

## Material Requirement Planning Using the Economic Order Quantity Model: An Application in a Perfumery and Cosmetics Company

Henrique Leodoro Paiva<sup>1</sup>, Marcelo Carneiro Gonçalves<sup>2</sup>, Viviane Cristhyane Bini Conte<sup>3</sup>,  
Paula Fernanda Gomes Vieira<sup>4</sup>, Raimundo José Borges de Sampaio<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro de Produção, Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas na Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. Brasil.

<sup>2</sup>Engenheiro de Produção, Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas na Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. Brasil.

<sup>3</sup>Dr. Professor Titular. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

<sup>4</sup>Matemática, Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas na Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. Brasil.

<sup>5</sup>Dr. Professor Titular. Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR.

Email: [henrique.paiva@pucpr.edu.br](mailto:henrique.paiva@pucpr.edu.br), [marcelo.ccbn@hotmail.com](mailto:marcelo.ccbn@hotmail.com), [vcbini@uol.com.br](mailto:vcbini@uol.com.br), [paulafernandagv@gmail.com](mailto:paulafernandagv@gmail.com), [raimundo.sampaio@pucpr.br](mailto:raimundo.sampaio@pucpr.br)

### ABSTRACT

**Received:** July 29<sup>th</sup>, 2018.

**Accepted:** August 01<sup>th</sup>, 2018.

**Published:** September 30<sup>th</sup>, 2018.

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Due to increasing competition and customers Requirement, in general the business decisions involve Questions related to cost reduction and optimization in Production planning. In this context, it will be approach The model - Economic Order Quantity (EOQ). Use of this Model is already common in various cases, however, in Most, this method is not incorporated into the material Requirement planning (MRP). The article aims to analyze The feasibility of reducing associated costs with Modeling the problem by applying the EOQ concepts in MRP in a company of perfumery and cosmetics, in order to Compare the results between the current batch policy with the policy based in eoq model. For it, it was extracted the demand and costs information from the corporate Management system (ERP) of the organization. The Application of EOQ found the optimum amount of orders, which was proposed in both cases, the first considering the optimum value calculated and the second suggesting adaptations in order quantities. As a result, it was possible to reduce total costs comparing to the method practiced By the company.

**Keywords:** Production Planning, Economic Order Quantity (EOQ), Material Requirement Planning (MRP), Perfumery and Cosmetics

## Planejamento de Necessidades Materiais Utilizando o Modelo de Lote Econômico: Uma Aplicação em uma Empresa de Perfumaria e Cosméticos

### REESUMO

Com o ambiente de negócios competitivo e complexo, boa parte das decisões das empresas envolvem questões sobre redução de custos e otimização no planejamento da produção. Nesse contexto, insere-se o modelo de lote econômico – Economic Order Quantity (eoq). A utilização deste modelo já é comum em empresas de diversos setores, entretanto, em sua maioria, a abordagem deste método não é incorporada ao Planejamento de Necessidades Materiais (MRP). O artigo objetiva analisar a viabilidade de redução de custos associados à modelagem do problema por meio da aplicação dos conceitos de EOQ no MRP em uma empresa do ramo de perfumaria e cosméticos, de modo a comparar os resultados entre a política de lote atual com os baseados no modelo EOQ. Para isso foram extraídos as informações de demanda e custos provenientes do sistema de gerenciamento empresarial (ERP) da organização. A aplicação do EOQ encontrou a quantidade ótima de pedidos, que foi proposta em dois casos, o primeiro considerando o valor ótimo calculado e o segundo sugerindo adaptações nas quantidades de pedidos. Como resultado, foi possível reduzir os custos totais associados em relação ao método praticado pela empresa.

**Palavras-Chave:** Planejamento da produção, Modelo de Lote Econômico (EOQ), Planejamento das necessidades de Materiais (MRP), Perfumaria e Cosméticos.

## I INTRODUÇÃO

O estudo no gerenciamento de operações que utiliza conceito de modelos matemáticos sempre teve uma abordagem mais centralizada no gerenciamento de fábrica, e dentro deste escopo o controle de estoque foi o que mais produziu insights e sugestões para novos estudos e abordagens, seja devida sua aplicabilidade, seja devido aos custos associados que podem ser minimizados. Modelos para tratar problemas de estoques são encontrados desde a década de 1910, sendo ainda muito citado por diversos autores. Um exemplo é o Modelo de lote econômico – Economic Order Quantity (EOQ).

A utilização do Modelo de lote econômico (EOQ) é muito comum em empresas de diversos setores, porém, na maioria dos casos, este conceito não é incorporado ao Planejamento de Necessidades Materiais – Material Requirements Planning (MRP). Na modelagem de problemas por meio do MRP assume-se que qualquer tamanho de lote é factível e economicamente viável, o que de fato não pode ser comprovado, já que o MRP não incorpora custos em sua modelagem. Desta forma não é possível estimar se o resultado fornecido é ou não ótimo.

De acordo com esse contexto, o objetivo geral deste artigo foi de analisar a viabilidade de redução de custos associados à modelagem do problema por meio da aplicação dos conceitos de EOQ no MRP em uma empresa do ramo de perfumaria e cosméticos, de modo a comparar os resultados atuais com os resultados baseados no modelo de lote econômico (EOQ).

O estudo também avaliará o comportamento dos custos associados quando há uma variação no tamanho do lote ótimo, visto que muitas vezes, o resultado inicial não pode ser aplicado. Além disso, a análise demonstrará qual é o impacto em custos quando o tamanho do lote é definido com valores maiores de que seu valor ótimo.

Previamente pode-se afirmar que o uso desta proposta reduziu significativamente os custos relacionados a estoques e a setup e proporcionou um planejamento de produção simplificado, fatos estes que justificaram o desenvolvimento da pesquisa bem como se tornou uma proposta de trabalho promissora para os tomadores de decisão.

Esse artigo está estruturado da seguinte forma: A seção 1 contempla a introdução a qual é contextualizado o problema; A seção 2 apresenta a metodologia de pesquisa; A seção 3 apresenta a revisão bibliográfica pertinente à pesquisa – MRP e EOQ; A seção 4 contempla os resultados; A seção 5 apresenta as considerações finais da pesquisa de forma sucinta e coerente e por fim são citadas as referências.

## II METODOLOGIA DA PESQUISA

Inicialmente, serão apresentados os conceitos da modelagem via MRP e via EOQ, de maneira a compreender como ambos podem ser integrados. Em seguida, o resultado atual da empresa será apresentado e analisado. Os dados foram extraídos do SAP R/3, sistema que é utilizado como ferramenta para o planejamento da produção. O sistema SAP é um sistema de gestão empresarial (ERP) transaccional, que contempla a empresa

como um todo a partir de módulos destinados a cada área específica.

A pesquisa é teórica e aplicada, pois se trata de explicitar um modelo básico já conhecido, estender esse modelo para incorporar novas exigências de natureza prática, e finalmente aplicar o modelo resultante em situações da realidade do chão de fábrica.

A abordagem utilizada é quantitativa [1], os resultados numéricos serão explicitados analiticamente, e os experimentos numéricos serão apresentados em tabelas com as devidas observações ao longo do desenvolvimento do trabalho.

## III REFERENCIAL TEÓRICO

### III.1 PLANEJAMENTO DE NECESSIDADES DE MATERIAIS (MRP)

Para [2] o Planejamento de necessidades materiais (MRP) é um sistema computadorizado que toma o Programa mestre da produção (MPS) como um dado, explode-o na quantidade necessária para cada semana do horizonte de planejamento, reduzindo pela comparação com os respectivos estoques ou recebimentos, desenvolvendo assim um programa de pedidos.

O MRP possui três principais entradas: MPS; Informações de estoques e a lista de materiais (BOM) [3]. O MPS descreve qual produto final deve ser entregue, mais especificamente, a quantidade e quando necessita estar disponível. Informações de estoques referem-se à quantidade de componentes e materiais disponíveis para uso naquele período projetado. A BOM traz a estrutura hierárquica do produto final, indicando a quantidade e onde cada componente é inserido.

O funcionamento que existe por trás do MRP é definido por vários autores como a lógica que nele ocorre. [3] define que o propósito da lógica do MRP é tentar responder a questão: “O que precisamos e quando?”. De modo a considerar esta pergunta, o objetivo é tratar o processo sistematicamente, determinando planos de compras e fabricação a partir das necessidades líquidas. Esta mecânica se dá por sequencias de passos, chamados: Explosão; Ajuste da rede; Lead time e tamanho do lote. Explosão refere-se ao cálculo das necessidades brutas dos componentes de nível abaixo, de acordo com a estrutura do produto. Ajuste da rede é reconhecido assim, pois leva em conta o estoque inicial e os recebimentos programados atualizando em confrontos com as necessidades brutas. Lead time é o tempo que leva para os lançamentos das ordens gerarem a disponibilidade do componente e tamanho do lote está acordado com a quantidade ideal para as aquisições, este pode gerar aumento do estoque médio.

[4] explica que a lógica do MRP é usar a estrutura do produto e o lead time para determinar quando as ordens de fabricação e compras devem ser liberadas para que a obtenção do material respeite a necessidade da produção.

Determinado a quantidade e quando os pedidos de compras e fabricação serão lançados, conclui-se que, a partir das informações do MPS, BOM e informações de estoques é possível deduzir o que e quando precisamos planejar. Através da Figura 2 é possível entender a essência da estrutura, o núcleo do MRP [3].

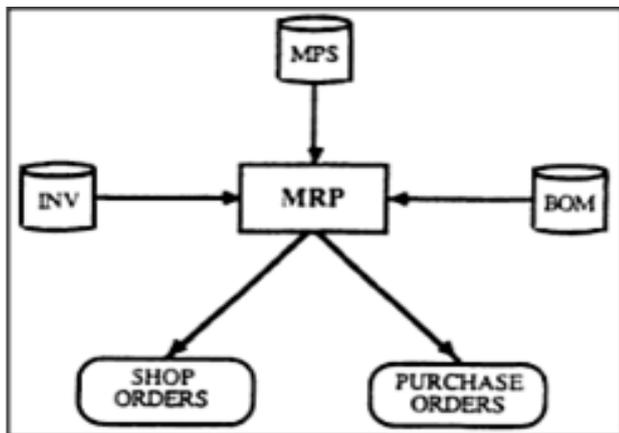


Figura 1: O núcleo do MRP.

Fonte: [3].

As saídas do MRP são definidas por [4] como: Cronogramas de liberação de pedidos e produção – específica à quantidade e a data de futuros pedidos; Liberação de pedidos – que permite compra / fabricação de componentes; Alterações de relatórios – destacando as mudanças do planejamento de compra / fabricação e Relatórios de carga – indicador da quantidade de recurso a utilizar.

[2] afirma que “as saídas dos sistemas MRP fornecem dinamicamente o programa de materiais para o futuro – quantidade de cada material necessária em cada período de tempo para sustentar o MPS.”.

Ao analisar os benefícios que o MRP traz à manufatura, notamos que o mesmo é recomendado para empresas que processam produtos complexos, com lead times extensos, em produção de múltiplas etapas, pois o planejamento de estoque e produção, nestes casos, concentra maiores dificuldades. É válido orientar que ao implantar o sistema, a acuracidade dos dados deve se manter coerente da melhor maneira possível com a realidade do ambiente de produção, caso contrário, o investimento feito não trará os resultados esperados. [4] destaca alguns dos benefícios, baixo nível de estoques, especialmente àqueles em processo, a localização rápida do material e além de ser um método para entender a capacidade de produção, sendo possível identificar o aumento em curto prazo e realocação da produção.

Em qualquer tratativa o que ocorre dentro do MRP é busca pela solução viável, independente da proximidade com o valor objetivo ótimo, aquele que traria o maior lucro à empresa.

### III.2 LOTE ECONÔMICO (EOQ)

O problema básico que existe por traz deste modelo é a definição da quantidade ideal para comprar / produzir de cada vez. Um exemplo são empresas que utilizam equipamentos auxiliares e geralmente o interesse destas empresas é comprar o mínimo possível destes equipamentos. Porém, os fornecedores incorrem em mais custos quando produzem menos, já que será necessário realizar mais “setups”, custo associado em preparar o chão de fábrica para atender a produção do produto em questão, desta forma, para os fornecedores é interessante entregar o máximo de equipamentos possíveis por vez. Ou seja, o

balanceamento destes interesses é o que Ford W. Harris (1913) abordou quando iniciou seus estudos para controle de estoques [5].

Harris definiu o custo de setup de duas formas, o primeiro, para o chão de fábrica, como a soma de custos com mão de obra e materiais para preparar as estações de trabalho para o produto em questão. E o segundo caso, quando relacionamos a compras, como o custo de realizar um pedido.

Basicamente, o modelo de Harris (1913) é designado para tratar o seguinte *tradeoff*, lotes maiores reduzem os custos com setup, por exige menos alterações, enquanto lotes menores reduzem os estoques já que os produtos são consumidos mais rapidamente [6]. O EOQ tem como objetivo balancear estes dois aspectos [7].

Na figura 2, demonstra-se a sistemática do EOQ – No eixo vertical o inventário e no eixo horizontal o tempo no modelo:

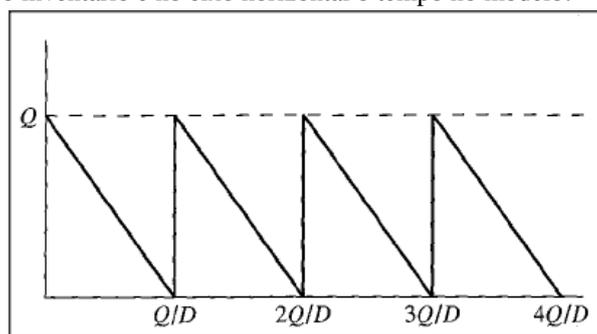


Figura 2: Modelo EOQ.

Fonte: [7].

Para [7] o EOQ é baseado em algumas premissas:

- A produção é instantânea (não há restrição de capacidade, e todo o lote é produzido simultaneamente);
- A entrega é imediata (não há tempo entre a produção e a disponibilização dos produtos para atender à demanda);
- A demanda é determinística (não há incertezas sobre a quantidade ou momento da demanda);
- A demanda é constante ao longo do tempo;
- A produção incorre em um custo de setup fixo (independente do tamanho do lote ou do status da fábrica);
- Produtos devem ser analisados individualmente.

Notações do modelo:

- $D$  = taxa de demanda (un. / un. de tempo);
- $c$  = custo unitário de produção (\$ / un.);
- $A$  = Custo fixo de setup para Pedido / Produção de um lote (\$);
- $h$  = Custo de estoque (\$ / un. / un. tempo);
- $Q$  = Tamanho do lote (un.) - Variável de decisão.

Considerando que as premissas levam em conta uma demanda constante e determinística, um pedido é realizado toda vez que o estoque zero é atingido – exibido na Figura 2, resultando em um estoque médio de  $\frac{Q}{2}$ , o custo associado a este estoque é dado por  $h\frac{Q}{2}$ . O custo de setup é  $A$ , por consequência  $A\frac{D}{Q}$ . Desta forma, a fórmula que representa os custos deste modelo é dada por:

$$Y(Q) = \frac{hQ}{2} + \frac{AD}{Q} + cD \quad (1)$$

Minimizando a função  $Y(Q)$  o modelo EOQ, que fornece o valor ótimo de tamanho de lote ( $Q^*$ ) é determinado por:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (2)$$

Onde  $Q^*$  é o tamanho do lote econômico (em unidades),  $D$  é a demanda (em unidades),  $A$  é o custo fixo de setup e  $h$  é o custo de estoque.

#### IV RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados referentes ao ano de 2014 da empresa de perfumaria e cosméticos. A primeira linha ( $D_t$ ) representa a demanda mensal em unidades de produtos acabados, a segunda linha ( $c_t$ ) representa o custo unitário de produção, a terceira linha ( $A_t$ ) representa o custo fixo de setup e última linha ( $h_t$ ) representa o custo de inventário.

Tabela 1: Dados de Demanda, Custos Unitários de Produção e Setup da Empresa.

	Períodos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D_t$	6.757	8.816	12.766	13.423	19.249	27.429	13.165	13.459	12.605	19.119	19.565	15.077
$c_t$	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23
$A_t$	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667
$h_t$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Autor, (2018).

A tabela 2 apresenta o resultado da política de lotes utilizada pela empresa.

Tabela 2: Política de lote atual.

	Política de lotes atual										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$D_t$	6.757	8.816	12.766	13.423	19.249	27.429	13.165	13.459	12.605	19.119	19.565
Recebimento	10.000	10.000	10.000	10.000	20.000	20.000	20.000	10.000	10.000	20.000	20.000
Estoque projetado	3.243	4.427	1.661	8.238	8.989	1.560	8.395	4.936	2.331	3.212	3.647

Fonte: Autor, (2018).

Com base na política de lotes atual, ao final do horizonte de planejamento, há um descarte de 8570 unidades.

Na fórmula utilizada para calcular o EOQ os valores considerados para o cálculo foram os seguintes: a demanda ( $D$ ) de 181.430 unidades ao ano, o custo de setup de ( $A$ ) é de \$16.667,00 e de estoque (considerando os doze meses) é de \$12,00 por unidade a cada mês.

Aplicando a fórmula do EOQ, apresentada na equação 2, anteriormente.

Obtêm-se o valor de 22450 unidades, a quantidade de pedidos é dada por  $\frac{D}{Q}$ , ou seja, 8,08 pedidos. Para facilitar a visualização, 8 pedidos foram representados na tabela abaixo, no entanto, no último período, faltaram 1830 unidades para atender a

demanda total anual.

Se fosse realizado mais um pedido de 22.450 unidades, haveria ao final do horizonte de planejamento um residual de 20620, adicionando o custo de descarte.

Tabela 3: Modelo EOQ aplicado - Caso 1.

	EOQ = 22450											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
$D_t$	6.757	8.816	12.766	13.423	19.249	27.429	13.165	13.459	12.605	19.119	19.565	15
Recebimento	22.450	0	22.450	0	22.450	22.450	22.450	22.450	0	22.450	22.450	
Estoque projetado	15.693	6.877	16.561	3.138	6.339	1.360	10.645	19.636	7.031	10.362	13.247	-1

Fonte: Autor, (2015).

O trabalho recomenda a análise inicial do problema da forma que foi demonstrada na Tabela 3. Porém, quando temos um caso como este – desvio negativo ao final do horizonte de planejamento, o que é comum no cálculo do EOQ, é recomendado alterar o valor do tamanho do lote da seguinte forma:

Considerando que foram realizados 8 pedidos e houve uma falta de 1830 unidades, é necessário elevar o tamanho do lote para 22679 unidades, 229 unidades para cada pedido ao longo do horizonte de planejamento.

Segue abaixo o resultado considerando esta alteração no tamanho do lote:

Tabela 4: Modelo EOQ aplicado - Caso 2.

	EOQ = 22679										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$D_t$	6.757	8.816	12.766	13.423	19.249	27.429	13.165	13.459	12.605	19.119	19.565
Recebimento	22.679	0	22.679	0	22.679	22.679	22.679	22.679	0	22.679	22.679
Estoque projetado	15.922	7.106	17.019	3.596	7.026	2.276	11.790	21.010	8.405	11.965	15.079

Fonte: Autor, (2018).

Neste caso, apenas 2 unidades deverão ser descartadas ao final do horizonte de planejamento.

Utilizando a fórmula para cálculo dos custos envolvidos, obtêm-se:

$$Y(Q) = \frac{hQ}{2} + \frac{AD}{Q} + cD \quad (3)$$

Tabela 5: Resultado Comparativo.

	Atual	Caso 1	Caso 2
Tamanho do lote ( $Q^*$ )	15833	22450	22679
Número de pedidos	12	8,082	8,000
Custos com Estoque	R\$ 94.998,00	\$ 134.700,00	\$ 136.074,00
Custos com Pedidos	R\$ 200.004,00	\$ 134.694,60	\$ 133.334,53
Custos com Descarte	R\$ 19.111,10	\$ 4.080,90	\$ 4,46
Total	\$ 314.113,10	\$ 273.475,50	\$ 269.412,99
Redução		12,9%	14,2%

Fonte: Autor (2018)

#### V CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização generalizada do conceito MRP, seja devida sua simplicidade e sua aplicabilidade, necessita constantemente de métodos auxiliares para aperfeiçoar sua modelagem. No caso prático, a quantidade de produtos acabados que é descartado ao final do horizonte de planejamento correspondia a 8750 unidades, gerando um custo adicional estimado em \$19.111,10. Depois de

aplicado o conceito EOQ, os custos com estoque e setup foram otimizados, porém algumas adaptações foram sugeridas. Se um pedido adicional fosse realizado, haveria uma sobra de 20620 unidades, um custo adicional estimado em \$45.982,60. Para efeito de demonstração da correção, não foi exibido este novo pedido, e sim uma falta de 1830 unidades, ao distribuir esta quantidade ao longo do horizonte de planejamento e recalculando o MRP, apenas 2 unidades foram descartadas.

Mesmo aumentando o tamanho do lote em 229 unidades, os custos associados foram menores, de \$ 273.475,50 Caso 1 da Tabela 5 para \$ 269.412,99 Caso 2 da Tabela 5. Em termos de percentuais, em relação ao estado atual, houve uma redução de 12,9% no Caso 1 e de 14,2% no Caso 2. Em suma, o presente trabalho apresenta para os tomadores de decisão uma abordagem antiga de modelagem para controle de estoques aplicado ao MRP. Sugerindo um método de correção da solução inicial dada pelo EOQ, o planejamento de produção foi simplificado, e ainda reduziu significativamente os custos associados.

## VI REFERENCIAS

- [1] GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [2] GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Thomson, 2002. 598 p.
- [3] BAKER, K.R. **Requirements Planning**. In: GRAVES, S. C.; RINNOOY KAN, A. H. G.; ZIPKIN, Paul Herbert. *Logistics of production and inventory*. North-Holland, 1993. cap 11, 760 p.
- [4] M. MARTINICH, Joseph Stanislaus. **Production and operations management: an applied modern approach**. New York: J. Wiley & Sons, c1997. 875, [36] p.
- [5] CHANG, L. F., S. M. SU; S. D. LIN, “Optimal inventory policy of production management: A present value framework”, *Engineering*, Vol. 5, Nº 6, pp. 556-560 -2013.
- [6] CHACKELSON, C., A. ERRASTI, D. CIPRÉS e F. LAHOZ, “Evaluating order picking performance trade-offs by configuring main operating strategies in a retail distributor: A Design of Experiments approach”, *International Journal of Production Research*, Vol. 51, Nº 20, pp. 6097-6109 - 2013.
- [7] HOPP, W.J.; SPEARMAN, M.L. *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*, Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2001.