

## Aplicação de simulação-otimização no problema acoplado de dimensionamento de lotes e corte de estoque

Pedro M. T. Oliveira\*, Carla T. L. S. Ghidini

### Resumo

Em um mercado altamente competitivo como o mercado de móveis brasileiro, otimizar os custos de produção é de suma importância. Dessa forma, nesta pesquisa, o problema acoplado de dimensionamento de lotes e corte de estoque presente no processo produtivo das indústrias de móveis é estudado e com o auxílio da modelagem matemática e a técnica de simulação-otimização, que permite considerar de maneira mais realista a estocasticidade dos dados, o problema é resolvido.

### Palavras-chave:

Problema de dimensionamento de lotes, Problema de corte de estoque, Simulação-otimização

### Introdução

Em um mercado competitivo como o de móveis brasileiro, é essencial que as empresas apliquem conceitos de *Lean Manufacturing* para que consigam reduzir desperdícios, minimizar custos e obter uma importante vantagem competitiva.

Dentro deste contexto, este trabalho trata do problema acoplado de dimensionamento de lotes (PDL) e corte de estoque (PCE) inerente ao processo produtivo da indústria moveleira, com o objetivo de minimizar os custos totais de produção. Além disso, é verificado como a técnica simulação-otimização pode ser usada para avaliar a viabilidade da solução ótima determinística, identificar possíveis gargalos de tal solução e considerar a variabilidade dos dados que definem o modelo.

O PDL consiste no planejamento e na programação da produção de todos os tipos de produtos dentro de um determinado horizonte de tempo e o PCE consiste em cortar objetos grandes em itens menores de diversos tamanhos demandados com o objetivo de minimizar o desperdício de matéria-prima ou utilizar a menor quantidade possível de objetos. Já o problema acoplado consiste em resolver ambos os problemas (PDL e PCE) simultaneamente de forma a permitir adiantar a produção dos produtos demandados ao cortar os itens antecipadamente e com isso reduzir a quantidade de material utilizado, a perda de matéria-prima e custos de preparação, mas também aumentando os custos de estoque de produtos e itens.

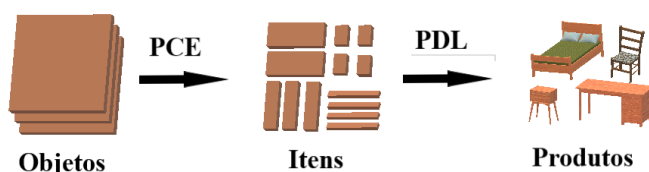


Figura 1. Problema Acoplado.

### Resultados e Discussão

O modelo matemático de otimização linear inteira mista, proposto em [1], é de difícil resolução e por isso,

uma abordagem heurística baseada no método simplex com geração de colunas é usada para resolvê-lo. Nesta abordagem, os dados são calculados usando médias e considerados fixos, o que acaba afastando o modelo da realidade. Assim, a partir da solução ótima obtida um modelo de simulação é criado e testado permitindo analisar a qualidade da solução, verificar a viabilidade e ainda alterá-la para que se torne ainda melhor.

$$\text{Min} \quad \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^M (c_{it}x_{it} + h_{it}I_{it} + f_{it}E_{it}) + \sum_{e=1}^S \sum_{j=1}^{N^e} \sum_{\tau=1}^{\Theta} cp^e y_{j\tau}^e + cs_{j\tau}^e z_{j\tau}^e$$

s.a.

$$\begin{aligned} x_{it} + I_{i(t-1)} - I_{it} &= d_{it} + E_{it}, & i=1, \dots, M, & t=1, \dots, T \\ \sum_{t=1}^T (d_{it} + E_{it}) &= D_i, & i=1, \dots, M \\ \sum_{i=1}^M tc_1 x_{it} &\leq CapS_t, & t=2, \dots, T \\ \sum_{i=1}^M tf_i x_{it} &\leq CapF_t, & t=2, \dots, T \\ \sum_{j=1}^{N^e} \sum_{\tau=1}^{\Theta} a_{pj\tau}^e y_{j\tau}^e &= \sum_{i=1}^M r_{pi}^e x_{i1}, & p=1, \dots, P^e, e=1, \dots, S \\ \sum_{e=1}^S \sum_{j=1}^{N^e} v_j^e y_{j\tau}^e &\leq capS_{\tau}, & \tau=1, \dots, \Theta \\ \sum_{e=1}^S \sum_{j=1}^{N^e} \sum_{p=1}^{P^e} b_p^e a_{pj\tau}^e y_{j\tau}^e &\leq capF_{\tau}, & \tau=1, \dots, \Theta \\ y_{j\tau}^e &\leq Qz_{j\tau}^e, & j=1, \dots, N^e, e=1, \dots, S, \tau=1, \dots, \Theta \\ x_{it}, I_{it}, E_{it} &\geq 0 \text{ e inteiros}, & i=1, \dots, M, t=1, \dots, T \\ y_{j\tau}^e &\geq 0 \text{ e inteiros}, & j=1, \dots, N^e, e=1, \dots, S, \tau=1, \dots, \Theta \\ z_{j\tau}^e &\in \{0,1\}, & j=1, \dots, N^e, e=1, \dots, S, \tau=1, \dots, \Theta \end{aligned}$$

### Conclusões

Modelar e resolver o problema acoplado (PDL e PCE), apesar das dificuldades apresentadas, pode trazer resultados importantes e significativos à indústria de móveis, neste cenário de concorrência cada vez mais acirrada. Além disso, a utilização da técnica simulação-otimização permite que este problema seja estudado e analisado de forma mais completa, pois a aleatoriedade existente nos parâmetros do processo produtivo passa a ser considerada.

### Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo apoio financeiro.

[1] Ghidini, C. T. L. (2008). Otimização de processos acoplados: programação da produção e corte de estoque. Tese de doutorado. ICMC-USP.