg de peixe e de cada tipo de carne;
- Custo do tempero por embalagem;
- Custo dos alimentos básicos (arroz, macarrão, feijão e farinha);
- Tempo médio de preparo correspondente a cada quilo de alimento;
- Demanda semanal de cada porção;
- Porcentagem de perda da proteína utilizada;
- Quantidade média de tempero utilizada;
- Quantidade de tempero presente em cada embalagem;
- Verba disponível para compra de alimentos por semana (R\$ 70.000,00); e
- Tempo disponível para produção das porções.

Os dados coletados estão dispostos nas Tabelas 1 e 2.

A Tabela 1 apresenta o detalhamento dos dados correspondentes aos alimentos que compõem as refeições servidas no refeitório do Grupamento de Fuzileiros Navais de Brasília, considerando-se uma demanda semanal.

Tabela 1 - Dados correspondentes aos alimentos

Alimento	Custo R\$/Kg	Tempo Preparo	Perda de Proteína	Temperos Utilizados	Demanda Semanal (Kg)
Carne	15,98	1,09	10%	Óleo, sal, cebola, alho, coloral, cominho, pimentinha e cheiro verde	130
Peixe	22,00	1,25	0%	Óleo, sal, alho, limão e cheiro verde	40
Frango	8,50	1,35	8%	Óleo, sal, cebola, alho, coloral, cominho, pimentinha e cheiro verde	130
Arroz	3,69	1,26	0%	Óleo, sal, cebola, alho	135
Macarrão	3,08	3,03	0%	Óleo, sal, cebola, alho	45
Feijão	4,49	3,07	0%	Óleo, sal, cebola, charque, bacon, cheiro verde, pimentinha, colorau e abóbora	90
Farofa	3,20	0,29	0%	Margarina, colorau, cebola e alho	60

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2021)

A tabela 2 reúne o detalhamento dos dados atinentes ao preparo das refeições servidas no refeitório do Grupamento de Fuzileiros Navais de Brasília.

Tabela 2 - Dados correspondentes ao preparo

Alimento	Média utilizada para cada porção de carne	Média utilizada para cada porção de peixe	Média utilizada para cada porção de frango	Média utilizada para cada porção de arroz	Média utilizada para cada porção de macarrão	Média utilizada para cada porção de feijão	Média utilizada para cada porção de farofa	Quantidade por embalagem
óleo	2,27 ml	9,09 ml	9,09 ml	0,91 ml	0,91 ml	1,14 ml	--	900 ml
Sal	0,0018 kg	0,0023 kg	0,0023 kg	0,00091 kg	0,0023 kg	0,00045 kg	--	1 kg
Cebola	0,0045 kg	--	0,0045 kg	0,0016 kg	0,0011 kg	0,0016 kg	0,0011 kg	20 kg
Alho	0,00045 kg	0,00091 kg	0,00091 kg	0,00016 kg	0,00016 kg	0,00032 kg	0,00016 kg	5 kg
Cominho	0,00023 kg	--	0,00032 kg	--	--	--	--	0,1 kg
Pimentinha	0,00045 kg	--	0,00045 kg	--	--	0,00023 kg	--	5 kg
Cheiro verde	0,00045 kg	0,00091 kg	0,00045 kg	--	--	--	--	0,1 kg
Limão	--	0,0045 kg	0,0045 kg	--	--	--	--	20 kg
Colorau	--	--	0,0014 kg	--	--	0,00023 kg	0,00023 kg	0,1 kg
Charque	--	--	--	--	--	0,014 kg	--	5 kg
Bacon	--	--	--	--	--	0,014 kg	--	5 kg
Margarina	--	--	--	--	--	--	0,0018 kg	1 kg
Abóbora	--	--	--	--	--	0,0091 kg	--	20 kg

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2021)

4. MODELAGEM DO PROBLEMA

Com base no conjunto de dados exposto, o problema foi modelado com o intuito de se encontrar a solução ótima, que, no caso, é a minimização dos custos na compra de produtos para a produção de alimentos, a partir dos dados coletados nas instalações do refeitório da organização militar estudada. Dessa forma, as variáveis de decisão foram definidas, conforme o exposto na Tabela 3, definindo a respectiva função objetivo do problema pela Equação 2.

Tabela 3 - Variáveis de otimização

DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL	VARIÁVEL
Quantidade de quilos de Carne	QCa
Quantidade de quilos de peixe	QPe
Quantidade de quilos de frango	QFr
Quantidade de quilos de arroz	QAr
Quantidade de quilos de macarrão	QMac
Quantidade de quilos de feijão	QFe
Quantidade de quilos de farinha	QFa
Quantidade de embalagens de óleo	QOI
Quantidade de embalagens de sal	QSal
Quantidade de embalagens de cebola	QCe
Quantidade de embalagens de alho	QAI
Quantidade de embalagens de cominho	QCom
Quantidade de embalagens de pimentinha	QPi
Quantidade de embalagens de cheiro verde	QCv
Quantidade de embalagens de limão	QLi
Quantidade de embalagens de colorau	QCo
Quantidade de embalagens de charque	QCh
Quantidade de embalagens de bacon	QBa
Quantidade de embalagens de margarina	QMar
Quantidade de embalagens de abóbora	QAb

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2021)

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 15,98QCa + 22QPe + 8,5QFr \\ & + 3,69QAr + 3,08QMac + 8,49QFe + \\ & 3,2QFa + 2,55QOI + 0,4QSal + 35QCe \\ & + 57,8QAI + 0,75QCom + 21,75QPi + \\ & 1QCv + 47QLi + 0,55QCo + 56,55QCh + \\ & 48,6QBa + 5,12QMar + 35QAb \end{aligned} \quad (2)$$

Quanto às restrições do modelo, foram definidos dois diferentes tipos: uma correspondente às proteínas e aos alimentos básicos; e outra restrição correspondente aos produtos das categorias de temperos.

No primeiro tipo de restrição, a quantidade de alimento Q_a comprada deve ser maior ou igual à quantidade desse alimento nas porções Qp_a multiplicada pela demanda do alimento utilizado D_a , conforme apresenta a Equação 3.

$$Q_a \geq Qp_a D_a \quad (3)$$

O segundo tipo de restrição, atinente aos temperos utilizados, determina que a quantidade de embalagens do tempero Q_z deva ser maior ou igual à quantidade utilizada do tempero Qp_z multiplicada pela demanda do alimento utilizada D_z , sendo representada pela Equação 4. Vale ressaltar que, por haver um valor fixo correspondente às quantidades em cada embalagem, Q_z é representada pela Equação 5, onde Q_t é a quantidade de tempero exigida e E_t a quantidade de tempero inclusa em cada embalagem.

$$Q_z \geq Qp_z D_z \quad (4)$$

$$Q_z = \frac{Q_t}{E_t} \quad (5)$$

A última restrição do problema corresponde ao limite orçamentário disponível para a aquisição dos produtos, expressada pela Equação 6, representando a soma do produto das quantidades de alimentos pelos seus respectivos custos.

$$\sum C_a Q_a \leq 7000 \quad (6)$$

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a formulação de um modelo matemático para o problema em questão, empreendeu-se o procedimento de otimização mediante suporte computacional. Utilizou-se a

ferramenta Solver do MS Excel, viabilizando a definição da alocação ótima dos recursos de modo a atender às restrições impostas. Nesse contexto, foram gerados relatórios de fácil entendimento, como o de análise de sensibilidade e o dos valores encontrados, facilitando, dessa forma, a tomada de decisões pelos gestores.

Após a realização do processo de otimização, foram obtidos os resultados para as quantidades de carne e peixe, arroz, macarrão, feijão, farinha e embalagens de temperos a serem compradas, para utilização no preparo das refeições semanalmente servidas aos 330 soldados da organização militar em tela. Os resultados encontram-se apresentados na Tabela 4.

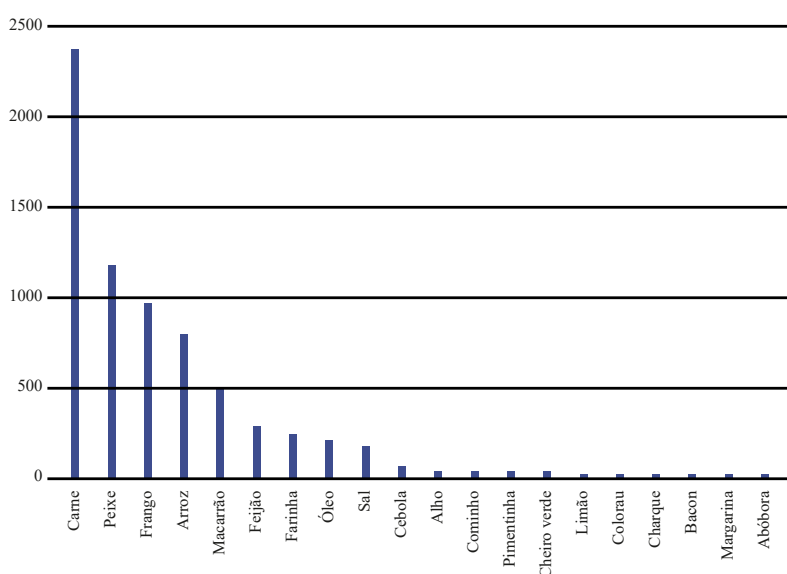
Tabela 4 - Variáveis de otimização

DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL	VARIÁVEL	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE ÓTIMA	CUSTO PONDERADO (R\$)
Quantidade de quilos de Carne	QCa	15,98	145,2	2320,296
Quantidade de quilos de peixe	QPe	22	44	968
Quantidade de quilos de frango	QFr	8,5	142,56	1211,76
Quantidade de quilos de arroz	QAr	3,69	138,6	511,434
Quantidade de quilos de macarrão	QMac	3,08	46,2	142,296
Quantidade de quilos de feijão	QFe	8,49	92,4	784,476
Quantidade de quilos de farinha	QFa	3,2	61,6	197,12
Quantidade de embalagens de óleo	QOl	2,55	16	40,8
Quantidade de embalagens de sal	QSal	0,4	9	3,6
Quantidade de embalagens de cebola	QCe	35	1	35
Quantidade de embalagens de alho	QAl	57,8	1	57,8
Quantidade de embalagens de cominho	QCom	0,75	4	3
Quantidade de embalagens de pimentinha	QPi	21,75	1	21,75
Quantidade de embalagens de cheiro verde	QCv	1	15	15
Quantidade de embalagens de limão	QLi	47	1	47
Quantidade de embalagens de colorau	QCo	0,55	17	9,35
Quantidade de embalagens de charque	QCh	56,55	5	282,75
Quantidade de embalagens de bacon	QBa	48,6	5	243
Quantidade de embalagens de margarina	QMar	5,12	3	15,36
Quantidade de embalagens de abóbora	QAb	35	1	35
			Custo Total	R\$ 6944,79

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2021)

Com base nos resultados apresentados na Tabela 4, obteve-se o atendimento da demanda semanal para o valor de alocação máximo. Mesmo havendo um teto orçamentário, destaca-se a necessidade da minimização dos custos no contexto de atendimento das reais necessidades de aquisição dos respectivos produtos. A Figura 1, abaixo, representa graficamente a comparação dos recursos alocados à luz dos seus custos ponderados, em um contexto rotineiro.

Figura 1 - Comparação dos recursos alocados à luz dos seus custos ponderados, em um contexto rotineiro



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2021)

Dessa forma, ressalta-se que dado modelo, além de prover uma alocação ótima dos recursos, auxilia na rápida reformulação do problema em casos especiais. A título de ilustração, convém apontar as chegadas não previstas de grupos de militares especiais em uma dada semana, fazendo-se necessário um novo cálculo das quantidades mínimas para atendimento de uma nova demanda.

Em um contexto prático, a Tabela 5 apresenta uma nova alocação dos recursos, em uma situação extraordinária de chegada de um contingente de 35 militares, egressos de uma missão de paz no Haiti, se instalando na organização militar ao longo de uma semana repleta de atividades especiais.

Tabela 5 - Variáveis de otimização em caso especial

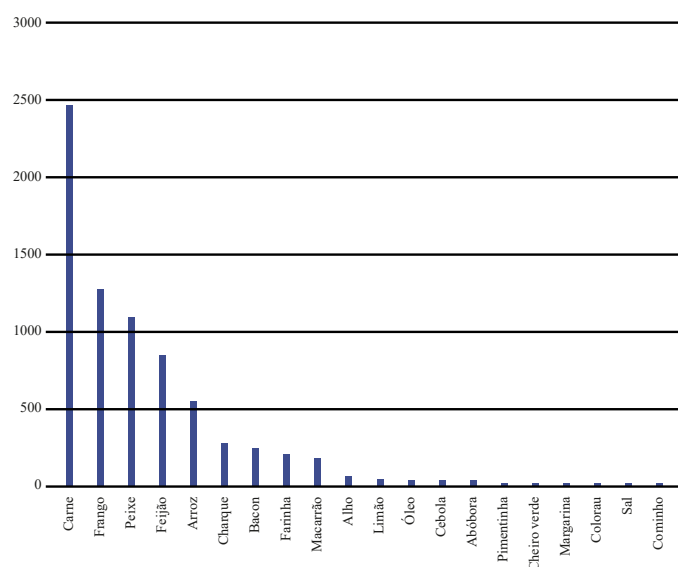
DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL	VARIÁVEL	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE ÓTIMA	CUSTO PONDERADO (R\$)
Quantidade de quilos de Carne	QCa	15,98	152,9	2443,342
Quantidade de quilos de peixe	QPe	22	51	1122
Quantidade de quilos de frango	QFr	8,5	150,12	1276,02
Quantidade de quilos de arroz	QAr	3,69	141,75	523,0575
Quantidade de quilos de macarrão	QMac	3,08	47,25	145,53
Quantidade de quilos de feijão	QFe	8,49	94,5	802,305
Quantidade de quilos de farinha	QFa	3,2	63	201,6
Quantidade de embalagens de óleo	QOl	2,55	17	43,35

DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL	VARIÁVEL	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE ÓTIMA	CUSTO PONDERADO (R\$)
Quantidade de embalagens de sal	QSal	0,4	10	4
Quantidade de embalagens de cebola	QCe	35	1	35
Quantidade de embalagens de alho	QAl	57,8	1	57,8
Quantidade de embalagens de cominho	QCom	0,75	4	3
Quantidade de embalagens de pimentinha	QPi	21,75	1	21,75
Quantidade de embalagens de cheiro verde	QCv	1	16	16
Quantidade de embalagens de limão	QLi	47	1	47
Quantidade de embalagens de colorau	QCo	0,55	17	9,35
Quantidade de embalagens de charque	QCh	56,55	5	282,75
Quantidade de embalagens de bacon	QBa	48,6	5	243
Quantidade de embalagens de margarina	QMar	5,12	3	15,36
Quantidade de embalagens de abóbora	QAb	35	1	35
Custo Total				R\$ 7327,22

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2021)

A Figura 2, abaixo, representa graficamente a comparação dos recursos alocados à luz dos seus custos ponderados, em um contexto de atendimento a uma demanda extraordinária.

Figura 2 - Comparação dos recursos alocados à luz dos seus custos ponderados, em um contexto extraordinário



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2021)

Nas circunstâncias apresentadas, os achados apontam que o modelo matemático desenvolvido atendeu às necessidades apresentadas, favorecendo sua replicabilidade para situações em que haja alteração nas demandas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo foi otimizar o emprego dos recursos orçamentários destinados à aquisição dos ingredientes necessários ao preparo das refeições servidas no refeitório do Grupamento de Fuzileiros Navais de Brasília, considerando-se a demanda semanal daquela organização militar.

Os resultados da pesquisa apontam para a relevância da Pesquisa Operacional e da Programação Matemática aplicada a processos produtivos. A sua implementação pode ser viabilizada em organizações de pequeno a grande porte, auxiliando na otimização dos recursos, de forma a identificar sua alocação ótima, algo que agrega valor ao processo de tomada de decisões gerenciais.

Como apontado anteriormente e ilustrado por intermédio de pesquisas anteriores, a interdisciplinaridade é um atributo da pesquisa operacional que favorece a sua aplicação nas mais distintas áreas da vida humana. Em um contexto de gestão da alimentação militar, os resultados da pesquisa apontam que esse ferramenta técnico pôde ser aplicado com êxito no estudo conduzido no refeitório do Grupamento de Fuzileiros Navais de Brasília.

Os achados obtidos a partir do modelo matemático proposto indicam que a organização militar possuía uma alocação próxima da ótima, considerando que os dados obtidos por intermédio do modelo matemático foram semelhantes aos fornecidos pela gerência de aprovisionamento da organização em tela, algo que valida o modelo matemático proposto. Nesse contexto, há a possibilidade de utilizá-lo na tomada de decisão em relação à compra de produtos para diferentes demandas no aludido refeitório.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. B.; FERREIRA, T. S. Aplicação do método simplex para a determinação do lote de entregas de uma empresa de produtos alimentícios. **Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP**, Maringá: Paraná, v. 0, n. 0,, mar. 2020. Disponível em: http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/article/view/1571. Acesso em: 15 set. 2022.

BARROS, C. S. **Uso da programação linear como ferramenta pedagógica e gerencial na produção agropecuária: o caso da Escola-fazenda Canuanã**. 2012. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012. Disponível em: <https://doi:10.11606/T.10.2012.tde-29052013-145725> Acesso em: 15 set. 2022.

CARVALHO, F. S.; CAMARGO, M. J. A.; SILVA, A. M.; MORAIS, D. G. Otimização de processo utilizando programação linear: estudo de caso em um salão de beleza. **South American Development Society Journal**, v. 5, n. 15, p. 438, 2020. Disponível em <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v5i15p438-455> Acesso em: 15 set. 2022.

CINELLI, M.; KADZIŃSKI, M.; GONZALEZ, M.; SŁOWIŃSKI R. How to support the application of multiple criteria decision analysis? Let us start with a comprehensive taxonomy. **Omega**, v. 96, 102261, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102261>. Acesso em: 15 set. 2022.

FLAMBÓ, A. A. Programação linear: Resolução de problemas com recurso ao suplemento solver no Excel. **Revista Científica da Academia Militar**, Série VIII, n. 4, pp. 7-32, 2020. Disponível em: https://zenodo.org/record/3634718/files/Proelium_n%C2%BA4_2020.pdf. Acesso em: 15 set. 2022.

- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. 1. ed. São Paulo: Campus-Elsevier, 2009.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2012.
- LOPEZ, O. C.; BARCIA, R. M.; EYADA, O. Problema de programação da produção um esquema de classificação. **Production**, v. 5, pp. 145-168, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-65131995000200003>. Acesso em: 15 set. 2022.
- MELO, W.; FAMPA, M.; RAUPP, F. Um novo algoritmo de minimização de gap para programação não linear inteira mista binária. *In*: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 47., 2015, Porto de Galinhas, PE. **Anais do XLVII SBPO**, Recife: CDSID/UFPE, 2015. Disponível em: <http://cdsid.org.br/sbpo2015/wp-content/uploads/2015/08/142802.pdf>. Acesso em: 15 set. 2022.
- MOREIRA, M. Â. L.; GOMES, C. F. S.; SANTOS, M. dos; SILVA, M. do C.; ARAUJO, J. V. G. A. PROMETHEE-SAPEVO-MI a Hybrid Modeling Proposal: Multicriteria Evaluation of Drones for Use in Naval Warfare. **Springer Proceedings in Mathematics & Statistics**. 1. ed. Cham: Springer, 2020. p. 381-393. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-56920-4_31. Acesso em: 15 set. 2022.
- PEIXOTO, F. C. **A defesa alimentar como contribuição às capacidades militares de pronta resposta estratégica, sustentação logística e proteção do Exército Brasileiro**. 2021. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/43382>. Acesso em: 15 set. 2022.
- SANTOS, M.; LIMA, I. C.; CARVALHO, F. B.; REIS, M.F.; JUNIOR, P. R. S. O uso da Programação Linear Inteira (PLI) no apoio a decisão e otimização do mix de produção. **Anais do XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)**. Joinville/SC, 2017a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26018.32969> Acesso em: 15 set. 2022.
- SANTOS, M.; SAMPAIO, R.T.; MARTINS, E.R.; DIAS, F.C.; WALKER, R.A. Aplicação da Programação Linear na formulação de uma dieta de custo mínimo: estudo de caso de uma empresa de refeições coletivas no Estado do Rio de Janeiro. **Anais do Encontro Mineiro de Engenharia de Produção (EMEPRO)**. Juiz de Fora/MG, 2017b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26018.32969> Acesso em: 15 set. 2022.
- SOBRAPO. O que é pesquisa operacional? **Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional [online]**, Rio de Janeiro, RJ, 6 mar. 2017. Disponível em: www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional. Acesso em: 15 set. 2022.
- SPAK, M. D. S. **Aplicação da modelagem matemática para o planejamento de cardápios para restaurantes universitários**. 2017. 117 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2522>. Acesso em: 15 set. 2022.