



## Aplicação do Simplex para a otimização de lucratividade de um posto de combustível

Milena Rodrigues, UNIPTAN

mimiprm@gmail.com

Renan Fernandes da Cunha, UNIPTAN

renanfcunha@live.com

*Resumo: A pesquisa operacional colabora com as empresas de forma a reduzir os impactos existentes no setor de vendas devido a competitividade atual. Neste enquadramento, aplicou-se a programação linear com o objetivo de maximizar os lucros de um pequeno posto de combustíveis. O estudo baseou-se na quantidade ideal de combustível a necessária mensalmente para atender a demanda mensal e reduzir os pedidos de reabastecimento de 4 para 2. Para tal fim, houve a coleta de dados através do programa proPosto que a empresa utiliza, posteriormente modelou-se o problema, objetivo e restrições, em seguida resolvido no solver programa encontrado no Excel. A solução encontrada representa a melhor quantidade a ser armazenada de cada combustível podendo assim evitar a falta de rotatividade do estoque e maximizar seus lucros.*

*Palavras Chave: maximizar, pesquisa operacional, solver, programação linear.*

### 1. Introdução

O modo de vida atual da população brasileira vem aumentando cada vez mais e com isso a necessidade de transportes aumenta, dessa forma, a demanda por combustíveis também cresce gerando mais lucro para os postos de abastecimento e em contra partida, os tributos estão sofrendo altas elevações.

Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP) em 2016 o Brasil é o 4º maior usuário global de derivados de transportes. A Petrobras é a responsável pela exploração e produção de provenientes do petróleo. Segundo a FECOMBUSTIVEIS (2017), a Petrobrás comunicou a implantação da nova política de preços para o diesel e a gasolina, comercializados em suas refinarias, com base na equivalência dos preços internacionais.

Desde então, a estatal tem feito verificações nos preços pelo menos uma vez por mês, promovendo aumento, manutenção ou redução dos preços praticados em suas refinarias conforme variação do mercado internacional.

Segundo GUIMARÃES (2016), na competitividade mundial as organizações têm buscado alternativas para garantir sua sobrevivência no mercado através do aumento da eficiência organizacional e do nível de serviço ao cliente. Nesse contexto, a gestão de estoques vem se consolidando como uma área estratégica para as organizações.

A pesquisa operacional é um método para dirigir e estruturar as organizações de forma a auxiliar nas tomadas de decisões e gerar possíveis melhorias nas empresas. Um instrumento que assiste esse processo é o solver.



O solver trata-se de uma ferramenta encontrada no Excel que tem como função a otimização linear, não linear e inteira. Ele é utilizado quando temos mais de uma variável no problema que possui limites e restrições. Seu funcionamento trabalha ajustando simultaneamente as variáveis, para atingir o resultado ideal, mas não pode ser uma fórmula e sim uma entrada para que o solver possa ser executado.

Sendo assim, a proposta desse artigo é otimizar a lucratividade em um posto de combustível situado em uma pequena cidade ao sudeste de Minas Gerais, para isso foi utilizado o solver, ferramenta essa encontrada no Excel, aplicando a programação linear.

## 2. Referencial Bibliográfico

### 2.1. Pesquisa Operacional

Entre os séculos XVIII e XIX na revolução industrial, houve um enorme crescimento na complexidade e no tamanho das organizações. A segmentação do trabalho e a separação de responsabilidades administrativas das empresas geraram mais especializações as quais também trouxeram novos impasses. Com todo esse crescimento, ficou mais difícil designar os recursos disponíveis para as diversas atividades de maneira eficaz para toda a organização.

Para solucionar esses novos problemas foram surgindo a Pesquisa Operacional, a qual traz o melhor caminho para solucionar o problema em questão (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Segundo MONTEVECHI (2013), o modelo da PO é universal, por meio da linguagem matemática definimos um objetivo, identificamos as restrições e caracterizamos suas variáveis. A função objetivo é uma função matemática das suas variáveis, a qual busca minimizar os custos, maximizar o lucro, ou seja, achar a solução ótima para um problema. As variáveis de decisão podem ser especificadas com a seguinte simbologia matemática,  $X_j$  ( $j=1,2,3...$ ) e otimizam uma  $Z = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$  sujeita a restrições.

A aplicação da pesquisa operacional causa bons resultados na gestão de empresas. A pesquisa operacional abrange uma grande parte de aplicação do seu modelo nas empresas e indústrias de vários setores. Segundo SILVA (2013), a pesquisa operacional abrange um leque de técnicas para resolução de problemas, podemos citar alguns como: programação dinâmica, programação linear, teoria das filas, programação multiobjectivo, programação não linear e programação inteira. E no presente trabalho iremos utilizar a programação linear.

### 2.2. Programação Linear

A programação linear é um avanço essencial que colabora com as empresas, esta contribui para redução de gastos, aumento de lucro e solução de problemas. Pertence à pesquisa operacional designar os recursos disponíveis de acordo com cada atividade empresarial.

O problema deve ser modelado matematicamente, utilizando funções lineares. O problema matemático deve ter um molde bem genérico que se encaixe no modelo de Programação Linear. Procura-se planejar as atividades a fim de se obter o melhor resultado entre todas as alternativas possíveis (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Resumindo, a programação linear tem como intuito neste estudo, maximizar o lucro ( $Z$ ). Ou seja, descobrir qual a quantidade necessária de cada combustível a se vender ( $X_1, X_2, X_3, X_4$ ), para tal, temos como critério o lucro ( $a_N$ ) de cada produto, e as restrições que é a capacidade ( $c_N$ ), levado em conta a quantidade ( $b_N$ ). Segue o modelo:



$$\text{Maximizar } Z = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4$$

$$\text{Sujeito a: } b_1X_1 \leq c_1$$

$$b_2X_2 \leq c_2$$

$$b_3X_3 \leq c_3$$

$$b_4X_4 \leq c_4$$

$$\text{Onde } X_1, X_2, X_3 \text{ e } X_4 \geq 0.$$

Para este estudo utilizou-se o método simplex, um meio muito utilizado para resolver esse tipo de problema.

O sistema simplex é um método interativo que melhora a solução da função. Baseado no valor da função objetivo, em um ponto qualquer, o sistema consiste em definir outro ponto que melhor representa. O processo se repete até que seja possível melhorar a solução para se obter o maior ou menor valor ótimo possível dentro das restrições.

### **3. Estudo de Caso**

#### **3.1.A Empresa**

A empresa da qual foi feito o estudo de caso, encontra-se na cidade de Dores de Campos, precisamente no sudeste do Estado de Minas Gerais. Refere-se a uma empresa de médio porte no seguimento de distribuição de combustíveis, atuando no mercado a cerca de cinco anos. A empresa atende a população da cidade, em torno de 9.158 habitantes, e o grande público que busca produtos de manufatura na cidade. Preza pela qualidade no atendimento e nos produtos, acessibilidade nos preços e na eficiência do atendimento. Possui como visão tornar-se referência na qualidade e no preço a fim de atrair consumidores das cidades vizinhas.

Encontra-se no país, segundo a Agência Nacional de Petróleo - ANP - (2018), cerca de 40.000 postos de abastecimento de combustíveis, também conhecidos como postos de serviços, revendedores ou popularmente chamados de postos de gasolina. Os postos de abastecimento armazenam vários tipos de combustíveis em tanques que podem ser na grande maioria, subterrâneos ou às vezes aéreos. Possuem também um conjunto de tanques, linhas e bombas que fazem parte do sistema de armazenamento e fomentam a comercialização dos produtos.

Segundo SANTOS (2005), os postos de combustíveis possuem basicamente as seguintes instalações: os tanques de combustíveis (geralmente enterrados), o tanque para recolhimento e guarda de óleo lubrificante usado (geralmente enterrados), a unidade de abastecimento de veículos (bomba de gasolina), os pontos de descarga de combustíveis, onde os carros tanques fazem o reabastecimento dos postos revendedores de combustíveis, as tubulações enterradas que comunicam o ponto de descarga com o reservatório e este com as bombas de abastecimento, as edificações para o arquivo morto e o escritório, o centro de lubrificação e o centro de lavagem, a loja de conveniência a unidade de filtragem de diesel, o sistema de drenagens oleosas e fluviais e os equipamentos de proteção e controle de derrames e vazamentos de combustíveis, bem como de segurança quanto a explosão e incêndios.



### 3.2. Problema

A empresa estudada possui política de estoque que constitui-se em trabalhar com no mínimo 50% da capacidade máxima dos tanques de armazenamento. Para isso, são feitos no mínimo quatro pedidos ao mês de fornecimento e o transporte é feito pela carreta da distribuidora.

O controle de estoques na empresa estudada não apresenta fundamentação teórica, o que possibilita grande competência para melhorias e redução de custos.

O problema analisado na empresa é no dimensionamento dos lotes de pedidos, de forma a maximizar os lucros e promover uma redução de estoques, trazendo a pontos mais próximos do que de fato é essencial á demanda, assegurando a venda sem perdas.

Como evidenciado acima, o problema central desse estudo é definir a quantidade a se comprar de cada tipo de combustível, de modo a atender a demanda e a maximizar os lucros.

### 3.3. Modelagem

Para a solução do problema, utilizou-se uma solução básica de  $Ax=b$  satisfazendo  $X > 0$ . A modelagem do problema buscou maximizar os lucros da companhia. Para isso, considerou-se 12 meses de histórico de demanda dos quatro tipos de combustíveis, pulando o mês de maio e fazendo media do mês de junho de 2018, devido á greve dos caminhoneiros que alterou consideravelmente a demanda dos combustíveis.

- a) Através do preço de compra, que inclui o frete, de cada combustível e o preço de venda, calculou-se o lucro por litro que foi representado na formula de maximizar pelos valores 0,35 para a gasolina, 0,34 S10, 0,27 S500, e 0,55 etanol.
- b) A função objetivo do problema é maximizar o lucro de vendas, resultando no melhor mix de combustível no estoque.
- c) As restrições adicionadas ao problema foram:
  - i. A quantidade mínima aceita de cada combustível para venda mensal é o menor valor vendido mensalmente durante 01 ano de dados.
  - ii. A quantidade máxima aceita da cada combustível para venda mensal é o maior valor vendido mensalmente durante 01 ano de dados.

Matematicamente demonstrando:

$$\text{Maximizar } Z = 0,35X_1 + 0,34X_2 + 0,27X_3 + 0,55X_4$$

Restrições:

$$X_1, X_2, X_3 \text{ e } X_4 \geq 0$$

$$25.381,279 \leq X_1 \leq 37.636,32$$

$$6.547,595 \leq X_2 \leq 18.402,679$$

$$2.128,842 \leq X_3 \leq 5.232,637$$

$$4.293,386 \leq X_4 \leq 10.682,94$$



ANAIS ISSN 2176-3097

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 60.000$$

$$X_1, X_2, X_3 \text{ e } X_4 > 0$$

Onde:  $X_1$ =Gasolina;  $X_2$ =S10;  $X_3$ =S500 e  $X_4$ =Etanol.

Os dados da demanda foram obtidos de um programa chamado proPosto, ele é ligado direto na bomba de combustível e computa a quantidade e o preço vendido mensalmente. Já os dados de compras foram retirados das notas fiscais, durante as coletas de dados houve alguns impasses como, no mês de dezembro de 2017 e março de 2018 não houve pedido de diesel S500, então foi feita uma estimativa usando a média dos últimos 04 meses. Dos dados recolhidos do mês de agosto de 2017 a agosto de 2018, os três primeiros meses houve uma grande demanda de S500 devido a uma licitação com uma empresa e por isso esses dados não entraram na conta. O mês de junho de 2018 foi um período de recuperação da greve e como todos já haviam abastecidos a demanda foi baixa, por isso também foi feito uma média dos últimos 04 meses.

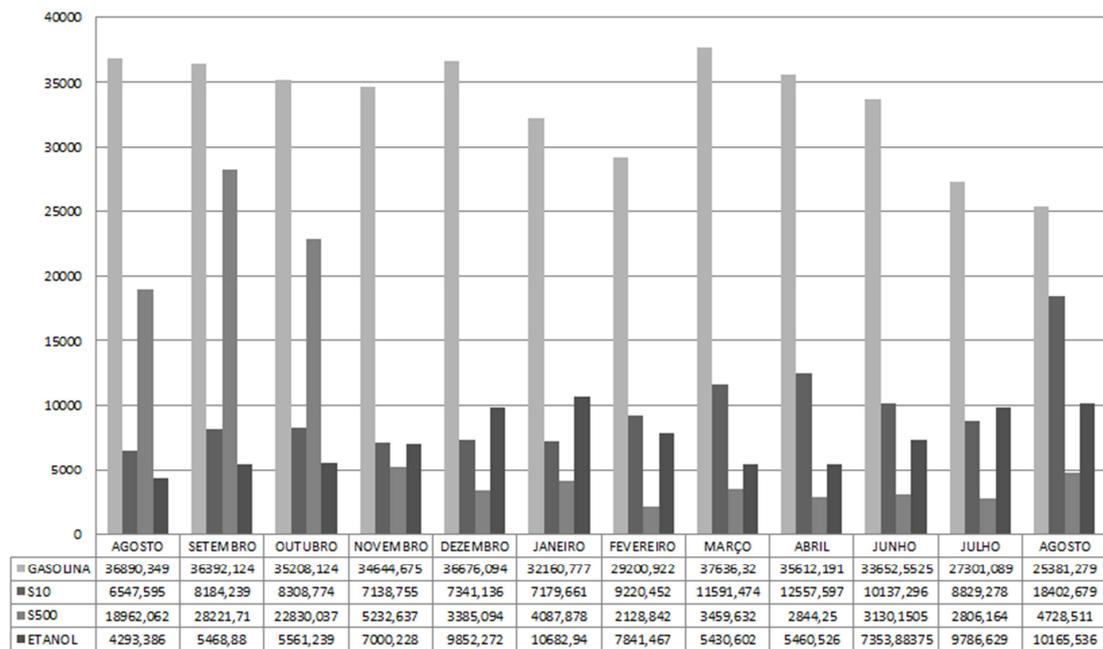


Figura 1 – Variação da demanda de combustível em 2018.

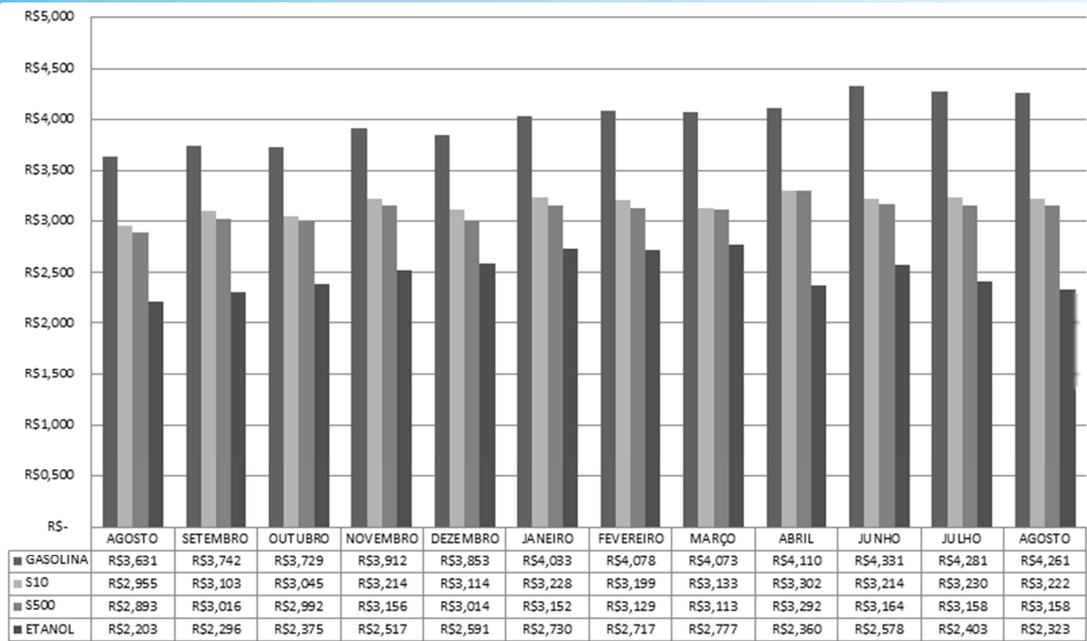


Figura 2 – Variação no preço do combustível 2018.

Tabela 1- Informações da demanda e lucro

DATA	COMBUSTIVEL	DEMANDA	PREÇO MEDIO DE VENDA POR LITRO	LUCRO POR LITRO
08/2017	GASOLINA	36890,349	3,987	0,356
	S10	6547,595	3,270	0,315
	S500	18962,062	3,122	0,229
	ETANOL	4293,386	2,973	0,770
09/2017	GASOLINA	36392,124	4,046	0,304
	S10	8184,239	3,372	0,269
	S500	28221,71	3,224	0,209
	ETANOL	5468,88	2,889	0,593
10/2017	GASOLINA	36392,124	4,077	0,348
	S10	8184,239	3,493	0,365
	S500	28221,71	3,374	0,317
	ETANOL	5468,88	2,889	0,514
11/2017	GASOLINA	35208,124	4,207	0,225
	S10	8308,774	3,549	0,279
	S500	22830,037	3,374	0,218
	ETANOL	7000,228	2,889	0,372
12/2017	GASOLINA	36676,094	4,207	0,355
	S10	7341,1361	3,549	0,435
	S500	3385,094	3,399	0,385
	ETANOL	9852,272	2,922	0,331
01/2018	GASOLINA	32160,777	4,361	0,328
	S10	7179,661	3,549	0,321
	S500	4087,878	3,484	0,332
	ETANOL	10682,94	3,087	0,358



02/2018	GASOLINA	29200,661	4,413	0,335
	S10	9220,452	3,549	0,350
	S500	2128,842	3,489	0,360
	ETANOL	7841,467	3,215	0,498
03/2018	GASOLINA	37636,32	4,420	0,347
	S10	11591,474	3,549	0,416
	S500	3459,632	3,489	0,376
	ETANOL	5430,602	3,359	0,582
04/2018	GASOLINA	35612,191	4,451	0,341
	S10	12557,597	3,602	0,301
	S500	2844,25	3,497	0,205
	ETANOL	5460,526	3,279	0,919
06/2018	GASOLINA	33652,5525	4,734	0,403
	S10	10137,296	3,599	0,385
	S500	3130,1505	3,459	0,295
	ETANOL	7353,88375	3,079	0,501
07/2018	GASOLINA	25381,279	4,693	0,412
	S10	8829,278	3,599	0,370
	S500	2806,164	3,459	0,301
	ETANOL	9786,629	3,007	0,604
08/2018	GASOLINA	25381,279	4,659	0,398
	S10	18402,679	3,533	0,311
	S500	4728,511	3,407	0,249
	ETANOL	10165,536	2,930	0,606

Fonte: Dados extraídos do programa proposto.

#### 4. Resolução do Problema

Com as informações da tabela 1, calculou-se a demanda média de cada combustível, adicionando-se as restrições e a função objetivo. No Solver foi utilizado o método simplex e obteve-se a seguinte conclusão:

Tabela 2- Média da demanda mensal.

Combustível	Demanda
GASOLINA	33396,375
S10	9619,911
S500	3533,684
ETANOL	7408,132
<b>Total</b>	<b>53958,103</b>

Fonte: Dados obtidos do Excel.



Tabela 3 – Média de lucro mensal.

<b>Combustível</b>	<b>Lucro por litro</b>
GASOLINA	0,35
S10	0,34
S500	0,28
ETANOL	0,55

*Fonte:* Dados obtidos do Excel.

Tabela 4 - Quantidade de combustível a ser vendido para maximizar os lucros.

<b>Combustível</b>	<b>Qnt. de Litros</b>
GASOLINA	37636
S10	9553
S500	2129
ETANOL	10682
<b>Lucro Total</b>	<b>R\$ 22.808,71</b>

*Fonte:* Dados obtidos do solver.

Devido a vazão do caminhão tanque, foi feito uma análise onde houve o arredondamento da quantidade para mais e para menos até se encontrar um múltiplo de 05 mil litros que estava dentro dos limites estabelecidos nas restrições do solver e que o volume total fosse de 60 mil litros. Após isso 02 opções foram encontradas e a que obteve maior lucro foi a escolhida.

Tabela 5 - Quantidade ideal de acordo com a vazão do caminhão.

<b>Combustível</b>	<b>Quant. De litros</b>
GASOLINA	35000
S10	10000
S500	5000
ETANOL	10000
<b>Total</b>	<b>R\$ 22.475,74</b>

*Fonte:* Dados obtidos pelo autor.

De acordo com o resultado encontrado pode-se concluir que o ideal de volume de cada combustível deve ser de 35.000 para a gasolina, 10.00 para o S10, 5.000 para o S500 e 10.000 para o etanol. Para distribuir em duas viagens o interessante e trazer na primeira viagem 15.000 de gasolina, 5.000 de S10, 5.000 de S500 e 5.000 de etanol; na segunda viagem 20.00 de gasolina, 5.000 de S10, nada de S500 e 5.000 de etanol.

## 5. Conclusão

Esse trabalho indicou a melhor quantidade de combustível a ser estocada e vendida durante um mês, de modo a atender a demanda esperada e aumentar a lucratividade da empresa estudada.

A programação linear é eficaz para a resolução de problemas que tem como objetivo maximizar ou minimizar os lucros de uma empresa de forma a otimizar o estoque e atender a



demanda, pois o modo como o estoque é gerenciado, pode levar a empresa a obter lucro ou gerar grande prejuízo.

Por meio dos dados obtidos do programa proposto e com o auxílio do Solver, identificou-se a melhor quantidade de cada combustível a ser comprado para reduzir os pedidos de combustível mensal de 04 para 02. Propõe a esta empresa a adotar a redução de viagens com o intuito de maximizar os lucros reduzindo o número de transportes. Como continuação a este trabalho, pretende-se uma nova análise onde a empresa deixe de terceirizar o transporte do combustível e passa a fazer por conta própria com objetivo de reduzir os gastos.

## 6. Bibliografia

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, SRD-PR - Sistema de Registro de Documentos dos Postos Revendedores. Disponível em <<http://app.anp.gov.br/srdpr/>> Acessado em: 11 de setembro de 2018.

FEDERAÇÃO NACIONAL DO COMÉRCIO DE COMBUSTÍVEIS E DE LUBRIFICANTES, Relatório Anual da Revenda de Combustíveis. Disponível em <<<http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/relatorio-anual-da-revenda-de-combustiveis-2017/>>> Acesso em: 10 de setembro de 2018.

GUIMARÃES, Nayara Antunes. Otimização dos custos de estoque por meio de um modelo de programação inteira: um estudo de caso em um posto de combustíveis. TCC. Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2016.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. FORTES, Bianca Jupiará; RIBEIRO, Roberto Portes; MÜLLER, Felipe Martins (Ed.). Programação Linear: Uma aplicação para a otimização na distribuição de uma empresa de nutrição animal: Heterogeneity of Brazilian agriculture in access to information technologies. Espacios, Caracas, v. 35, n. 11, p.12-12, ago. 2014. Disponível em: . Acesso em: 05 abr. 2016.

MONTEVECHI, José Arnaldo Barra. Pesquisa operacional. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), 2013. MOREIRA, Daniel Augusto. Pesquisa Operacional: curso introdutório. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SANTOS, R. J. Sh. dos. A gestão ambiental em posto revendedor de combustíveis como instrumento de prevenção de passivos ambientais. 2005. 217f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão do Meio Ambiente) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

SILVA, Aneirson Francisco da. Pesquisa operacional: desenvolvimento e otimização de modelos matemáticos por meio da linguagem gams. São Paulo: Unesp, 2013. 126 p. Disponível em: . Acesso em: 16 abril 2016.