

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO, ESTUDOS DE PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

André Clementino de Oliveira Santos

Universidade do Estado Pará – UEPA. Travessa Enéas Pinheiro, 2626. Belém – Pará

Israel Oliveira Rocha

Universidade do Estado do Pará – UEPA. Travessa Enéas Pinheiro, 2626. Belém – Pará

José Eduardo Vieira Camorim

Universidade do Estado do Pará – UEPA. Travessa Enéas Pinheiro, 2626. Belém – Pará

Rodrigo Felipe Batalha Sabá

Universidade do Estado do Pará – UEPA. Travessa Enéas Pinheiro, 2626. Belém – Pará

Abstract: This work is result of a research applied into a brand industry, whose the objective has establish the economic lot of production (ELP) and develop the scheduling of machine responsible for the productive process. Thereafter analyse information about the process determined the lots of production and elaborated a scheduling of production order's, searching for reduce the idle time machine's and delay in the delivery of petition.

Keywords: economic lot of production; scheduling; abstract cycle mean stock

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho visa analisar o desempenho produtivo de uma indústria alimentícia, buscando soluções para a atual falta de planejamento do processo produtivo, determinando o lote econômico de produção (LEP) e o melhor seqüenciamento das máquinas referentes a uma determinada *família*, escolhida através da *curva ABC*.

Segundo CONTADOR (1998),

sistema de programação e controle da produção é um sistema complexo constituído por um conjunto de funções inter-relacionadas que objetiva comandar o processo produtivo e os serviços correlatos e coordená-los entre si e com os demais setores da empresa, e dos fornecedores.

Desta forma o trabalho avaliou e diagnosticou os problemas referentes à programação e controle da produção, baseando-se na citação acima, basicamente.

Em função de uma série de fatores, alguns os quais citados anteriormente, o trabalho de determinação do LEP – Lote Econômico de Produção e o seqüenciamento de máquinas exigiu um dispêndio de tempo além do usual, devido, principalmente, ao fato da empresa em questão apresentar uma grande diversidade de produtos, o que ocasionava a imprecisão dos dados, haja vista que existe um conhecimento pouco aprofundado no que diz respeito as técnicas de controle da produção.

Dessa maneira, na tentativa de suplantar as necessidades inerentes ao processo produtivo, limitando-se ao cálculo do lote ótimo e a programação da produção, foram identificados os seguintes problemas:

1. A indústria não apresenta nenhuma referência técnica na determinação do lote de produção considerado ótimo (LEP).
2. Não existem quaisquer procedimentos de seqüenciamento das máquinas existentes no chão da fábrica.

Em função disso, surge a necessidade de procurar respostas a essas questões, pois permitem que se escolha as melhores opções de produção em relação aos custos envolvidos e às restrições pertinentes ao processo. Ainda, em relação ao seqüenciamento, não podemos deixar de citar FRANÇA (1999) “programação está relacionado aos problemas de produção que trata da designação eficiente do tempo disponível de determinados recursos (máquinas, processadores) usados para executar um conjunto de tarefas”.

Daí surgem os objetivos deste trabalho:

1. Determinar o Lote Econômico de Produção, minimizando assim o uso de matéria-prima e evitando o dispêndio de capital o qual poderia ser utilizado em outros investimentos.
2. Fazer o seqüenciamento das máquinas referentes à família previamente escolhida, adotando um modelo de algoritmo que atenda as necessidades de programação da produção da empresa.

2 – DETERMINAÇÃO DO LEP E SEQÜENCIAÇÃO DA PRODUÇÃO

2.1 – CLASSIFICAÇÃO ABC

O primeiro passo para o cálculo do Lote Econômico de Produção (LEP), foi através da curva ABC, onde se verifica, de uma forma mais eficiente, a família dos produtos mais vendidos. Classificação ABC segundo GIANESI (2000), “é uma forma de classificarmos todos os itens de estoque de determinado sistema de operações em três grupos, baseados em seu valor total anual de uso”. Assim pretendemos encontrar grupos (famílias), neste caso de produtos, onde diversos sistemas de controle de estoques se tornarão mais apropriados, no intuito de se ter um sistema total melhor financeiramente.

Como pode-se observar através da citação acima, é essencial para a determinação da curva ABC os valores financeiros de venda dos produtos a serem analisados, entretanto, neste caso em questão, far-se-á uma classificação ABC em função de unidades vendidas, até porque os produtos apresentam constância de preços, viabilizando esta maneira de trabalhar. Como a curva ABC depende dos valores financeiros dos produtos, este segue:

Quadro 1 – Demanda dos produtos classificados por família, em unidades vendidas

FAMÍLIA	DEMANDA X VALOR FINANCEIRO
Condimentos	114633
Confeitaria	98707
Cereais	68812
Bolo	47067
Mercearia	45341
Especiarias	33509
Alimento p/ pássaro	27781
Farináceos	26546
Molhos	10821
Conservas	1093

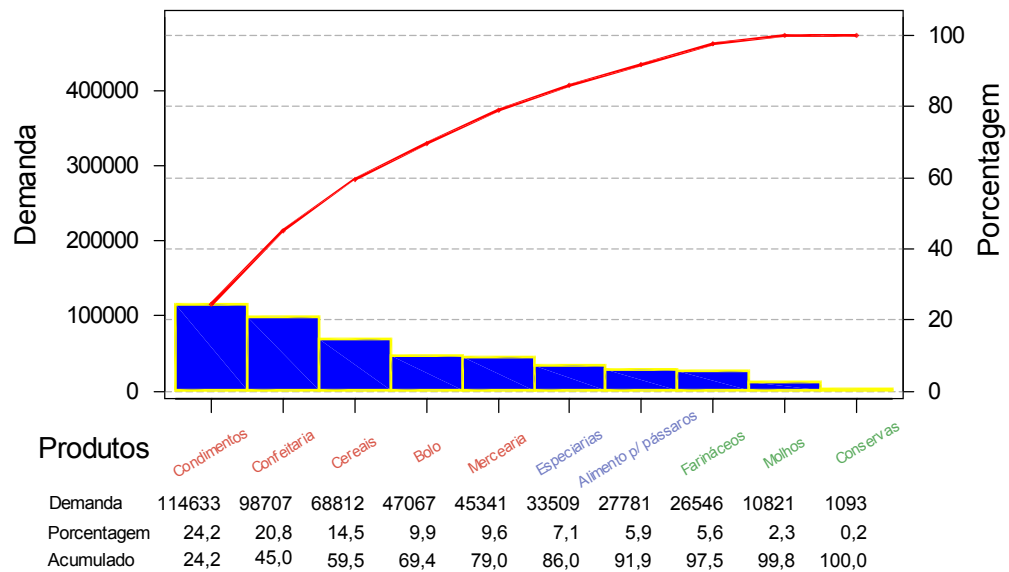


Figura 1 – Curva ABC, as cores vermelho, azul e verde indicam os produtos de classificação A, B e C, nesta seqüência

Através desse gráfico, observa-se que a família dos produtos mais vendidos são: condimentos, confeitaria, cereais, bolo e mercearia, o que levaria a fazer os estudos em cima da família dos produtos que se encontram em primeiro lugar na classificação ABC. Entretanto, nas três primeiras famílias observa-se uma grande diferença de quantidades de produção, como, por exemplo, na família da *Mercearia* encontra-se o produto mais vendido da empresa, o Azeite de Dendê Mariza 200 ml - 26904 unidades, e isso levaria a realizar o restante deste estudo nos produtos pertencentes a mesma, mas, enquanto o Azeite de Dendê é vendido em caixas com 20 unidades, o Café em pó Mariza 100g é vendido em caixas com 50 unidades, e esta dessemelhança, observada em todos os produtos consequentes, inviabiliza completamente o cálculo do LEP, que para ser calculado necessita de igualdade nas quantidades produtivas, consequentemente inviabilizando o sequenciamento desta linha de produção.

Em função desses entraves para o cálculo do LEP, encontrados nas famílias dos produtos mais vendidos, teríamos de escolher uma família cuja unidade de produção fosse a mesma para grande parte, ou todos os produtos pertencentes a esta, baseando-se neste princípio, foi escolhida a família dos *Bolos*, a qual apresentara homogeneidade nas unidades de produção, e se tratava de uma família com grande importância financeira para a empresa, estando classificada como item de classe A. A seguir encontra-se uma tabela com os produtos mais vendidos dentro da família escolhida.

Quadro 2 – Demanda dos Bolos, em unidades vendidas

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	DEMANDA	UNIDADE
Bolo de macaxeira 480 g	10350	cx c/ 12 und
Bolo de chocolate 480 g	9111	cx c/ 12 und
Bolo sabor laranja 480 g	6203	cx c/ 12 und
Bolo sabor coco 480 g	5251	cx c/ 12 und
Chocolate p/ bolo em caixa 200 g	5300	cx c/ 12 und
Bolo sabor abacaxi 480 g	3671	cx c/ 12 und
Bolo sabor baunilha 480 g	3645	cx c/ 12 und
Bolo sabor fubá 480 g	3536	cx c/ 12 und

Após escolhida a família de produtos a ser trabalhada, o próximo passo era a determinação do LEP, através do histórico da produção desses produtos, cujo as principais variáveis consideradas serão apresentadas a seguir.

2.2 - CÁLCULO DO LOTE ECONÔMICO DE PRODUÇÃO

Para CONTADOR (1998), o LEP “procura determinar a quantidade a ser produzida ou comprada em cada ordem de forma reduzir o custo total, composto pelo custo de aquisição da ordem e pelo custo associado à existência de estoque”. Em consequência disso, considerou-se que, para uma demanda constante não importa tendência, sazonalidade e incertezas; a reposição é imediata, e é desconsiderado o tempo de *setup* de produção.

Antes da determinação do LEP, deve-se calcular o K_f da família (quadro 3). As variáveis necessárias para o cálculo do K_f são:

$E \rightarrow$ *Estoque médio anual da família*

$D \rightarrow$ *Demanda anual de cada produto*

$P \rightarrow$ *Taxa de produção total da máquina*

Em função disso tem-se:

$$K_f = \frac{E \times 2P}{\sum_i^n \sqrt{D_i(P - D_i)}}$$

Quadro 3 – Dados da Produção

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	DEMANDA (D)	TAXA DE PRODUÇÃO (P)	ESTOQUE (E)
Bolo de macaxeira 480 g	11566	58764	305,6
Bolo de chocolate 480 g	10328	64491	302,4
Bolo sabor laranja 480 g	7420	63744	229,2
Bolo sabor coco 480 g	6469	63744	197,6
Chocolate p/ bolo em caixa 200 g	6282	181770	321,8
Bolo sabor abacaxi 480 g	4889	63993	242,6
Bolo sabor baunilha 480 g	4862	51294	191,5
Bolo sabor fubá 480 g	4754	63495	173,3
	Média	76412	Σ 1964

É válido lembrar que o item chocolate em pó para bolo em caixa de 200g, é vendido usualmente em caixas de 24 unidades, em consequência disso foi necessário transformar este item para caixa com 12 unidades multiplicando os valores encontrados de *Demanda*, *Estoque* e *Taxa de Produção* por dois (2 x P). Esta foi uma forma encontrada para poder trabalhar com uma família que apresentasse constância das quantidades de produção, essencial para o cálculo do LEP, e consequentemente do K_f .

A seguir o K_f :

Quadro 4 - K_f da família

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	$D_i (P-D_i)$	Raiz [$D_i(P-D_i)$]	K_f
Bolo de macaxeira 480 g	750007390,3	27386,2628	1722,941588
Bolo de chocolate 480 g	682514261	26124,97389	1722,941588
Bolo sabor laranja 480 g	511919712,5	22625,64281	1722,941588
Bolo sabor coco 480 g	452460458,4	21271,11794	1722,941588
Chocolate p/ bolo em caixa 200 g	440555874,8	20989,42293	1722,941588
Bolo sabor abacaxi 480 g	349675335,9	18699,60791	1722,941588
Bolo sabor baunilha 480 g	347875492,3	18651,42065	1722,941588
Bolo sabor fubá 480 g	340661537,8	18457,01866	1722,941588
		Σ 174205,4676	

Após calcular o K_f da família, partiu-se então para o cálculo do LEP, levando em conta as mesmas variáveis do K_f .

$$LEP = K_f \times \sqrt{\frac{D_i}{P - D_i}}$$

A seguir, o LEP mensal para cada produto:

Quadro 5 – LEP dos Produtos

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	$D_i/(P-D_i)$	Raiz [$D_i/(P-D_i)$]	LEP
Bolo de macaxeira 480 g	0,178361384	0,422328526	728
Bolo de chocolate 480 g	0,156286235	0,395330539	681
Bolo sabor laranja 480 g	0,107548896	0,327946484	565
Bolo sabor coco 480 g	0,092489764	0,304121298	524
Chocolate p/ bolo em caixa 200 g	0,08957666	0,299293602	516
Bolo sabor abacaxi 480 g	0,068355753	0,261449332	450
Bolo sabor baunilha 480 g	0,067952599	0,260677194	449
Bolo sabor fubá 480 g	0,066343022	0,257571393	444

Esse valor mensal de LEP significa que toda vez quando o setor de produção de bolos da indústria entrar em funcionamento somente deverá parar quando este produzir um LEP, não importando o quanto irá demorar produzi-lo, se duas horas ou dois dias. Daí surge a importância de sequenciar a produção para evitar atrasos na entrega, priorizando assim o cliente, ou ociosidade das máquinas, visando dessa forma o processo produtivo.

Este valor de LEP apresenta algumas desvantagens dentre as quais:

1. A curva de custo total que determina o LEP é inelástica, variações no tamanho do lote em até 25% acarretam uma mínima ou nenhuma variação do custo.
2. O fornecedor é aliado do processo de determinação desse lote. Portanto a simples determinação do LEP pelo setor de produção de uma empresa em termos práticos pode não significar nada dependendo da capacidade de seus fornecedores.

Como os produtos objetos desse estudo não estão sujeitos a sazonalidades para a sua produção, essas definições apenas o reafirmam como referencia produtiva.

Após todos esses cálculos, faz-se necessário encontrar o Estoque Ciclo Médio Teórico (ECMT) de cada produto. Esta é a forma de saber se o estoque real apresentado ao longo do ano é ou não mais próximo ao ideal.

$$ECMT = K_f \times \frac{1}{2P} \times \sum_{LEP} \sqrt{D_i(P - D_i)}$$

Quadro 6 – Estoque Ciclo Médio Teórico

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	ECMT
Bolo de macaxeira 480 g	309
Bolo de chocolate 480 g	295
Bolo sabor laranja 480 g	255
Bolo sabor coco 480 g	240
Chocolate p/ bolo em caixa 200 g	237
Bolo sabor abacaxi 480 g	211
Bolo sabor baunilha 480 g	210
Bolo sabor fubá 480 g	208

Visualizar-se-á a relação entre o estoque real e o estoque ideal através do gráfico abaixo:

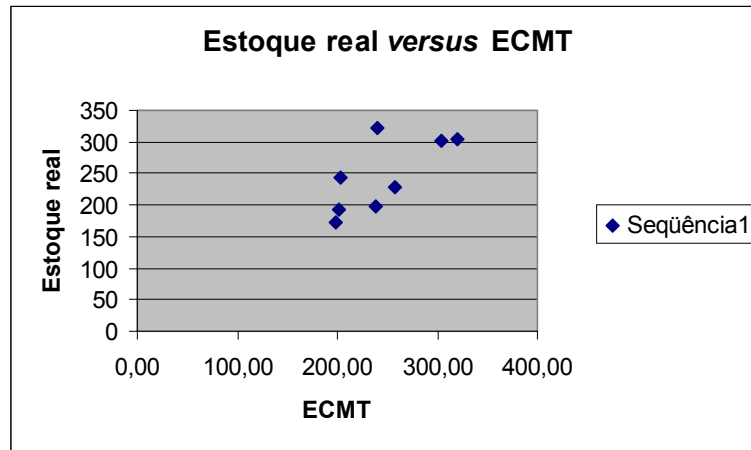


Figura 2 – Estoque real contra ECMT (em cx c/ 12 und)

Analisando o gráfico acima conclui-se que o estoque apresentado ao longo dos meses é bem próximo do ideal, representando um bom controle de estoque nesta empresa, ainda que sem utilizar de nenhum recurso técnico apropriado para essa condição.

2.3 - SEQÜENCIACÃO DAS MÁQUINAS

Uma importante função do gerenciamento do processo é a coordenação e o controle do complexo de atividades, incluindo otimização dos recursos alocados para a execução dessas atividades. O objetivo da programação da produção é assegurar o cumprimento dos prazos de entrega, o controle do nível de estoque em processo, o controle das filas de espera nos centros de produção, a prevenção dos gargalos de produção e a minimização do tempo ocioso dos recursos de produção.

Segundo SLACK (1996), “decisões devem ser tomadas sobre a ordem em que as tarefas serão executadas, essa atividade é denominada seqüenciamento”. Todo o trabalho de seqüenciamento da linha de produção será definido levando em consideração prioridades dadas às tarefas, de acordo com regras pré-estabelecidas que atendam as necessidades da indústria.

As regras comumente usadas são:

EDD → *Earlie due date* – Tempo de entrega mais cedo, este modelo procura minimizar um maior atraso, priorizando o cliente.

FCFS → *First Come, First served* – O primeiro que entra, o primeiro que sai. Prioriza ordem chegada.

SPT → *Shortest Process Time* – Tempo de processamento mais curto, este prioriza o processo, minimizando o tempo ocioso das máquinas.

Regra de Johnson → Segundo SLACK (1996), “se aplica a programação de n trabalhos em dois centros de trabalho”. Minimiza o tempo ocioso das máquinas, somente é aplicado para mais de duas máquinas.

Os tempos de cada máquina e operário serão considerados um só. Essa informação faz-se necessário para o seqüenciamento das tarefas que será feito a seguir.

Como a empresa procura minimizar os atrasos, porém sem deixar as máquinas ociosas, adotou-se o a regra de seqüenciamento SPT, com desempate pelo EDD, pois trabalhando dessa forma acredita-se que a empresa irá satisfazer seus clientes sem perder dinheiro com máquinas paradas. Explica-se isso através de SLACK (1996),

a maioria das operações, em certo momento, tornam-se limitadas por disponibilidade de caixa. Nessas situações, as regras de seqüenciamento podem ser ajustadas para atacar primeiro os trabalhos mais curtos. Esses trabalhos podem então ser faturados e os pagamentos recebidos para facilitar os

problemas de fluxo de caixa. Os trabalhos maiores, que tomam mais tempo, não permitirão que o negócio fature tão rapidamente. Isso tem um efeito no melhoramento do desempenho de entrega, se a unidade de medida da entrega é o número de trabalhos completados. Todavia, ela pode afetar adversamente a produtividade total e pode prejudicar consumidores maiores.

Para fazer a seqüenciação, foi preciso ter o tempo para produzir um LEP, logo:

Quadro 7 – Tempo para produzir o LEP mensal, em horas, de cada produto

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	TAREFA	TEMPO DE PROCESSAMENTO
Bolo de macaxeira 480g	Job1	24,67
Bolo de chocolate 480g	job2	21,03
Bolo sabor laranja 480g	job3	17,65
Bolo sabor coco 480g	job4	16,375
Chocolate p/ bolo em caixa 200g	job5	5,65
Bolo sabor abacaxi 480g	job6	14
Bolo sabor baunilha 480g	job7	17,43
Bolo sabor fubá 480g	job8	13,92

Segue-se enfim, o seqüenciamento da produção:

Quadro 8 – Seqüenciamento da produção pela regra do SPT

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	TAREFA	TEMPO DE PROCESSAMENTO
Chocolate p/ bolo em caixa 200 g	job5	5,65
Bolo sabor fubá 480 g	job8	13,92
Bolo sabor abacaxi 480 g	job6	14
Bolo sabor coco 480 g	job4	16,375
Bolo sabor baunilha 480 g	job7	17,43
Bolo sabor laranja 480 g	job3	17,65
Bolo de chocolate 480 g	job2	21,03
Bolo de macaxeira 480 g	Job1	24,67

Neste caso não houve a necessidade de utilizar a regra do EDD, visto que não houve empate nos tempos de processamento.

3 - CONCLUSÃO

No caso da indústria estudada, notou-se não haver, nenhum princípio de programação da produção nem qualquer embasamento técnico para o cálculo dos lotes a produzir, os quais são fabricados na “intuição” e estes problemas tem-se notado mais evidentes justamente no período de realização deste trabalho.

O LEP deve ser adotado como referência produtiva desde que acompanhada da regra de seqüenciação adequada às prioridades da empresa, o cliente ou o processo (máquinas).

Dentre algumas sugestões para a área de PCP, incluindo cálculo de lotes e seqüenciamento da produção, seguem-se as seguintes:

1. Adotar o LEP visando diminuir o tempo de *setup* das máquinas, pois este tem uma importância crucial para que se possa atender sem atrasos aos clientes, uma vez que, quando se diminui o tempo de setup, automaticamente aumenta a capacidade produtiva do processo.
2. Adotar o método de seqüenciação abordado neste trabalho para a programação da produção, de modo a atender as necessidades imediatas da empresa, priorizando o cliente e priorizando o processo produtivo.

4 - BIBLIOGRAFIA

- BRITO, Rodrigo G. F. A. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 2 ed. São Paulo: IMAM, 2000.
- CONTADOR, José C. et al. **Gestão de Operações**. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.
- FRANÇA, Paulo M. **Planejamento e Controle da Produção em Sistemas de Manufatura**. Jan. 1999. Disponível: <http://www.densis.fee.unicamp.br/~franca/tematico/welcome.html>. (capturado em 20 Nov 1997).
- GIANESI, Irineu G. N. et al. **Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II/ERP Conceitos, Uso e Implantação**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- MARTINS, Petrônio G. & LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 1999.
- LYNWOOD, Johnson A. MONTGOMERY, Douglas C. **Operations Research in production planning, scheduling, and inventory control**. 1 ed. New York: John Wiley & Sons, 1974.
- SALOMON, Valério A. P. **Planejamento e Controle da Produção**. Dez. 2000. Disponível: <http://polo01.feg.unesp.br/~salomon/ensino/pcp/>. (capturado em 20 Nov 2000).
- SANTOS, André C. de O. **Planejamento e Programação da Produção de Óleos Lubrificantes Visando Minimizar os Atrasos na Entrega dos Pedidos**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PUC, Rio de Janeiro.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1996.