Trabalho apresentado no CNMAC, Gramado - RS, 2016.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

---

O Problema Combinado Aplicado em uma Fábrica de Móveis com Variação de Custos e Demanda na Produção

Giovanna Peral Salvadeo[1]
Glaucia Maria Bressan[2]
Departamento Acadêmico de Matemática, UTFPR, Cornélio Procópio, PR

1 O Problema Combinado

O Problema Combinado [3] aborda dois problemas de otimização linear: o *dimensionamento de lotes* e o *corte de estoque*[2], com o objetivo de minimizar os custos de produção, preparação e estocagem e a quantidade de placas a serem cortadas, decidindo a quantidade de produtos finais a serem produzidos em cada período de tempo. A solução encontrada é chamada de *solução ótima* e é obtida pelo Método Simplex [1], com apoio do software LINDO (*"Linear Interactive and Discrete Optimizer"*). A partir disso, o objetivo deste trabalho é aplicar o Problema Combinado, formulado de acordo com as Equações (1) a (5), considerando dados numéricos de uma pequena fábrica de móveis do município de Cornélio Procópio-PR, primeiramente considerando constantes os custos e as demandas dos produtos finais e, posteriormente, considerando variações destes parâmetros.

$$\min \sum_{i=1}^{2}\sum_{t=1}^{6}(c_{it}x_{it} + h_{it}e_{it}) + \sum_{j=1}^{5}\sum_{t=1}^{2} cpy_{jt} + \sum_{p=1}^{3}\sum_{t=1}^{6} hp_{pt}ep_{pt} \tag{1}$$

s.a: $x_{it} + e_{i,t-1} - e_{it} = d_{it};\ \ t = 1, ..., 6; i = 1, 2$ balanço de estoque de produtos finais (2)

$\sum_{j=1}^{5} a_{pj}y_{jt} + ep_{p,t-1} - ep_{pt} = \sum_{i=1}^{2} r_{pi}x_{it}$ balanço de estoque de peças (3)

$\sum_{j=1}^{5} v_j y_{jt} \leq u_t;\ \ t = 1, ..., 6; j = 1, ..., 5$ capacidade da serra (4)

$\mathrm{x}_{it}, e_{it}, y_{jt}, ep_{pt} \geq 0;\ \ t = 1, ..., 6$ condições de não negatividade (5)

Parâmetros: c_{it}: custo de produção do produto i no período t; hp_{pt}: custo de estocagem da peça p no período t; h_{it}: custo de estocagem do produto i no período t; d_{it}: demanda do produto i no período t; v_j: tempo de corte de placa no padrão j; a_{pj}: número de peças tipo p no padrão j; u_t: tempo máximo de operação da serra; cp: custo da placa a ser cortada; r_{pi}: número de peças tipo p necessárias para formar um produto i. *Variáveis de decisão (valores obtidos na solução ótima):* x_{it}: quantidade do produto final i produzido no período t; ep_{pt}: quantidade da peça tipo p em estoque no fim do período t; e_{it}: quantidade do produto final i em estoque no fim do período t; y_{jt}: quantidade de placas cortadas usando o padrão j no período t. Os padrões de corte (forma como a peça é cortada para a produção dos itens finais) podem ser vistos na Tabela 1.

---

[1]giovannaperal@hotmail.com - aluna de iniciação científica da UTFPR-CP.
[2]glauciabressan@utfpr.edu.br

Tabela 1: Padrões de Corte

Padrão de Corte	Peça tipo 1	Peça tipo 2	Peça tipo 3	Tempo de corte
j=1	2	0	0	v_1=1s
j=2	1	88	0	v_2=1,2s
j=3	0	0	35	v_3=1,5s
j=4	0	0	45	v_4=1,4s
j=5	1	8	15	v_5=1,5s

O primeiro planejamento de produção considera que, no período de 6 meses (t=6), custos e demandas dos produtos finais são constantes. Então, a variável x_{1t} representa o produto "mesa", cujo custo de produção é c_{1t}=R\$255 e a demanda é d_{1t}=2 para t=1,...,6. A variável x_{2t} representa "cadeira", cujo custo de produção é c_{2t}=R\$80 e a demanda é d_{2t}=3 para t=1,...,6. Os demais parâmetros fornecidos pela fábrica são cp=R\$120, u_t=300 horas por período (mês), r_{11}=1, r_{21}=5, r_{32}=2, r_{22}=6, h_{1t}=3, h_{2t}=1, hp_{1t}=0,2, hp_{2t}=0,3, hp_{3t}=0,5; peças a serem cortadas são tampo (tipo 1), pés (tipo 2), assento/encosto (tipo 3). Com a execução do modelo a partir do Método Simplex, a solução ótima obtida apresenta o custo mínimo total de produção de R\$4508,09, para t=6 meses. A solução sugere antecipar a produção de cadeiras, x_{21}=18, gerando estoque, postergando a produção de mesas, x_{13}=12. Assim, a solução ótima proporciona uma economia de R\$805,1, ou seja, 15,2% de lucro, se comparada com o custo de uma produção que atende a demanda por período. No segundo planejamento de produção, os novos parâmetros são obtidos com variações nos custos e na demanda no decorrer dos períodos, retratando uma situação real: $c_{11} = c_{12} = c_{13} = 255; c_{14} = c_{15} = c_{16} = 267,75; c_{21} = c_{22} = c_{23} = 80; c_{24} = c_{25} = c_{26} = 84; cp = 135,07; h_{11} = h_{12} = 3; h_{13} = 5; h_{14} = h_{15} = h_{16} = 5; h_{21} = h_{22} = 1; h_{23} = h_{24} = h_{25} = h_{26} = 3; hp_{11} = hp_{12} = 0,2; hp_{13} = hp_{14} = hp_{15} = hp_{16} = 0,5; hp_{21} = hp_{22} = 0,3; hp_{23} = hp_{24} = hp_{25} = hp_{26} = 0,6; hp_{31} = hp_{32} = 0,5; hp_{33} = hp_{34} = hp_{35} = hp_{36} = 0,8; d_{11} = 2; d_{12} = 3; d_{13} = 2; d_{14} = 4; d_{15} = 1; d_{16} = 3; d_{21} = 3; d_{22} = 5; d_{23} = 4; d_{24} = 6; d_{25} = 3; d_{26} = 4$. Executando o novo modelo combinado com as variações, aplicando o Método Simplex e considerando t=6, a solução ótima obtida é de R\$5833,09 e esta sugere adiantar a produção de cadeiras, x_{21}=25, e postergar a produção de mesas, x_{13}=15. Essa solução ótima proporciona uma economia total de R\$2464,24, ou seja, 29,7%, se comparada com o custo de uma produção que atende a demanda por período. Desta forma, a solução ótima auxilia na tomada de decisão, proporcionando lucro.

Referências

[1] M. Arenales et al., Pesquisa Operacional: para cursos de engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

[2] G. M. Bressan, Solução de Sistemas Lineares Esparsos – Aplicação à Programação de Lotes e Cortes. Dissertação de Mestrado, ICMC – USP, 2003.

[3] M.C.N.Gramani. Otimização do Processo de Cortagem Acoplado ao Planejamento da Produção. Tese de Doutorado. Densis – Unicamp, 2001.

