



EVENTO
ON-LINE



estga
universidade
de aveiro

ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

Aplicação da ferramenta computacional PHP SIMPLEX para maximização do lucro de um posto de combustível

Rafael Ferreira Almeida

Ciências contábeis – CEDERJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Resumo: Este estudo visa maximizar o lucro de um posto de combustíveis, utilizando técnicas de programação linear, especificamente o método simplex, para definir o mix ideal e a quantidade ótima de combustíveis a serem oferecidos aos clientes, considerando os recursos operacionais disponíveis e a análise histórica da demanda. Considerou-se que todo o volume disponível em estoque será vendido, assumindo-se uma demanda linearizada para projetar as vendas do próximo período. O problema central identificado é a necessidade de definir a quantidade ideal de cada tipo de combustível em estoque, de forma a atender a demanda e maximizar os lucros, com base no histórico de consumo dos últimos 12 meses. A partir da diferença entre o custo de aquisição e o preço de venda, foi calculado o potencial de lucro por litro a ser maximizado. A função objetivo consiste em maximizar o lucro total das vendas, obtendo o melhor mix de combustíveis em estoque. As restrições do problema incluem limites mínimos e máximos de quantidade para cada tipo de combustível vendido no último ano, além de projeções de venda superiores ao menor valor histórico e um limite de gastos com compras que não ultrapasse a média do período. Este trabalho visa, assim, indicar a quantidade e o mix de combustíveis ideais para venda no próximo mês, com o propósito de atender à demanda local e maximizar a rentabilidade do posto.

Palavras-chave: Maximização, Pesquisa Operacional, Programação Linear, SIMPLEX.

Application of the PHP SIMPLEX computational tool to maximize the profit of a gas station

Abstract: This study aims to maximize the profit of a gas station, using linear programming techniques, specifically the simplex method, to define the ideal mix and the optimal quantity of fuels to be offered to customers, considering the available operational resources and the historical analysis of the demand. It was considered that the entire volume available in stock will be sold, assuming a linearized demand to project sales for the next period. The central problem identified is the need to define the ideal quantity of each type of fuel in stock, in order to meet demand and maximize profits, based on the consumption history of the last 12 months. Based on the difference between the acquisition cost and the sales price, the profit potential per liter to be maximized was calculated. The objective function consists of maximizing the total profit from sales, obtaining the best mix of fuels in stock. The problem's restrictions include minimum and maximum quantity limits for each type of fuel sold in the last year, as well as sales projections exceeding the lowest historical value and a purchase spending limit that does not exceed the average for the period. This work therefore aims to indicate the ideal quantity and mix of fuels for sale in the next month, with the purpose of meeting local demand and maximizing the station's profitability.

Keywords: Linear Programming, Maximization, Operational Research, SIMPLEX.

1. Introdução

Considerando os benefícios da utilização de métodos matemáticos no auxílio à tomada de decisão, seria relevante que os gestores de pequenas empresas passassem a aplicar a pesquisa operacional (PO) para melhorar os resultados de seus negócios.

De acordo com Silva et al. (2013), a PO pode ser definida como um método científico de tomada de decisões. Ainda segundo Silva et al. (2013), a programação linear (PL) é uma das técnicas mais utilizadas na abordagem de problemas envolvendo a PO.

Hillier e Lieberman (2013) alegam que a PL é uma poderosa ferramenta para tratar problemas com alocação de recursos limitados.

O tema deste trabalho está relacionado a aplicação de ferramentas de pesquisa operacional, no tocante à programação linear, para otimizar os resultados de um posto de combustíveis.

O problema que está sendo abordado neste artigo está relacionado à falta de uma fundamentação teórica para a política de estoques adotada pelo posto, sendo os pedidos realizados baseados apenas no *feeling* do gerente operacional, que não consegue mensurar se está atingindo o lucro máximo possível com os recursos disponíveis.

O posto deve definir a quantidade ótima a ser disponibilizada em estoque para venda de cada tipo de combustível, de modo a atender a demanda e maximizar os lucros.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é a maximização do lucro de um posto de combustíveis, aplicando técnicas de programação linear através do método simplex, para propor o melhor mix e quantidade ótima de combustíveis ofertados aos clientes, de acordo com a disponibilidade de recursos operacionais e análise histórica da demanda do posto.

Foram adotadas as seguintes premissas:

- Todo volume disponível em estoque será vendido;
- Linearização da demanda para estimativa de venda para o próximo período.

A metodologia adotada será o estudo de caso, através da aplicação de ferramenta computacional PHP SIMPEX, para maximização da função objetivo de rentabilidade do posto.

Este artigo está dividido em 5 seções. A primeira, contextualiza o tema geral do trabalho, descreve rapidamente o problema que pretende solucionar ou discutir, e aponta o objetivo de sua realização. A terceira seção, traz uma revisão teórica sobre programação linear e aplicação do método simplex. A quarta seção demonstra a resolução do problema de programação linear e resultados do estudo de caso. E a quinta seção apresenta a conclusão do trabalho, seguida das referências bibliográficas.

2. Metodologia

O posto de combustíveis estudado encontra-se no interior do estado do Mato Grosso, atendendo a uma população de 10.000 habitantes e demais empresas consumidoras locais, como fazendas e indústrias.

Sua infraestrutura é composta por 5 tanques de armazenagem de combustíveis, com capacidade de 15.000 litros cada, totalizando 75.000 litros de disponibilidade de estoque de gasolina comum, gasolina aditivada, etanol, diesel S10 e diesel S500.

Os dados referentes ao histórico das vendas dos 5 combustíveis comercializados por este posto, no último ano (agosto/2023 a julho/2024) foram coletados a partir do sistema de gestão TECH POSTO.

Buscando maximizar o lucro do posto, considerou-se o histórico de consumo dos últimos 12 meses para análise, conforme estudo de Pereira e Cunha (2019).

Seguiu-se as seguintes restrições da empresa:

- Através da diferença entre o custo de compra e do preço de venda praticado em agosto/2024, estimou-se o potencial de lucro por litro a ser maximizado;
- A função objetivo (FO) do problema é maximizar o lucro total das vendas, resultando no melhor mix de combustíveis disponíveis em estoque;
- As restrições do problema envolvem a aceitação de quantidades atendidas mínimas (reduzindo o risco de desabastecimento) e máximas (para evitar custos adicionais com capital imobilizado) de cada combustível vendido no último ano de operação do posto. Assim como será estimada venda superior ao menor valor histórico (194.288,77 em junho/24) e não será permitido gastos com compras superiores à média do período, de R\$ 1.153.191,44.

3. Referencial teórico

Segundo Silva et al. (2023), a PO é uma área importante que apoia a tomada de decisões no ambiente empresarial, utilizando modelos matemáticos para analisar e solucionar problemas complexos. Ainda de acordo com Silva et al. (2023), a PO apoia a tomada de decisões em problemas complexos por meio de modelagem matemática e algoritmos computacionais, possibilitando escolhas mais assertivas e promovendo um sistema de desenvolvimento mais produtivo e eficiente.

A PO aplica métodos matemáticos para apoiar a tomada de decisões. Em geral, a otimização visa resolver uma função objetivo que procura o subconjunto de itens com valor máximo ou mínimo, considerando restrições que asseguram que os elementos e variáveis analisados estejam de acordo com a capacidade e limitações do sistema (ALMEIDA et al., 2020).

Silva et al. (2023), apresentam um modelo de programação linear aplicado à produção de cestas de Natal, visando o gerenciamento e controle dos produtos sazonais e perecíveis que compõem essas cestas e atuando como uma ferramenta de apoio para as áreas estratégicas da empresa na produção, controle e entrega das cestas de Natal, concluindo que a análise de dados e a aplicação da programação linear possibilitaram otimizar a produção de cestas básicas na empresa estudada. Isso evidencia a importância da coleta e análise detalhada de dados, assim como o emprego de ferramentas analíticas avançadas para apoiar decisões empresariais, maximizando o resultado para a sociedade.

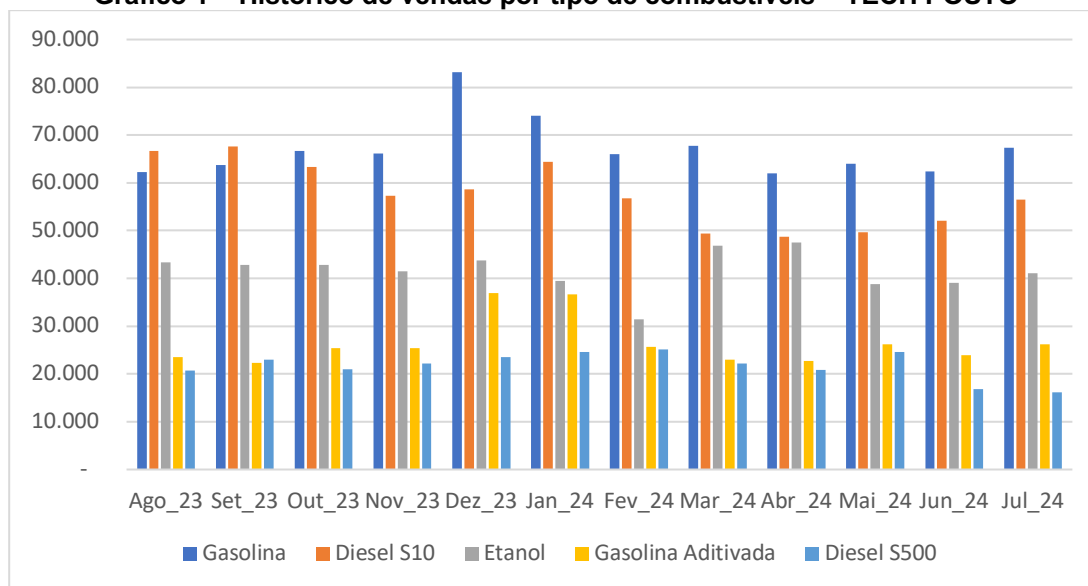
Queiroz et al (2022), aplicam programação linear no problema de alocação de salas (problema recorrente em universidades), a partir da distribuição das turmas nas salas de aula com o objetivo de minimizar o deslocamento dos alunos, considerando o número de estudantes alocados em cada turma e a capacidade das salas.

Já Gonçalves et al (2021), salientam que com o crescimento da concorrência no mercado global, empresas que adotam decisões baseadas em critérios de otimização conquistam uma vantagem competitiva ao gerirem seus recursos de forma mais eficiente. Em seu estudo sobre “a aplicação da programação linear para maximização da receita em uma empresa do setor sorveteiro” foi identificada uma solução ótima para a produção de sorvetes, otimizando a utilização de recursos e maximizando a receita do negócio. (GONÇALVES et al, 2021)

4. Resultados

Foram levantados o histórico de vendas ao longo do ano analisado por tipo de combustíveis, a partir do software Tech Posto, utilizado pelo posto de combustíveis estudado, conforme gráfico 1.

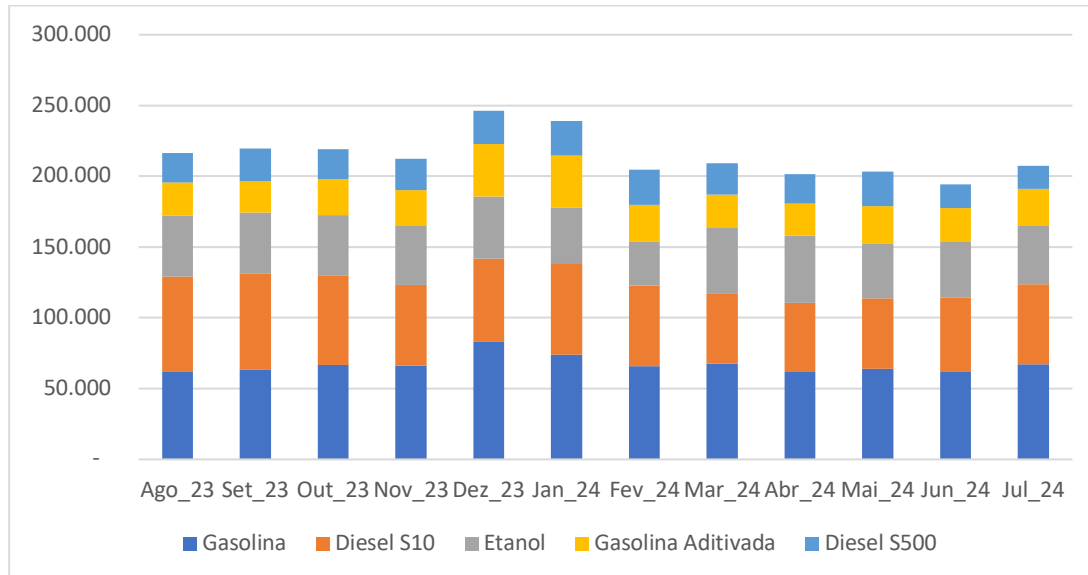
Gráfico 1 – Histórico de vendas por tipo de combustíveis – TECH POSTO



Fonte: Elaborado pelo autor

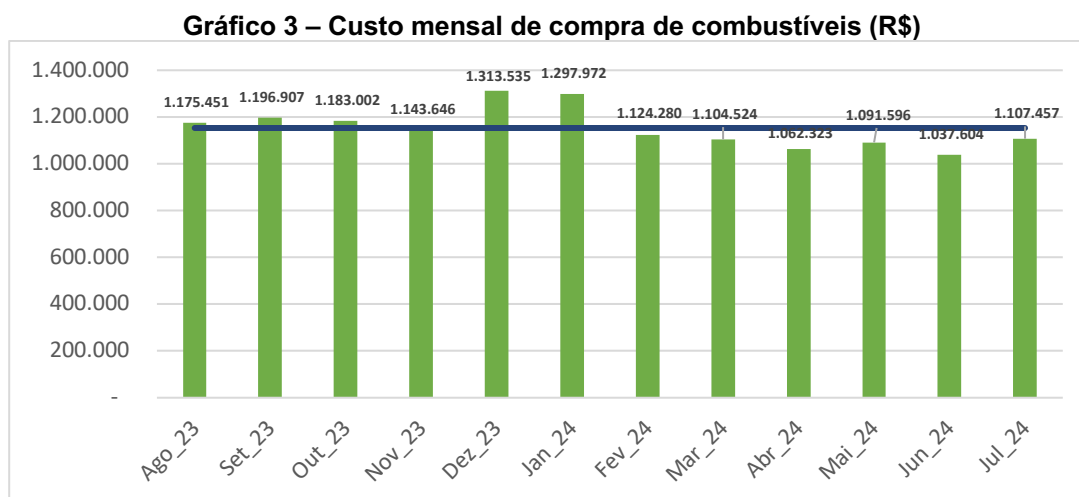
Para comparar a participação de cada combustível ao longo dos meses, foi elaborado o gráfico 2.

Gráfico 2 – Histórico de vendas de combustíveis – TECH POSTO



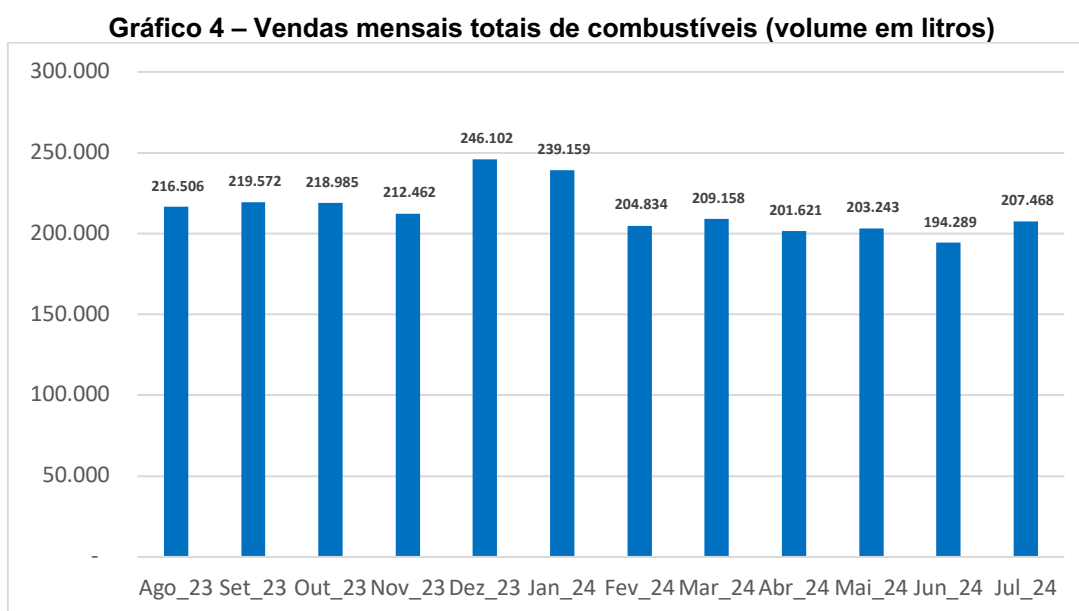
Fonte: Elaborado pelo autor

O custo mensal de compras dos combustíveis pelo posto foi levantado, de acordo com o gráfico 3, sendo calculado a média mensal de gastos com aquisição de combustíveis de R\$ 1.153.191,44 no período analisado.



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao realizar o levantamento das vendas totais mensais de combustíveis, observou-se que em junho/24 foi o período de menor movimentação no período histórico de vendas analisado, sendo de 194.289 litros, conforme gráfico 4.



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir do mapeamento e tratamento dos dados coletados na pesquisa de campo, foi possível modelar o problema de programação linear proposto, utilizando o método simplex.

Matematicamente demonstrando, o problema pode ser modelado da seguinte forma:

$$\text{Maximizar } Z = 1,2405 \cdot X_1 + 1,1343 \cdot X_2 + 1,0592 \cdot X_3 + 1,2397 \cdot X_4 + 1,1501 \cdot X_5$$

Sujeito às Restrições:

$$61.930,93 \leq X_1 \leq 83.210,78$$

$$48.684,89 \leq X_2 \leq 67.564,62$$

$$31.464,01 \leq X_3 \leq 47.448,87$$

$$22.378,19 \leq X_4 \leq 36.973,64$$

$$16.180,95 \leq X_5 \leq 25.070,20$$

$$4,9895 \cdot X_1 + 6,8157 \cdot X_2 + 3,5108 \cdot X_3 + 5,0703 \cdot X_4 + 6,7099 \cdot X_5 \leq 1.153.191,44$$

$$X1 + X2 + X3 + X4 + X5 \geq 194.288,77$$

$$X1, X2, X3, X4 \text{ e } X5 \geq 0$$

Onde:

Z = Função Objetivo

X1 = Gasolina

X2 = Diesel S10

X3 = Etanol

X4 = Gasolina Aditivada

X5 = Diesel S500

As restrições de volume podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 – Restrições de volume

Produto	Mínimo	Máximo
Gasolina	61.930,93	82.210,78
Diesel S10	48.684,89	67.564,62
Etanol	31.464,89	47.448,87
Gasolina Aditivada	22.378,19	36.973,64
Diesel S500	16.180,95	25.070,20

Fonte: Elaborado pelo autor

A contabilidade gerencial do posto apontou os preços de compra, venda e lucro operacional, segundo a tabela 2.

Tabela 2 – Contabilidade Gerencial

Produto	Compra (Custo/litro)	Venda (Preço/litro)	Lucro (R\$/litro)
Gasolina	4,9895	6,23	1,2405
Diesel S10	6,8157	7,95	1,1343
Etanol	3,5108	4,57	1,0592
Gasolina Aditivada	5,0703	6,31	1,2397
Diesel S500	6,7099	7,86	1,1501

Fonte: Elaborado pelo autor

A estratégia mercadológica do posto está descrita na tabela 3, utilizando conceitos básicos de estatística descritiva.

Tabela 3 – Estratégia mercadológica do posto

Produto	Mínimo	Máximo	Média
Venda (volume mensal)	194.288,77	246.102,13	214.449,90
Compra (valor mensal)	1.037.604,47	1.313.535,35	1.153.191,44

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi utilizada a ferramenta computacional PHP SIMPLEX, conforme ilustrado na figura 1, para resolução deste problema, devido sua interface interativa, através do endereço: <http://www.phpsimplex.com/simplex/simplex.htm?l=pt>.

Figura 1 – Tela principal de input do PHP SIMPLEX

PHPSimplex

Anúncios Google

Não exibir mais este anúncio Anúncio? Por quê? ⓘ

Método: Simplex / Duas Fases ▼

Quantas variáveis de decisão tem o problema? 5

Quantas restrições? 12

Continuar

Fonte: Elaborado pelo autor

Através da figura 2 é possível visualizar a modelagem do problema de programação linear descrito neste estudo de caso, através da utilização da ferramenta computacional PHP SIMPLEX.

Figura 2 – Modelagem do problema de programação linear no PHP SIMPLEX

Qual é o objetivo da função? Maximizar ▼

Função: 1,2405 X1 + 1,1343 X2 + 1,0592 X3 + 1,2397 X4 + 1,1501 X5

Restrições:

1	X1 +	0	X2 +	0	X3 +	0	X4 +	0	X5	≥ ▼	61930,93
1	X1 +	0	X2 +	0	X3 +	0	X4 +	0	X5	≤ ▼	83210,78
0	X1 +	1	X2 +	0	X3 +	0	X4 +	0	X5	≥ ▼	48684,89
0	X1 +	1	X2 +	0	X3 +	0	X4 +	0	X5	≤ ▼	67564,62
0	X1 +	0	X2 +	1	X3 +	0	X4 +	0	X5	≥ ▼	31464,01
0	X1 +	0	X2 +	1	X3 +	0	X4 +	0	X5	≤ ▼	47448,87
0	X1 +	0	X2 +	0	X3 +	1	X4 +	0	X5	≥ ▼	22378,19
0	X1 +	0	X2 +	0	X3 +	1	X4 +	0	X5	≤ ▼	36973,64
0	X1 +	0	X2 +	0	X3 +	0	X4 +	1	X5	≥ ▼	16180,95
0	X1 +	0	X2 +	0	X3 +	0	X4 +	1	X5	≤ ▼	25070,20
4,9895	X1 +	6,8157	X2 +	3,5108	X3 +	5,0703	X4 +	6,7099	X5	≤ ▼	1153191,44
1	X1 +	1	X2 +	1	X3 +	1	X4 +	1	X5	≥ ▼	194288,77

X1, X2, X3, X4, X5 ≥ 0

Fonte: Elaborado pelo autor

A solução ótima obtida pela resolução do problema de programação linear pela ferramenta computacional foi a maximização do lucro em R\$ 259.351,81, conforme pode ser observado na figura 3 extraída do relatório de saída do PHP SIMPLEX.

Figura 3 – Relatório de saída/output do PHP SIMPLEX

A solução ótima é $Z = 259351.81309948$
 $X_1 = 83210.78$
 $X_2 = 48684.89$
 $X_3 = 47448.87$
 $X_4 = 25843.362171075$
 $X_5 = 16180.95$

Fonte: Elaborado pelo autor

A distribuição ótima do mix de produtos apresentada na figura 2 está representada na tabela 4, com a definição dos volumes ótimos para cada produto, sendo X1 a gasolina, X2 o diesel S10, X3 o etanol, X4 a gasolina aditivada e X5 o diesel S500.

Tabela 4 – Proposta de mix de combustíveis

Produto	Volume
Gasolina	83.210,78
Diesel S10	48.684,89
Etanol	47.448,87
Gasolina Aditivada	25.843,36
Diesel S500	16.180,95

Fonte: Elaborado pelo autor

5. Conclusões

Este trabalho buscou indicar a melhor quantidade e mix de combustíveis a ser disponibilizados para venda no próximo mês, a fim de atender a demanda do mercado na região estudada e maximizar a rentabilidade do posto.

A Programação Linear se mostrou eficaz na resolução deste problema, ao auxiliar na maximização do lucro do posto para R\$ 259.931,82, a partir da comercialização de 83.210,78 litros de gasolina, 48.684,89 de diesel S10, 47.448,87 de etanol, 25.843,36 de gasolina aditivada e 16.180,95 de diesel S500, conforme solução ótima proposta pela aplicação do PHP Simplex, obedecendo as restrições impostas pela gerência do posto.

Este trabalho tem como contribuição a aplicação de conhecimento acadêmico para apoio à tomada de decisão empresarial, demonstrando a possibilidade e eficiência da aplicação de conceitos de pesquisa operacional no dia a dia das empresas, independente de seu porte.

Esta pesquisa foi desenvolvida com limitações de escopo de prazo, devido a disponibilidade dos dados pela empresa que foi estudada, porém mostra-se replicável para outras organizações, com objetivo de melhorar o desempenho financeiro e apoiar nas decisões de otimização da utilização dos recursos disponíveis.

Referências

ALMEIDA, R.F.; SILVA, B.A.; SILVA, P.A.L.; LOPES, L.A.S. X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. **Otimização do layout de salas de reunião, no enfrentamento ao COVID-19, por meio do aplicativo web Sala Planejada**. Evento on-line, 02 a 04 Dezembro, 2020.

GONÇALVES, M.C.; NETO, B.T.; GORSKI, T.; MELO, F.A.R.P.; BARBOZA, J.A. XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. **Aplicação de programação linear para maximização da receita em uma empresa do setor sorveteiro**. Evento on-line, 01 a 03 Dezembro, 2021.

GRANJA, D. I.; RUIZ, J. J. **PHPSimplex: Método Simplex 2 Fases. 2006. PHPSimplex**. Disponível em: <<http://www.phpsimplex.com/simplex/simplex.htm?l=pt>>. Acesso em: 27 out. 2024.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

PEREIRA, M. R.; CUNHA, F. C. Aplicação do simplex para a otimização de lucratividade de um posto de combustível. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 883-8844, jul. 2019.

QUEIROZ, W.S.; KLEINA, M.; DETRO, S.P. XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. **Aplicação de programação linear no problema de alocação de salas, através do método húngaro em linguagem R**. Evento on-line, 30 Novembro a 01 Dezembro, 2022.

SILVA, A. F. **Pesquisa operacional: desenvolvimento e otimização de modelos matemáticos por meio da linguagem gams**. São Paulo: Unesp, 2013. 126 p.

SILVA, A.G.; HEINLE, E.S.; BARRADOS, S.S.; MILNITZ, D. XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. **Programação linear: Um estudo de caso sobre a montagem de cestas básicas**. Evento on-line, 29 Novembro a 01 Dezembro, 2023.