

MAXIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E DOS RESULTADOS A PARTIR DA MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO E CONCEITOS ESTATÍSTICOS - UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA MINEIRA.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é identificar a melhor ordem de produção da empresa, bem como a quantidade ideal de fabricação do mix de produtos e ainda comparar o método adotado pela empresa e o proposto neste trabalho visando maximizar os resultados. Este estudo realiza-se numa Indústria Mineira, e visa responder: qual a melhor ordem de produção e a quantidade ideal de fabricação do mix de produtos? A metodologia é classificada como pesquisa bibliográfica, descritiva e quantitativa. Os resultados apresentam uma sequência de ordem de produção, quando há restrição de matéria-prima, para cada tipo de matéria prima: Polietileno e Polietileno Tereftalato. Quando há excesso de demanda, revelou-se que a ordem de produção é estabelecida apenas para os produtos que são confeccionados na mesma máquina, como é o caso das máquinas 1 e 2. Caso similar ocorre na existência de ociosidade. Utilizando-se de técnicas estatísticas, com 95% de confiança, encontrou-se a quantidade mínima mensal a ser produzida de cada produto em condições normais e ociosas. Para isto, deve-se considerar a demanda existente e o que há em estoque e ainda a ordem de produção definida anteriormente observando o fator limitante naquele momento. Na comparação entre os métodos, conclui-se que coincidentemente os dois apresentam a mesma idéia no momento, entretanto, não há dados suficientes para afirmar que vão permanecer sempre iguais.

Palavras-chave: Maximização dos resultados. Margem de contribuição pelo fator limitante. Ordem de produção.

1 INTRODUÇÃO

As empresas estão inseridas em um mercado extremamente competitivo, o que requer delas uma reavaliação de suas estratégias visando atender as necessidades do mercado. Para isso, o uso de procedimentos de controle e avaliação de desempenho das operações empresariais tem sido considerados como imprescindíveis à manutenção da competitividade das organizações (WERNKE, 2007).

No que tange as tomadas de decisões, a utilização de relatórios de avaliação de desempenho das diversas áreas da empresa e principalmente dos mix de produtos permite identificar os gargalos de produção e atendê-los de forma a atingir a maximização da lucratividade com a otimização de seus recursos, havendo, portanto, uma minimização das perdas durante o processo de produção e do estoque, e conseqüentemente dos custos.

Este estudo de caso é desenvolvido em uma Indústria de Embalagens Plásticas situada no Triângulo Mineiro que é responsável pela fabricação de frascos plásticos, utilizando para isto equipamentos e pessoal, conforme decidido pela empresa, de modo a evitar perdas de vendas. No entanto, percebe-se a variedade de frascos produzidos e a demanda que esta empresa possui, torna-se necessário decidir o que produzir, o quanto produzir e o que deve ser priorizado no processo de fabricação, pois existem fatores limitantes em qualquer sistema produtivo. A pergunta direcionadora deste estudo é: qual a melhor ordem de produção e a quantidade ideal de fabricação do mix de produtos?

A justificativa para tal é auxiliar a empresa na tomada de decisão e desenvolver um método de análise que a auxilie em seu processo gerencial. Logo, o objetivo principal desta pesquisa é investigar a melhor ordem de produção do mix de produtos ofertados pela empresa e ainda a quantidade ideal de produção de cada um dos produtos, considerando para isto o seu(s) fator(es) limitante(s) e a maximização de seu resultado medido pela margem de contribuição total.

Vale ressaltar que intrinsecamente os objetivos específicos são: identificar a Margem de Contribuição (MC) dos produtos da empresa segundo os fatores limitantes de produção horas-máquinas e matéria-prima; identificar a quantidade ideal a ser produzida de cada um dos produtos por meio de análise estatística; e por fim comparar o método de definição da ordem de produção e quantidade ideal de produção da empresa com o proposto neste trabalho.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma revisão teórica, a seção 3 tem-se os métodos empíricos utilizados no estudo; a seção 4 descreve os resultados obtidos e a seção 5 conclui o texto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Contabilidade de Custos, segundo Corrar, Cunha e Feitosa (2001), originou-se da necessidade de auxiliar a mensuração dos estoques e dos resultados. Com o passar dos anos e a evolução das empresas, ela, além de atender a necessidade que a originou, se tornou o ramo da contabilidade que se destina a produzir informações para os diversos níveis gerenciais de uma organização como auxílio às funções de determinação de desempenho, de planejamento e controle das operações e de tomada de decisões (LEONE, 2000a).

Para isto a Contabilidade de Custos coleta, classifica e registra os dados operacionais internos das diversas atividades da entidade, sendo estes dados monetários e/ou físicos, e algumas vezes coleta e organiza os dados externos. Em seguida, acumula, organiza, analisa e interpreta os dados operacionais, físicos e os indicadores combinados no sentido de produzir, para os diversos níveis de administração e de operação, relatórios com as informações de custos solicitadas, para atender as necessidades gerenciais.

Existem vários métodos de custeio que visam atingir estas necessidades, no entanto os mais lembrados são: o Custeio por Absorção e o Custeio Variável. O primeiro, segundo Padoveze (2004), é um critério legal e adotado pelas normas contábeis, e apropriada aos produtos todos os custos de produção, sendo estes diretos ou indiretos. No entanto, a inadequação de critérios de alocação dos custos indiretos fixos pelo custeio por absorção pode enviesar as informações de custo dos produtos, atribuindo responsabilidades indevidas, o que pode levar a decisões equivocadas. Considerando este fator e ainda a grande utilidade do conhecimento do custo variável e da margem de contribuição, surgiu o Custeio Variável (MARTINS, 2000 *apud* CORRAR, CUNHA E FEITOSA, 2001).

O Custeio Variável, segundo Martins (2008), Padoveze (2004) e Iudícibus (2006), aloca aos produtos somente os custos e despesas variáveis, ou seja, aqueles diretamente relacionados aos produtos, sendo os custos e despesas fixas considerados como despesas do período, indo diretamente para o resultado sem que haja seu rateio entre os produtos. Além disso, o mesmo é considerado apenas para fins gerenciais da empresa.

Desta forma, podemos citar como vantagens do custeio variável, segundo Padoveze (2004), p. 354:

- a) O custo dos produtos é mensurável objetivamente, pois não sofrerão processos arbitrários ou subjetivos de distribuição dos custos comuns;
- b) O lucro líquido não é afetado por mudanças de incremento ou diminuição de inventário;
- c) Os dados necessários para a análise das relações custo-volume-lucro são rapidamente obtidos do sistema de informação contábil;
- d) É mais fácil para os gerentes industriais entenderem o custeamento dos produtos sob o custeio direto, pois os dados são próximos da fábrica e de sua responsabilidade, possibilitando a correta avaliação de desempenho setorial;
- e) O custeamento direto é totalmente integrado com o custo-padrão e orçamento flexível, possibilitando o correto controle dos custos;
- f) O custeamento direto constitui um conceito de custeamento de inventário que corresponde diretamente com os dispêndios necessários para manufaturar os produtos;
- g) O custeamento direto possibilita mais clareza no planejamento do lucro e na tomada de decisões.

2.1 MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO E FATOR LIMITANTE

A Margem de Contribuição (MC), segundo Santos *et al* (2006), Martins (2008), Atkinson *et al* (2000) e Leone (2000b) é o resultado da diferença entre o preço de venda e os custos e despesas variáveis incorrido em cada produto, linha de produtos, serviços, processos, segmentos, enfim, a cada um dos objetos em que se pode dividir a atividade de uma empresa. Destina-se a mostrar o quanto sobrou da receita direta de vendas, depois de deduzidos os custos e as despesas variáveis de fabricação, para pagar (ou cobrir) os custos periódicos e gerar lucro no período (PADOVEZE, 2004; GARRISON, NOREEN, BREWER, 2007).

A Contribuição Marginal é um elemento significativo para decisões de curto prazo, como o exemplo citado por Porter (1999) em que a empresa deve decidir por aceitar ou não a proposta do contratante pelos serviços/atividades por ela ofertados. Seu uso rotineiro permite inúmeras análises objetivando a redução de custos, bem como políticas de incremento de quantidade de vendas e redução dos preços unitários de venda dos produtos. Além disso, ela analisa a rentabilidade e a importância de cada produto no mix de produção da entidade, sendo o produto de maior MC aquele que mais contribui com a empresa (PADOZEVE, 2004).

Em uma situação em que a empresa visa elevar seus resultados, mas defronta-se com uma limitação (escassez ou insuficiência) de seus recursos, seja ela matéria-prima e/ou horas de produção, geralmente surge por parte dos gestores o questionamento sobre quais os produtos deveriam ser produzidos e incentivados em suas vendas, e quais deveriam ser eliminados ou reduzidos da produção. De acordo com Iudícibus (2006), Martins (2008) e Megliorini (2001), nesta situação deve-se analisar a MC do produto segundo a limitação da capacidade produtiva. Vale ressaltar que "o produto de maior Margem de Contribuição, em condições normais, nem sempre continuará sendo o mais lucrativo em um contexto e limitação da capacidade produtiva" (CORRAR, CUNHA E FEITOSA, 2001).

Por fim, percebe-se que a partir da MC pelo fator limitante é possível a adoção de decisões compatíveis com os recursos disponíveis, que maximizam o resultado a partir do investimento em produtos que geram maior lucro.

2.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Segundo Martins (2008), a teoria das Restrições (*Theory of Constraints*) conhecida por TOC foi desenvolvida por Goldratt, e visa identificar as restrições (gargalos) dos sistemas produtivos para otimizar a produção nesses pontos, e conseqüentemente, maximizar o lucro da empresa. A restrição é qualquer coisa que limita um melhor desempenho de um sistema, como o elo mais fraco de uma corrente, ou, ainda, alguma coisa que a empresa não tem o suficiente, podendo ser física - mercado, fornecedor, máquinas, materiais, projeto, pessoas - ou política - normas, procedimentos, práticas, atitudes (REIS, 2004). É importante destacar, que toda empresa possui pelo menos uma restrição, visto que se não a tivesse os ganhos da organização seriam infinitos (GARRISON, NOREEN E BREWER, 2007).

A TOC apóia-se nos seguintes pressupostos principais:

- a) Todo sistema possui no mínimo um fator de restrição;
- b) O conhecimento do valor da margem de contribuição por unidade do fator limitante é mais importante que o conhecimento da margem de contribuição por unidade produzida;
- c) O custo de mão-de-obra direta é fixo, assim como são fixos todos os custos indiretos;
- d) Capacidade ociosa é desejável nos recursos que não representem restrições ou gargalos;
- e) Deve-se administrar o equilíbrio do fluxo do processo, não a capacidade dos recursos, etc. (MARTINS, 2008)

Segundo Goldratt e Cox (2002), existem cinco etapas para o processo decisório:

1. Identificar a(s) restrição(ões) do sistema;
2. Explorar a restrição do sistema: aproveitar ao máximo as limitações encontradas, otimizando seu uso;
3. Subordinar tudo à decisão acima: consiste em utilizar os recursos não restritivos na medida exata demandada pela forma empregada de exploração das restrições;
4. Elevar a restrição do sistema: acrescentar uma quantidade maior de recursos no sistema, elevando o desempenho da organização até determinado limite. Assim, quebra-se as limitações anteriores e podem surgir novas restrições;
5. Se uma restrição for elevada, deve-se voltar à etapa 1, não deixando que a inércia seja a maior restrição do sistema. Deve-se reiniciar o ciclo a partir da primeira etapa, com o cuidado da inércia ser a nova limitação.

Os autores Noreen, Smith e Mackey (1996) e Bruni e Famá (2008) estão em consonância com as etapas descritas acima. No âmbito da Teoria das Restrições, cuja meta principal é ganhar dinheiro, segundo Bruni e Famá (2008), o funcionamento da entidade sempre estará limitado em decorrência das restrições internas e externas.

Logo, para uma otimização dos resultados da empresa deve-se: trabalhar de forma balanceada, com as limitações existentes; fazer o planejamento operacional de acordo com a identificação e escolha das melhores alternativas operacionais; controlar as atividades com base nas premissas da TOC em todas as áreas organizacionais; controlar os desempenhos visando sempre atingir a eficiência e eficácia dos recursos da restrição; analisar o desempenho mediante parâmetros econômicos – lucro líquido e retorno sobre o investimento.

2.3 ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS E MRP (*MATERIAL REQUIREMENT PLANNING*)

A administração de materiais, segundo Arnold (1999), é o departamento que planeja controla os fluxos de materiais desde o fornecedor, passando pela produção até o consumidor. Possui como objetivos: maximizar a utilização dos recursos (materiais, processos, maquinário, equipamentos e habilidades de trabalho) da organização e fornecer o nível requerido de serviços ao consumidor. Assim, mesmo diante das restrições oferecidas pela companhia, com a organização dos recursos é possível fabricar os produtos certos no tempo certo com o mais alto nível de qualidade e fazê-lo tão economicamente quanto possível. Daí a importância estratégica desta administração para maximizar os lucros da empresa.

Para isto, faz-se necessário um bom sistema de Planejamento e Controle de Produção (PCP) que deve saber a prioridade e a capacidade da organização. A prioridade está relacionada à quais produtos, quantos e quando eles são necessários, para que a produção possa elaborar planos para satisfazer à demanda de mercado. Já a capacidade é a competência para produzir bens e serviços (ARNOLD, 1999).

Em um sistema PCP, segundo Arnold (1999), existem cinco níveis principais: Plano Estratégico de Negócios, Plano de Produção (plano de vendas e operações), *Master Production Schedule*, *Material Requirement Planning (MRP)* e Controle da Atividade de Compras e de Produção. Apesar de todos estes níveis estarem inter-relacionados, sendo um sequência do outro, detalhar-se-á o MRP que é o foco deste trabalho.

O *Material Requirement Planning (MRP)* que em português significa Planejamento das Necessidades de Materiais, surgiu na década de 60 e é um sistema lógico de cálculo que converte a previsão de demanda em programação da necessidade de seus componentes. A partir do conhecimento de todos os componentes de um determinado produto e os tempos de obtenção de cada um deles, podemos, com base na visão de futuro das necessidades, calcular exatamente o quanto e quando se deve obter de cada item, de forma que não haja falta e nem sobra no suprimento das necessidades da produção. Desta forma, o MRP permite melhorar o atendimento aos consumidores, minimizar os estoques em processo e aumentar a eficiência da fábrica, obtendo assim, menores custos e conseqüentemente alcançando melhores margens de lucro. (SLACK *et al*, 1999; CARMELITO, 2008; CAMPOS,2009).

A partir da década de 80, o MRP começou a ser denominado de *Manufacturing Resources Planning (MRP II)* que em português significa Planejamento dos Recursos de Manufatura. Isto porque começou a focar uma atuação direta e indireta com várias áreas dentro da empresa (marketing, finanças e produção), identificando os investimentos necessários, tempos de produção, otimização e alocação de equipamentos e pessoas, quantidade de itens a serem comprados, lead time de compras, produção de todas as fases e prazo de entregas. Ou seja, o MRP II foca ainda o cálculo das necessidades ao planejamento dos demais recursos de manufatura e não mais apenas dos recursos materiais como era feito no MRP (SLACK *et al*, 1999; CAMPOS,2009).

Segue o cálculo do MRP:

Figura 1 – Cálculo MRP

saldo disponível projetado	=	saldo t-1 disponível projetado	-	necessidades t-1 brutas	+	recebimentos t-1 programados	+	recebimentos t-1 planejados do pedido	-	estoque de segurança
----------------------------	---	--------------------------------	---	-------------------------	---	------------------------------	---	---------------------------------------	---	----------------------

Fonte: Aquilano, Chase e Jacobs (2006), p. 568

Segundo Aquilano, Chase e Jacobs (2006), o processo para calcular as necessidades exatas para cada item administrado pelo sistema é geralmente conhecido como processo de “explosão”. Trabalhando de cima para baixo na lista de materiais, as necessidades do item original são utilizadas no cálculo das necessidades líquidas para os itens componentes, em que são considerados o estoque disponível destes itens e as ordens/pedidos de trabalho e de compras que são programadas para recebimento no futuro.

3 METODOLOGIA

Este estudo de caso é desenvolvido em uma Indústria de Embalagens Plásticas da região do Triângulo Mineiro. O nome da empresa está em sigilo para preservá-la quanto às informações prestadas. Ressalta-se que os valores apresentados no estudo não são valores originais, mas reais em sua proporção, o que mantém a qualidade e veracidade dos dados.

Para realização deste estudo de caso desenvolve-se três tipos de pesquisa: a pesquisa bibliográfica que contribui para a construção do referencial teórico, a pesquisa descritiva que é utilizada para viabilizar a prática deste projeto, a fim de realizar a coleta de dados com maior precisão possível, e a pesquisa quantitativa que partirá da coleta de dados, enfatizando os números e aplicação de métodos estatísticos no tratamento dos dados obtidos.

Segundo Cervo; Bervian; da Silva (2007), a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses, para conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado sobre determinado assunto, tema ou problema. Já a pesquisa descritiva, observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos (variáveis) sem manipulá-los. Procura descobrir, com maior precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e suas características. Por fim, a pesquisa quantitativa, segundo Rodrigues (2007) traduz em números as opiniões e informações para serem classificadas e analisadas, utilizando-se de técnicas estatísticas.

Para realização desta pesquisa, inicialmente fez-se uma visita técnica na empresa em análise, para conhecer seu funcionamento de produção, e aplicou-se um questionário a seus responsáveis visando obter os seguintes dados: margem de contribuição unitária de seus produtos; tempo de produção por hora de cada produto e em cada máquina; quantidade de matéria-prima utilizada em cada embalagem; quantidade de vendas dos produtos nos últimos 12 meses (setembro/2009 a agosto/2010); e venda perdida em setembro/2010.

Tais informações foram submetidas aos seguintes processos:

1º) Identificação da margem de contribuição por hora (MC/H) dos produtos fabricados, que é obtido multiplicando-se a MC unitária (MC/unit) pela quantidade de produtos fabricados em uma hora;

2º) Identificação da margem de contribuição por grama (MC/g) dos produtos fabricados, que é obtido dividindo-se MC unitária (MC/unit) pela quantidade de gramas utilizados na fabricação de cada produto.

3º) Com a quantidade de produtos vendidos nos últimos 12 meses de operação da empresa, calcula-se a média de vendas e também o desvio padrão. Então, é estabelecido um grau de confiança de venda de 95% para que a empresa saiba qual a quantidade a ser produzida por mês de cada um dos produtos, considerando um estoque já existente do período anterior e a ainda a demanda existente.

A média, segundo Anderson, Sweeney e Williams (2008), “constitui uma medida da posição central dos dados”. Corresponde ao somatório de um conjunto de valores que o resultado é dividido pelo número de elementos. Ela é representada pela seguinte fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (\text{A})$$

Onde: \bar{X} é a média; x_i é o valor variável x da i-ésima observação; e, n é a quantidade de valores presentes na amostra.

O desvio padrão, de acordo com Anderson, Sweeney e Williams (2008) “é definido como a raiz quadrada da variância”, e esta por sua vez, “é a diferença entre o valor de cada observação da média” que recebe a denominação de desvio em torno da média.

A variância da amostra (s^2) é demonstrada pela seguinte fórmula:

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (\text{B})$$

Logo, o desvio padrão da amostra (s) é demonstrado por:

$$s = \sqrt{s^2} \quad (\text{C})$$

Ainda segundo Anderson, Sweeney e Williams (2008), o intervalo de confiança é “uma estimativa que fornece um intervalo no qual se acredita que está o valor do parâmetro”, já a margem de erro corresponde ao “valor que é adicionado e subtraído de uma estimação por ponto a fim de se desenvolver uma estimação por intervalo de um parâmetro populacional”. Assim na fórmula a seguir de intervalo de confiança o que sucede o sinal de \pm é a margem de erro.

$$\bar{x} \pm t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

4º) Estabelece-se a ordem dos produtos mais rentáveis e sua respectiva quantidade a ser produzida.

5º) Por fim, é feita uma comparação entre o método atual utilizado pela empresa para determinar a produção do mês e o método sugerido neste trabalho. A análise levará em consideração a perda de venda do mês de setembro.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Após visita técnica na Indústria de Embalagens Plásticas situada no Triângulo Mineiro verificou-se que a mesma conta com 5 máquinas para produzir seu mix de produção composto por sete tipos de embalagens plásticas que utilizam apenas dois tipos de matéria-prima, o Polietileno(PE) e o Polietileno Tereftalato (PET). Segue na tabela 1 a relação tipo de produto produzido por máquina:

Tabela 1: Relação de produtos por máquinas

MÁQUINA	TIPO DE PRODUTO
1	FRASCO DE PET 500 ML (PET 500)
	FRASCO DE PET 1L (PET 1)
2	FRASCO DE PE 500 ML (PE 500)
	FRASCO DE PE 750 ML (PE 750)
3	FRASCO DE PE 2 LITROS (PE 2)
4	FRASCO DE PE 1 LITRO (PE 1)
5	BOMBONA DE PE 5 LITROS (PE 5)

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Diante do impasse do mix de produtos ofertados pela empresa, surge um dos problemas de pesquisa: qual a ordem de produção a ser definida pela empresa? Para responder a esta indagação devemos analisar a situação da empresa considerando três fatores: quando há restrição de matéria-prima, quando há excesso de demanda e quando há ociosidade das máquinas.

4.1 RESTRIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA

A análise da Tabela 1 permite identificar que existem cinco tipos de frascos feitos com a matéria-prima Polietileno, sendo eles: PE 500, PE 750, PE 2, PE 1 e PE 5; e apenas dois tipos de frascos feitos com Polietileno Tereftalato: PET 500 E PET 1. Quando há limitação de matéria-prima a ordem de produção deve ser decidida considerando os produtos que concorrem entre si por terem o mesmo material de fabricação e em ordem decrescente de MC/g, ou seja, daquele que possui maior MC/g para aquele que possui menor.

Desta forma, existindo limitação da matéria-prima Polietileno deve-se adotar a seguinte ordem de produção, conforme se verifica pela MC/g de cada produto.

Tabela 2: Ordem de produção segundo MC/g de Polietileno

RANKING	TIPO DE PRODUTO	MC/GRAMA
1º	FRASCO DE PE 500 ML	1,9112
2º	FRASCO DE PE 750ML	1,8323
3º	BOMBONA DE PE 5 LITROS	1,4620
4º	FRASCO DE PE 2 LITROS	1,4065
5º	FRASCO DE PE 1 LITRO	1,2643

Fonte: Autores.

Em contrapartida, se houver limitação da matéria-prima Polietileno Tereftalato deve-se optar pela seguinte ordem de produção conforme se verifica por sua MC/g:

Tabela 3: Ordem de produção segundo MC/g de Polietileno Tereftalato

RANKING	TIPO DE PRODUTO	MC/GRAMA
1°	FRASCO DE PET 500 ML	1,4302
2°	FRASCO DE PET 1L	1,1904

Fonte: Autores.

4.2 EXCESSO DE DEMANDA

Em uma situação na qual ocorra um excesso de demanda pelas embalagens, a ordem de produção deve ser determinada entre aqueles produtos que concorrem entre si por terem a mesma máquina de produção, já que os outros produtos podem ser produzidos de forma independente uma vez que não tem concorrentes diretos de produção por máquina. Assim, as embalagens fabricadas nas máquinas 3, 4 e 5 são desconsideradas nesta análise, e são analisadas apenas as máquinas 1 e 2, por produzirem cada uma dois tipos diferentes de frascos.

A máquina 1 produz o PET 500 e o PET 1 e a máquina 2 produz o PE 500 e PE 750, conforme consta na tabela 1 apresentada anteriormente. Para determinar a prioridade de produção em cada uma destas máquinas é considerado a MC/H e sua ordem de produção é representado na tabela 4.

Tabela 4: Ordem de produção segundo MC/H

MÁQUINA	TIPO DE PRODUTO	MC/H	RANKING
1	FRASCO DE PET 1L	124994,3850	1°
	FRASCO DE PET 500 ML	62929,4520	2°
2	FRASCO DE PE 750ML	70910,0136	1°
	FRASCO DE PE 500 ML	61158,3648	2°

Fonte: Autores.

Logo, na máquina 1 deve ser priorizada a embalagem PET 1, enquanto que na máquina 2 deve ser priorizada a embalagem PE 750.

4.3 TEMPO OCIOSO

Quando a empresa se deparar com uma situação em que houver tempo ocioso por parte de alguma(s) das máquinas ela deve optar por produzir uma quantidade mínima de embalagens para evitar a perda de vendas e o acúmulo de produção em situações de excesso de pedidos. Nas máquinas 3, 4 e 5 como há a produção de um único tipo de embalagem, deve-se produzir a quantidade mínima dos mesmos e mantê-la em estoque até sua venda. Já para as máquinas 1 e 2, deve-se estabelecer uma ordem de produção que será determinado pela MC/g já que o tempo não é o fator limitante. Assim, na máquina 1 deve-se optar por produzir inicialmente o produto PET 500 e na máquina 2 deve-se optar por produzir inicialmente o produto PE 500, sendo que quando completada sua quantidade mínima que será apresentado no item 4.4 deste trabalho, deve-se iniciar a produção do outro produto que a empresa produz utilizando o mesmo maquinário.

4.4 QUANTIDADE A SER PRODUZIDA

Para uma melhor análise e tomada de decisão da empresa é vantajoso saber além da ordem de produção de seu mix de produtos, a quantidade a ser produzida de cada um deles.

Para definir a quantidade a ser produzida, se utiliza neste trabalho uma função de distribuição de probabilidade para efetuar seus cálculos. Para os mesmos são considerados os dados fornecidos pela empresa relativos à quantidade vendida nos últimos 12 meses. Inicialmente, calcula-se a média, o desvio padrão, a margem de erro, adota-se 95% de grau de confiança, e por fim calcula-se o intervalo de produção mínimo e máximo.

Tabela 5: Quantidade mínima e máxima de produção.

TIPO DE PRODUTO	MÉDIA	QUANTIDADE		
		MARGEM DE ERRO 0,95	MÍNIMA	MÁXIMA
BOMBONA DE PE 5 LITROS	159.034.232	9889553	149.144.679	168.923.786
FRASCO DE PE 1 LITRO	1.238.610.924	118885937	1.119.724.987	1.357.496.861
FRASCO DE PE 2 LITROS	771.902.891	94779567	677.123.324	866.682.459
FRASCO DE PE 500 ML	898.114.036	76404958	821.709.078	974.518.993
FRASCO DE PE 750ML	80.589.332	15092446	65.496.885	95.681.778
FRASCO DE PET 1L	239.145.738	44097309	195.048.430	283.243.047
FRASCO DE PET 500 ML	324.424.199	77795990	246.628.209	402.220.189

Fonte: autores.

A quantidade mínima apresentada na Tabela 5 corresponde ao menor valor do intervalo considerando um grau de confiança de 95% (noventa e cinco por cento) e deve ser adotado como a quantidade de embalagens a ser produzida quando há ociosidade em alguma máquina.

No entanto, em condições normais apresentadas, ou seja, quando a empresa opera em condições que não há ociosidade, mas apenas restrições, deve-se adotar a quantidade máxima do intervalo apresentada na Tabela 5. Sendo esta quantidade considerada a produção mínima que a empresa deve produzir para atender com 95% de confiança a demanda de mercado.

As quantidades especificadas acima se referem à quantidade mínima mensal a ser produzida. No entanto, durante o seu planejamento não se deve considerar apenas estes valores e os produzir nesta quantidade. Para esta análise deve-se adotar o critério utilizado na teoria de MRP, conforme se verifica na Figura 2:

Figura 2 – Esquema da quantidade a ser produzida

Quantidade a ser produzida	=	Quantidade mínima em condições normais	+	Diferença a maior entre a demanda existente e a quantidade mínima estabelecida anteriormente	-	Estoque do produto
----------------------------	---	--	---	--	---	--------------------

Fonte: autores.

Simplificando, para definir a quantidade a ser produzida considera-se, a quantidade mínima a ser produzida em condições normais mais a diferença a maior entre o valor da demanda e a quantidade mínima a ser produzida, se houver, menos a quantidade deste produto em estoque. Assim, é possível obter uma menor quantidade de materiais em estoque, um atendimento de qualidade e obedecer aos prazos previstos aos clientes, bem como a maximização dos resultados da empresa.

4.5 MÉTODO USADO PELA EMPRESA X MÉTODO PROPOSTO

A Indústria de Embalagens Plásticas define sua ordem e quantidade de produção de acordo com a demanda de mercado e ainda considera o estoque mínimo de segurança por ela estabelecido sem um critério específico.

Desta forma, para permitir uma comparação entre os dois métodos empregados tanto o da organização quanto o proposto neste trabalho é considerada as informações de perda de venda do mês de setembro de 2010.

Segundo informações cedidas pela própria empresa a perda de venda neste mês de análise é de 15.690.000 para o produto PE 1 e 7.845.000 para o PET 1. O que coincidentemente condiz em grande parte com a proposta deste trabalho que permite a perda de venda dos frascos que menos contribuem com o resultado da empresa, por ter baixa MC/g. Vale ressaltar que a perda de venda nunca é uma situação desejada pela empresa e que a mesma deve ser evitada. No entanto, não sendo possível, a perda deve ocorrer exatamente com os produtos que menos contribuem com a empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado a cada dia que passa está mais competitivo, exigindo assim mais qualidade nos produtos comercializados e pontualidade nos prazos estabelecidos. A partir desta realidade, é fundamental um bom planejamento da produção através do controle dos produtos a serem fabricados, sua quantidade e prioridade, de forma a maximizar os resultados e atender a demanda.

Os objetivos principais e específicos deste estudo de caso foram atingidos uma vez que foi possível estabelecer uma ordem de produção bem como a quantidade mínima a ser produzida de cada uma dos produtos. A ordem de produção da empresa estudada quando analisada sob o ponto de vista em que há restrição de matéria-prima é respectivamente: PE 500, PE 750, PE 5, PE 2 e PE 1 para os fabricados com Polietileno, e PET 500 e PET 1, para os fabricados com Polietileno Tereftalato. Já quando considera que há excesso de demanda, a ordem de produção é estabelecida apenas para os produtos que são confeccionados na mesma máquina. Assim, na máquina 1 há a prioridade de produzir o PET 1, enquanto que a máquina 2 deve priorizar o PE 750.

Em caso de ociosidade, o fator limitante torna-se novamente a matéria prima e então a decisão de ordem de produção é definida apenas nos casos em que é fabricado mais de um produto por máquina. Logo, na máquina 1 prioriza-se o PET 500 e na máquina 2 o PE 500, para depois iniciar a produção do outro produto nela fabricado.

Tabela 6: relação de quantidade mínima por produto

TIPO DE PRODUTO	QUANTIDADE MÍNIMA	
	OCIOSIDADE	COND. NORMAIS
BOMBONA DE PE 5 LITROS	149.144.679	168.923.786
FRASCO DE PE 1 LITRO	1.119.724.987	1.357.496.861
FRASCO DE PE 2 LITROS	677.123.324	866.682.459
FRASCO DE PE 500 ML	821.709.078	974.518.993
FRASCO DE PE 750ML	65.496.885	95.681.778
FRASCO DE PET 1L	195.048.430	283.243.047
FRASCO DE PET 500 ML	246.628.209	402.220.189

Fonte: Autores

Utilizando-se de dados estatísticos foi possível definir com grau de confiança de 95% (conforme decidido pelos autores) a quantidade mínima mensal a ser produzida de cada produto em condições normais e ociosas conforme se verifica na Tabela 6, lembrando que deve-se considerar a demanda existente e o que há em estoque e ainda a ordem de produção definida anteriormente observando-se o fator limitante da empresa naquele dado momento.

Quanto a comparação entre o método proposto e o adotado pela empresa, conclui-se que coincidentemente os dois apresentam a mesma idéia, no entanto os dados fornecidos não permitem afirmar com certeza que os mesmos sempre serão iguais, devendo ser analisados outros dados relativos a outros períodos, principalmente quanto a perda de venda. Vale salientar que embora ambos tenham por base a demanda de mercado, o método proposto se mostra mais robusto uma vez que há critérios sólidos que o determinam.

Por fim, as conclusões deste trabalho se restringem exclusivamente a esta empresa, por se tratar de um estudo de caso, mas sua aplicação pode ser feita em outras indústrias e é um excelente contribuinte para a tomada de decisão da organização.

Sugere-se que novos estudos sejam feitos no sentido de dar maiores esclarecimentos que favoreçam a tomada de decisão, como por exemplo, a análise da margem de contribuição por volume ocupado de cada lote, já que em muitas empresas existe a restrição de espaço físico para armazenar o estoque, conciliada com a margem de contribuição por hora.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada a administração e economia**. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B.; JACOBS, N. J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999.

ATKINSON, A. A.; BANKER, R. D.; KAPLAN, R.S.; YOUNG, S. M. **Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de custos e formação de preços: com aplicações na calculadora HP 12C e Excel**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CAMPOS, Wagner. **Simplificando o MRP**. 2009. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/simplificando-o-mrp/30966/>>. Acesso em: 25 nov. 2010.

CARMELITO, R. **Conceitos básicos do MRP (*material requirement planning*)**. 2008. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/conceitos-basicos-do-mrp-material-requirement-planning/26507/>>. Acesso em: 25 nov. 2010.

CERVO, Amado L; BERVIAN, Pedro A; DA SILVA, Roberto. **Metodologia científica**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CORRAR, L. J.; CUNHA, D.; FEITOSA, A. **Maximização do resultado através da margem de contribuição e da programação linear**. 2001. Disponível em: <<http://www.intercostos.org/documentos/Trabajo025.pdf>> Acesso em 12 out. 2010.

GARRISON, R. H.; NOREEN, E. W.; BREWER, P. C. **Contabilidade Gerencial**. 11.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo**. São Paulo: Educator, 2002.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. **Contabilidade gerencial**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

LEONE, G. S. G. **Curso de contabilidade de custos**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000a.

LEONE, G. S. G. **Custos: planejamento, implantação e controle**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2000b.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos**. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MEGLIORINI, Evandir. **Custos**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2001.

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. **A teoria das restrições e suas aplicações na contabilidade gerencial**: um relatório independente. São Paulo: Educator, 1996.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade gerencial**: um enfoque em sistema de informação contábil. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2004

PORTER, MICHAEL. **Competição**: estratégias competitivas essenciais. Rio de Janeiro:Campus, 1999.

REIS, Marco Antônio dos. **Aplicação da teoria das restrições**: um estudo de caso. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Florianópolis, 2004.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. 2007. Disponível em: <http://www.ebras.bio.br/autor/aulas/metodologia_cientifica.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2010.

SANTOS, José Luiz dos *et al.* **Fundamentos de contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. Edição compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

WERNKE, Rodney. **Avaliação da rentabilidade dos segmentos de mercado com o uso dos conceitos de margem de contribuição e valor presente**: estudo de caso em distribuidora de mercadorias de pequeno porte. In: XIV Congresso Brasileiro de Custos (CBC), João Pessoa, 2007.