

APRENDIZAGEM EM SOLUÇÃO DE PROBLEMAS: A UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA DETERMINAR MELHOR OPÇÃO DE COMPRA DE SOFTWARES COM LIMITAÇÃO DE RECURSOS

Christiane Wenck Nogueira Fernandes*, Silvia Lopes de Sena Taglialenha,
Wyktor Stachelski

Centro de Engenharias da Mobilidade, Universidade Federal de Santa Catarina,
Joinville (SC)

3

O aumento da competitividade do mercado faz com que as empresas busquem estratégias para seus negócios visando à redução dos custos e maior eficiência na produção. Neste contexto, tem-se a pesquisa operacional que tornou tais anseios por otimização possíveis dentro das organizações com a utilização de métodos e modelos matemáticos. Assim, este trabalho foi elaborado com o propósito de desenvolver um estudo acerca de pesquisa operacional, mais especificamente de programação linear. Além do estudo teórico, propõe-se um estudo de caso referente à aquisição de *softwares* para disciplinas dos cursos de engenharia e elaborou-se um modelo com base nas técnicas de programação linear para encontrar uma solução ótima com vistas a maximizar o número de alunos atendidos pela compra.

Palavras-chave: Pesquisa operacional; Programação linear; Otimização

PROBLEM SOLVING LEARNING: APPLICATION OF THE LINEAR PROGRAMMING TO DETERMINE THE BEST OPTION OF SOFTWARES ACQUISITION WITH A LIMITED AMOUNT OF RESOURCES

The growing market competition led companies to seek strategies for their businesses in order to reduce costs and achieve greater efficiency in production. Thus, arose the Operational Research, which, by using methods and mathematical models, has such benefits for possible optimization within organizations. The present paper aimed to develop a study on Operational Research, more specifically on Linear Programming. In the theoretical study, we performed a case study on the acquisition of software for several courses of Engineering, by developing a model based on linear programming techniques to find an optimal solution that could maximize the number of students served by the acquisition.

Keywords: Operational Research; Linear Programming; Optimization

* e-mail: christiane.fernandes@ufsc.br

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de metodologias de aprendizagem que busquem facilitar o ensino se faz necessário nas diversas áreas do conhecimento humano (OLIVEIRA et al., 2012). Em um curso de pesquisa operacional para as engenharias, a formação de um estudante envolve não somente os conhecimentos teóricos, mas principalmente uma vivência prática, construída por meio de aplicações e solução de problemas, além da análise de diversos sistemas e modelagens.

Muitos engenheiros atuantes nas organizações constantemente se deparam com situações onde devem ser feitas tomadas de decisões que podem ser cruciais para o sucesso da empresa. Em determinadas situações, tais decisões podem ser simples, sem que haja necessidade de um estudo ou elaboração de inúmeras hipóteses, porém outros casos podem se tratar de problemas complexos onde a utilização de modelos matemáticos e tecnologia se torna indispensável.

O grande desafio encontrado pelas empresas está na busca de novas tecnologias, novos mercados e novos métodos de gerenciamento, devido ao ambiente competitivo onde estão inseridas (FERREIRA E BACHEGA, 2011). Neste contexto é que surge a pesquisa operacional (PO). Segundo Hillier e Lieberman (2013), a PO teve impacto impressionante para melhorar a eficiência de diversas organizações ao redor do mundo, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade nestes países.

As decisões dentro da pesquisa operacional podem tratar de diferentes aspectos como, por exemplo:

- Que produto deve ser produzido em maior escala?
- Quanto deve ser comprado de cada insumo e de qual distribuidor?
- Qual caminho oferece um menor custo ou maior fluxo, entre outros?

A área de estudo da PO abrange diversas disciplinas vistas em cursos de graduação nas Engenharias, dentre elas programação linear, programação não-linear, otimização de redes e processos estocásticos. Este artigo foi elaborado com o intuito de demonstrar a aprendizagem em solução de problemas dentro da programação linear.

É através desta motivação que esta pesquisa tem por objetivo explanar a respeito de programação linear, demonstrar a aprendizagem em solução de problemas na engenharia em um exemplo prática de aplicação de uma de suas técnicas. Além deste introdutório, este trabalho conta com um capítulo dedicado a um breve referencial teórico do assunto, seguido da explicação a respeito do estudo feito e análise de resultado do mesmo.

2 PESQUISA OPERACIONAL: REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo a literatura, a origem da pesquisa operacional vem da Segunda Guerra Mundial. Hillier e Lieberman (2013) afirmam que devido à guerra, havia a necessidade de se estudar a forma mais eficiente de se alocar os escassos recursos para as diversas operações militares. Para atingir os objetivos almejados, os comandos britânicos e norte-americanos reuniram um grande número de cientistas para desenvolverem técnicas capazes de resolverem estes e outros problemas táticos e estratégicos enfrentados durante a guerra. Como diversos outros estudos, métodos e tecnologias desenvolvidos durante a guerra, a PO foi um artifício que se encaixou muito bem fora da área militar. Dentro de empresas,

ela trouxe melhoria da produção, gerando redução de custos e conseqüentemente um aumento do lucro.

As aplicações da pesquisa operacional vão desde o balanceamento de linhas de produção em fábricas, ou o fluxo ótimo de paciente em hospitais, até ao estudo de estruturas sociais e de processos psicológicos. (SELONG E KRIPKA, 2009).

Conforme a complexidade do problema, técnicas mais robustas e *softwares* mais elaborados são utilizados. Aqui serão mencionados problemas e métodos mais simples vistos na PO. Como já citado na seção anterior, a PO se subdivide em diversas outras áreas, mas neste trabalho somente será tratado a respeito da programação linear.

Embora a programação linear seja um ramo da PO mais simples, seu uso dentro de organizações pode ajudar e muito na obtenção de bons resultados. De acordo com Hillier e Lieberman (2013), ela é uma ferramenta que auxilia as organizações na tomada de decisão. A Pesquisa operacional envolve o planejamento de atividades para obter um resultado ótimo.

O resultado ótimo, citado pelos autores, é definido como o melhor valor encontrado para a função objetivo do problema. Esta função pode ser de dois tipos: maximização ou minimização.

- Função Objetivo Maximização: tem-se como objetivo atingir o maior valor possível. Normalmente encontra-se a função Maximização em problemas onde se pretende aumentar o lucro ou descobrir caminhos onde se possa atingir um fluxo maior, por exemplo.
- Função Objetivo Minimização: tem-se como objetivo reduzir ao máximo o valor encontrado. Comumente encontrada em problemas de minimização de custos ou problemas de menor caminho, por exemplo.

Cabe ressaltar que uma vez encontrado o resultado ótimo, é impossível encontrar outro resultado melhor que o mesmo. Podem-se encontrar outras soluções tão boas quanto, até mesmo infinitas soluções, mas nenhuma delas será melhor.

Para atingir o objetivo, seja ele de maximização ou minimização da Função Objetivo, são definidas as restrições encontradas no problema. As restrições surgem da escassez ou então excesso de recursos. Será através das restrições que será determinada qual a decisão a ser tomada, como por exemplo, caminho mais curto, caminho com maior fluxo, determinado tipo de matéria-prima a ser utilizada em maior escala, entre outros.

Os recursos citados acima se tornam então as variáveis de decisão. Essas variáveis aparecem tanto na definição da função objetivo como nas restrições. De acordo com Colin (2007), essas são as variáveis que são utilizadas no modelo que podem ser controladas pelo tomador de decisão que, desta forma, procura a solução do problema testando diversos valores para elas.

3 ESTUDO DE CASO

Com o objetivo de aplicar os conhecimentos da Pesquisa operacional, analisou-se um problema real que pode ser otimizado através da modelagem e resolução baseada em Programação linear.

3.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Em muitas disciplinas dos cursos de Engenharias, o uso de *softwares* é indispensável para o aprendizado (SANTOS et al, 2005). Eles auxiliam na resolução e formulação de problemas, fazendo com que a teoria seja mais facilmente posta em prática e resultados sejam obtidos de forma mais rápida e interessante.

O mercado de trabalho valoriza o conhecimento e habilidade na utilização de *softwares*. Assim, os alunos de graduação em Engenharias se tornam profissionais mais qualificados para o mercado atual (SANTOS et al, 2005).

Através de uma consulta feita com professores de diversas disciplinas do curso de engenharia, elaborou-se uma lista onde foram considerados nove *softwares*, são eles: Gams, Vensin, Lingo, Stata, Transyt 15, Aimsun Professional, Excel, Transcad Base e Arena. O nome do *software* seguido de seus respectivo preço e número de alunos que seriam atingidos, número este calculado de acordo com o número de estudantes que cursam a respectiva disciplina, foram organizados conforme consta na Tabela 1, apresentada a seguir.

Tabela 1 - *Softwares*, custos e número de alunos beneficiados.

Softwares	Custo	Disciplinas que o utilizam	Total de licenças (alunos)	Valor Total	Compra?
GAMS	\$640	Programação Linear, Programação Não-Linear, Otimização Discreta, Roteirização e Programação de Veículos	80	R\$ 131.706,88	1
VENSIN	\$1965 (5 licenças) + \$75 (cada licença a mais)	Processos Estocásticos e Simulação	20	R\$ 7.948,72	1
LINGO	\$245	Programação Linear, Programação Não-Linear, Otimização	60	R\$ 37.814,28	1
STATA	\$695 cada 10 licenças	Pesquisa Operacional / Matemática / Estatística em geral	420	R\$ 75.088,36	1
TRANSYT 15	R\$ 7.000,00	Não informado pelo professor	60	R\$ 420.000,00	0
AIMSUM PROFESSIONAL	R\$ 4.500,00	Não informado pelo professor	60	R\$ 270.000,00	1
EXCEL	R\$ 309,00	Pesquisa Operacional / Matemática / Estatística em geral	420	R\$ 129.780,00	1
TRANSCAD BASE	\$6000	Simulação em transporte	60	R\$ 926.064,00	0
ARENA	R\$ -	Processos Estocásticos e Simulação	20	R\$ -	1

Fonte: Os autores

Os custos de alguns *softwares* (Gams, Vensin, Lingo, Stata, Transcad Base) foram obtidos em dólares estadunidenses (US\$), convertidos para Reais (R\$) usando o fator de conversão US\$ 1 = R\$2,5724. O *software* Arena consta sem valor, visto que pode ser utilizada sua versão gratuita disponível. A razão pelos *softwares* Stata e Excel apresentarem um número consideravelmente maior de alunos atingidos que os demais (Tabela 1) é que os mesmos também podem ser utilizados nas disciplinas de Estatística e Probabilidade para Engenharia.

A função objetivo do modelo foi definida como maximizar o número de alunos atendidos, sendo que a restrição imposta foi que o valor disponível para compra dos *softwares* seria de R\$600.000,00. Para a modelagem e resolução do problema, fez-se o uso da planilha eletrônica da MS-Excel® juntamente com a ferramenta Solver que é integrada à planilha. O mesmo problema foi modelado no *software* Lingo 15.0, para que se pudessem observar possíveis soluções diferentes.

3.2. O MODELO MATEMÁTICO

Considerando-se n_j o número de alunos atendido pelo software j , c_j o custo de cada software j , para $j = 1, \dots, 9$, e definindo-se as variáveis binárias

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{se o software } j \text{ for comprado} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}, j = 1, \dots, 9$$

o modelo matemático para o problema considerado pode ser assim representado:

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^9 n_j x_j \quad (1)$$

$$\text{sa: } \sum_{j=1}^9 c_j x_j \leq 600000 \quad (2)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad (3)$$

A Equação (1) define a função objetivo de maximização da quantidade de alunos atendidos, a Equação (2) define o limite a ser investido e a Equação (3) indica o caráter binário das variáveis.

3.3 SOLUÇÃO EM EXCEL

A modelagem do problema em Excel é mostrada na Figura 1.

Figura 1 - Modelagem do Problema em Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H
2								
3								
4	Softwares	Custo	Disciplinas que o utilizam	Total de licenças (alunos)	Valor Total	Compra?		
5	GAMS	\$640	Programação Linear, Programação Não-Linear, Otimização Discreta, Roteirização e Programação de Veículos	80	R\$ 131.706,88		R\$ -	
6	VENSIN	\$1965 (5 licenças) + \$75 (cada licença a mais)	Processos Estocásticos e Simulação	20	R\$ 7.948,72		R\$ -	
7	LINGO	\$245	Programação Linear, Programação Não-Linear, Otimização	60	R\$ 37.614,28		R\$ -	
8	STATA	\$695 cada 10 licenças	Pesquisa Operacional / Matemática / Estatística em geral	420	R\$ 75.088,36		R\$ -	
9	TRANSYT 15	R\$ 7.000,00	Não informado pelo professor	60	R\$ 420.000,00		R\$ -	
10	AIMSUM PROFESSIONAL	R\$ 4.500,00	Não informado pelo professor	60	R\$ 270.000,00		R\$ -	
11	EXCEL	R\$ 309,00	Pesquisa Operacional / Matemática / Estatística em geral	420	R\$ 129.780,00		R\$ -	
12	TRANSCAD BASE	\$6000	Simulação em transporte	60	R\$ 526.064,00		R\$ -	
13	ARENA	R\$ -	Processos Estocásticos e Simulação	20	R\$ -		R\$ -	
14					Total de softwares:	0		
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Total de Alunos Atendidos	0
Custo Total	R\$ -

Fonte: Os autores

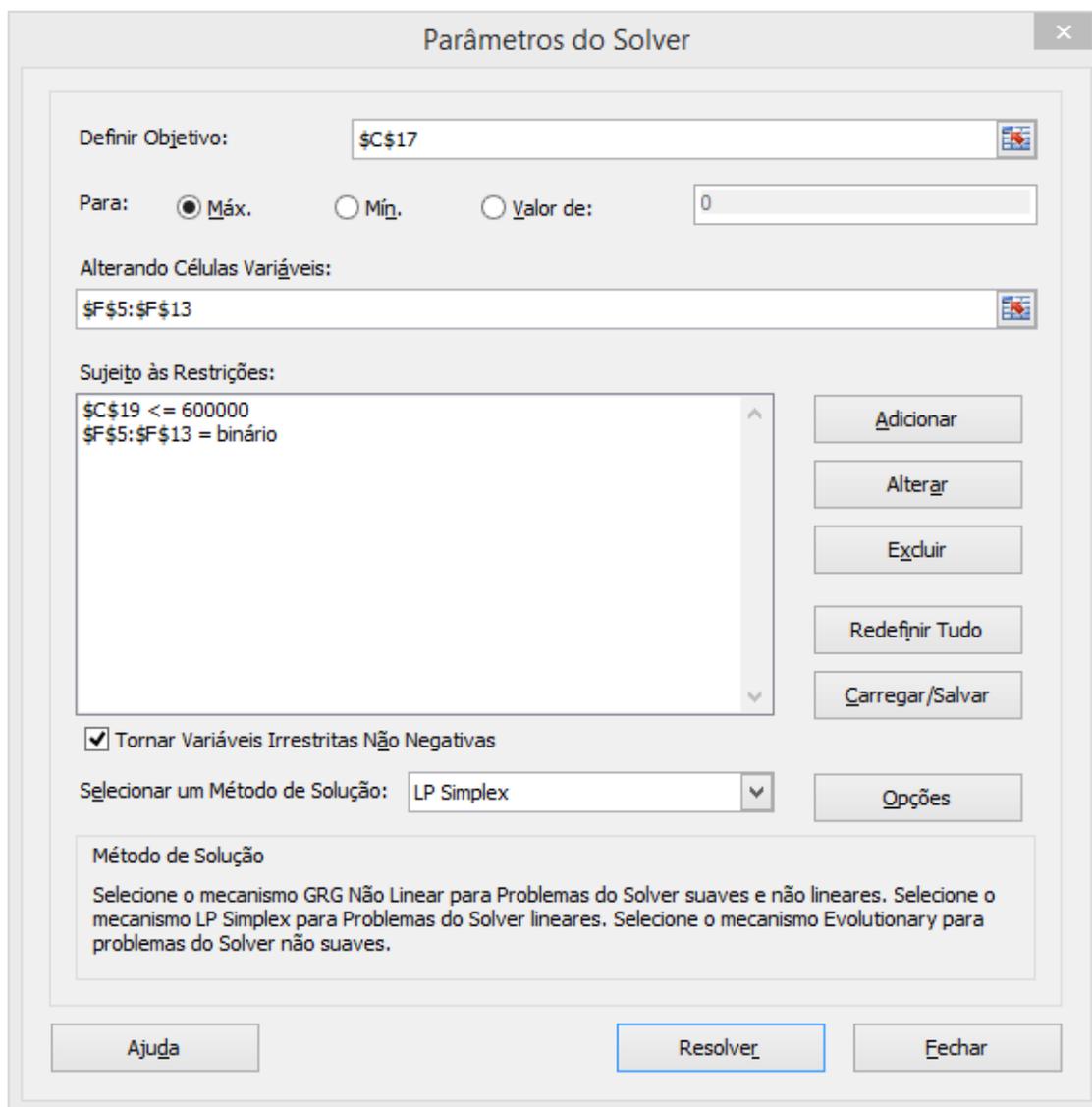
Como demonstrado na Figura 1, para a resolução do problema, fez-se o uso da ferramenta solver, definida como uma ferramenta de teste de hipóteses, onde pode-se encontrar um valor ótimo (máximo ou mínimo) para uma determinada célula selecionada sujeita a restrições contidas em outras células. No solver foi inserido como objetivo a maximização da célula referente ao Total de Alunos Atendidos, que representa a soma do número de licenças compradas por cada *software* que será adquirido.

O custo de cada *software* foi fornecido por cada professor ao ser perguntado a respeito de quais *softwares* auxiliariam no aprendizado da disciplina.

Dentre as restrições, aparecem que o custo total deve ser menor ou igual a R\$600.000,00 e as células da coluna de Compra foram definidas como binárias, sendo que o valor 1 representa a aquisição e o valor 0 que o *software* não será comprado.

Inseridos todos os valores e restrições gerou-se a solução ótima, que foi de 1020 alunos atendidos, e um Custo Total de R\$ 382.338,23. Os parâmetros inseridos no solver são apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Parâmetros do Solver



Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para: Máx. Mín. Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Método de Solução

Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Ajuda Resolver Fechar

Fonte: Os autores.

A Figura 3 apresenta a planilha em Excel já com a solução ótima obtida pelo solver.

Figura 3 - Solução ótima obtida.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4	Softwares	Custo	Disciplinas que o utilizam	Total de licenças (alunos)	Valor Total	Compra?				
5	GAMS	\$640	Programação Linear, Programação Não-Linear, Otimização Discreta, Roteirização e Programação de Veículos	80	R\$ 131.706,88	1	R\$ 131.706,88			
6	VENSIN	\$1965 (5 licenças) + \$75 (cada licença a mais)	Processos Estocásticos e Simulação	20	R\$ 7.948,72	1	R\$ 7.948,72			
7	LINGO	\$245	Programação Linear, Programação Não-Linear, Otimização	60	R\$ 37.814,28	1	R\$ 37.814,28			
8	STATA	\$695 cada 10 licenças	Pesquisa Operacional / Matemática / Estatística em geral	420	R\$ 75.088,36	1	R\$ 75.088,36			
9	TRANSYT 15	R\$ 7.000,00	Não informado pelo professor	60	R\$ 420.000,00	0	R\$ -			
10	AIMSUM PROFESSIONAL	R\$ 4.500,00	Não informado pelo professor	60	R\$ 270.000,00	0	R\$ -			
11	EXCEL	R\$ 309,00	Pesquisa Operacional / Matemática / Estatística em geral	420	R\$ 129.780,00	1	R\$ 129.780,00			
12	TRANSCAD BASE	\$6000	Simulação em transporte	60	R\$ 326.064,00	0	R\$ -			
13	ARENA	R\$ -	Processos Estocásticos e Simulação	20	R\$ -	1	R\$ -			
14					Total de softwares:	6				
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

Total de Alunos Atendidos	1020
Custo Total	R\$ 382.338,23

Objetivo:
Restrição:

\$1 = R\$2.5724
VALOREM23VIV2014

* foram consideradas turmas de Estatística e Probabilidade para Engenharia da Segunda Fase

* foram consideradas turmas de Estatística e Probabilidade para Engenharia da Segunda Fase

** Versão gratuita disponível para download

Fonte: os Autores.

3.4 SOLUÇÃO EM LINGO

Na solução em LINGO, foram definidas nove variáveis, sendo cada uma delas referente a um dos *softwares* do presente estudo. As variáveis foram definidas com binárias pelo comando @BIN e inseridas na função objetivo, que representava a maximização da soma de todas elas.

A restrição imposta foi que a soma das variáveis com o produto de seu custo total (valor de uma licença × número de licenças) deveria ser menor ou igual a R\$600.0000. A modelagem do problema no LINGO é apresentada na Figura 4 e a solução encontrada da Figura 5.

Figura 4 – Modelagem em LINGO.

```

MAX = GAMS + VENSIN + LINGO + STATA
+ TRANSYT + AIMSUM + EXCEL + TRANSCAD + ARENA;           !FUNÇÃO OBJETIVO;

640*80*2.5724*GAMS + (1965+75*15)*2.5724*VENSIN
+ 245*60*2.5724*LINGO + 42*695*2.5724*STATA +
60*7000*TRANSYT + 60*4500*AIMSUM + 420*309*EXCEL       !RESTRIÇÃO;
+ 60*6000*2.5724*TRANSCAD + 20*0*ARENA <= 600000;

@BIN(GAMS);
@BIN(VENSIN);
@BIN(LINGO);
@BIN(STATA);
@BIN(TRANSYT);
@BIN(AIMSUM);
@BIN(EXCEL);
@BIN(TRANSCAD);
@BIN(ARENA);                                           !DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS BINÁRIAS;
    
```



Fonte: Os Autores.

Figura 5 – Solução ótima encontrada pelo LINGO.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                6.000000
Objective bound:                6.000000
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         0
Total solver iterations:       0
Elapsed runtime seconds:      0.04

Model Class:                    PILP

Total variables:                9
Nonlinear variables:           0
Integer variables:             9

Total constraints:              2
Nonlinear constraints:         0

Total nonzeros:                17
Nonlinear nonzeros:           0
    
```

Variable	Value	Reduced Cost
GAMS	1.000000	-1.000000
VENSIN	1.000000	-1.000000
LINGO	1.000000	-1.000000
STATA	1.000000	-1.000000
TRANSYT	0.000000	-1.000000
AIMSUM	0.000000	-1.000000
EXCEL	1.000000	-1.000000
TRANSCAD	0.000000	-1.000000
ARENA	1.000000	-1.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	6.000000	1.000000
2	217661.8	0.000000

Fonte: Os Autores.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos permitem concluir que com o investimento de R\$600.000,00 será possível atender a 1020 alunos com as compras de softwares. O total gasto com a aquisição será de R\$382.338,23. Percebe-se que tanto o Excel como o Lingo sugerem o mesmo tipo de solução: a compra dos softwares Gams, Vensim, Lingo, Stata, Excel e Arena.

A aquisição do Arena era óbvia visto que o mesmo pode ser adquirido em sua versão gratuita. Quanto ao Excel e ao Stata podia-se supor com grandes chances que apresentariam um resultado positivo quanto a compra, visto que ambos apresentam uma grande quantidade de disciplinas em que podem ser utilizados, totalizando um total de 840 alunos a serem atendidos.

Quanto aos dois programas utilizados, verificou-se que, embora ambos tenham alcançado o mesmo resultado, o Solver do Excel se demonstrou mais didático e prático para a modelagem do problema e para a análise dos resultados. Com ele a verificação de valores gastos se tornou mais fácil de ser observada e a formulação e disposição de informações mais clara e compreensível.

Uma última consideração a respeito do resultado obtido é que com o limitante de R\$600.000,00 e o objetivo de atender o maior número de alunos, se fossem feitas as aquisições sugeridas, ocorreria uma sobra de R\$217.661,77, tal valor poderia ser empregado na compra de novas máquinas ou ser usado de qualquer outra forma pelo departamento responsável, ou até mesmo reduzido do orçamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho propôs a utilização da ferramenta solver do Microsoft Excel e do LINGO no ensino de Pesquisa operacional na engenharia por meio de uma aplicação na determinação de melhor opção de compra de softwares com limitação de recursos.

O objetivo da aprendizagem em solução de problemas na engenharia através de uma aplicação foi alcançado, mostrando assim, a importância do desenvolvimento de estudos de caso no ensino de pesquisa operacional, em particular, da programação linear nas engenharias.

A ideia apresentada foi capaz de inserir o aluno em uma situação onde decisões precisam ser tomadas com limitações de recursos disponíveis e maximização do número de pessoas beneficiadas e onde nem todas as informações e variáveis estão disponíveis. Desta forma, pode-se afirmar que a aprendizagem em solução de problemas contribuiu com o aprendizado nas engenharias, no sentido de incluir também aspectos de tomada de decisão em sua formação.

Como verificou-se com o exemplo prático apresentado neste estudo, a pesquisa operacional e a modelagem de problemas na Engenharia e dentro das organizações é, sem sombra de dúvidas, uma boa maneira de solucionar tais problemas, podendo-se obter resultados bastante satisfatórios. Dentro do mercado, tornam-se diferenciais

competitivos, reduzindo significativamente custos de produção, tornando o produto ou serviço final mais atrativo.

Como proposta futura para este trabalho, seguindo a ideia de utilização de ferramentas no ensino de pesquisa operacional, propõe-se uma análise mais complexa, envolvendo outras variáveis não somente quantitativas, mas também de ordem qualitativas na avaliação.

6 REFERÊNCIAS

COLIN, E. C. **Pesquisa operacional: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas.** Rio de Janeiro: LTC, 2013.

COSTA, F. P.; SOUZA, M. J. F.; PINTO, L. R. **Um modelo de programação matemática para alocação estática de caminhões visando ao atendimento de metas de produção e qualidade.** Ouro Preto, 2005.

FERREIRA, F. M.; BACHEGA, S. J. **Programação linear:** Um estudo de caso sobre os custos de transporte em uma empresa do setor de confecções de Catalão-GO. Belo Horizonte, 2011.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa operacional.** 9. Ed. São Paulo: Mcgraw Hill, 2013.

OLIVEIRA, B.; SALVADOR, R.; SILVA, V. M. D.; **Otimização do Problema de Corte Unidimensional:** Um estudo de caso na indústria papeleira. 2013.

SANTOS, Y. B. I.; MENDES, S. B.;PELAES, T. S. **O ensino de ferramentas computacionais aplicadas a Engenharia de Produção: um método diferenciado.** Anais do XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção. Porto Alegre, 2005.

SELONG, L. M.; KRIPKA, R. M. L. Otimização de roteiros: Estudo de caso de uma distribuidora de ferro de Passo Fundo/RS para a região. **Revista CIATEC – UPF**, vol. 1(1), p.p. 14-31, 2009.

Sobre os autores:

Christiane Wenck Nogueira Fernandes possui Graduação em Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina E Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é Professora Adjunto III do Centro de Engenharias da Mobilidade da Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia de Transportes, Pesquisa Operacional e Logística. Participante do Grupo de Pesquisa GIT - Grupo de Infraestrutura e Transportes.

Silvia Lopes de Sena Tagliarenha é Professora Adjunto IV da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Engenharias da Mobilidade, Campus Joinville, na qual coordena o Grupo de Pesquisa GIT Grupo de Infraestrutura e Transportes e o Curso Bacharelado Interdisciplinar em Mobilidade. Possui Licenciatura em Matemática, com habilitação em Física UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Júlio de Mesquita Filho (1998), Mestrado em Matemática Pura (Análise) - ICMC-USP Universidade de São Paulo - São Carlos (2001) e Doutorado em Engenharia Elétrica (Automação) - UNESP - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (2008). Atua principalmente nos seguintes temas: Análise de Modelos, Pesquisa Operacional, Otimização, Planejamento da Expansão de Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica, Carregamento de Contêineres, Logística em Transportes e Mobilidade Urbana.

Wyktor Stachelski é Acadêmico do curso de Engenharia de Transportes e Logística do Centro de Engenharias da Mobilidade da Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é aluno de Iniciação Científica do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -CNPq.