

**ANÁLISE CRUZADA DA APLICAÇÃO DE UM MODELO MATEMÁTICO NA
GESTÃO DOS ESTOQUES DE MATÉRIAS-PRIMAS E OS RESULTADOS DOS
ANOS DE 2011 E 2012 EM UMA EMPRESA MULTI-NACIONAL**

*ANALYSIS CROSS THE APPLICATION OF A MATHEMATICAL MODEL IN THE
MANAGEMENT OF RAW MATERIALS STOCKS AND RESULTS OF YEAR 2011 AND 2012
IN A COMPANY MULTI-NATIONAL*

Paulo Cesar Chagas Rodrigues

Email: paulo.rodrigues@ifsp.edu.br

Doutorado em Engenharia Mecânica pela Unesp. Docente do Instituto Federal de São Paulo, IFSP - Campus Jacareí, SP, Brasil.

Fernando Augusto Silva Marins

Email: fmarins@feg.unesp.br

Doutorado em Engenharia Elétrica, docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Departamento de Produção, Campus Guaratinguetá, SP, Brasil.

Fernando Bernardi de Souza

Email: fbernardi@feb.unesp.br

Doutorado em Engenharia Mecânica pela USP, docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Bauru, Campus Bauru, SP, Brasil.

Manuscript first received/*Recebido em*: 18/09/2015 Manuscript accepted/*Aprovado em*: 10/06/2016

RESUMO

A gestão da cadeia de suprimentos, a postergação e a gestão da demanda são operações de importância estratégica para o sucesso econômico das organizações, pois influenciam diretamente o processo produtivo. O objetivo deste artigo é analisar a influência da postergação em uma empresa com sistema produtivo *make-to-stock* e com demanda sazonal. O método de pesquisa utilizado foi o de estudo de caso, os instrumentos de coleta de dados foram entrevistas semiestruturada, análise documental e visitas in loco. A pesquisa está fundamentada nos seguintes assuntos: Gestão da demanda a qual pode ser entendida como uma prática que permite gerenciar e coordenar a cadeia de suprimentos no sentido inverso, na qual, os consumidores desencadeiam ações para o fornecimento de produtos. A gestão da cadeia de suprimentos é de poder permitir a agregação de valor, superando as expectativas dos consumidores finais, desenvolvendo um relacionamento com fornecedores e clientes do tipo ganha-ganha. A estratégia de postergação deve se adequar às características dos mercados que exigem variedade de produtos e serviços personalizados, de menor custo e maior qualidade,

objetivando apoiar as tomadas de decisões. O sistema produtivo make-to-stock se mostra bastante interessante para organizações que estão atuando em mercados com alta variabilidade de demanda.

Palavras Chaves: postergação, gestão da cadeia de suprimentos, gestão da demanda, gestão de estoques

ABSTRACT

The supply chain management, the postponement and demand management are strategic importance of operations for the economic success of organizations, as directly influence the production process. The aim of this paper is to analyze the influence of the postponement in a company with make-to-stock production system and seasonal demand. The research method used was the case study, data collection instruments were semi-structured interviews, document analysis and site visits. The research is based on the following issues: Demand Management which can be understood as a practice that allows you to manage and coordinate the supply chain in reverse, in which consumers trigger actions for the supply of products. The supply chain management is able to allow the aggregation of value, exceeding the expectations of consumers, developing a relationship with suppliers and customers win-win. The postponement strategy should suit the characteristics of the markets that require range of customized products and services, lower cost and higher quality, aiming to support decision making. The production make-to-stock system proves very interesting for organizations that are working in highly variable demand markets.

Keywords: *postponement, supply chain management, demand management, inventory management*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as organizações devem se preocupar não só com a sua produção, com a demanda de seus produtos pelo mercado consumidor e com a sua cadeia de fornecedores, pois este tripé pode não criar diferencial em relação aos seus concorrentes. Diferencial este que o consumidor esta sempre exigindo e procurando, são eles: preço, qualidade e disponibilidade.

Como reduzir custo de produção sem afetar a qualidade e a disponibilidade do produto no mercado? A partir da estratégia de postergação dos estoques. Esta estratégia aliada à gestão pode permitir uma redução no custo do produto, pois esta se falando em reduzir o risco de perda do produto acabado, pois ele possui um alto valor agregado, aumento da flexibilidade em se adaptar as necessidades do mercado.

Esta sendo realizado um estudo de caso em uma indústria do setor gráfico, quanto a sua produção e de como postergar os seus estoques de produto acabado, em processo e de matéria-prima, minimizar os seus custos e o volume dos estoques.

O objetivo deste artigo é analisar as ferramentas de gestão da cadeia de suprimentos adotadas pela organização e se estão sendo utilizadas de forma adequada, ou seja, como propor melhorias com o intuito de minimizar os custos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Edalatkhah (2006), na nova economia, cadeias de suprimentos são necessárias para atender a mercados variados em todo o mundo, configurar entregas de produtos personalizados, planejamento de mudanças, nunca em conjunto com velocidade e precisão considerado possível antes. Os gestores precisam trabalhar com vários parceiros para monitorar as atividades que estão sendo executadas em conjunto, com o intuito de resolver problemas e atrasos que podem ocorrer.

Segundo o "The Global Supply Chain Forum", a gestão da cadeia de suprimentos consiste na integração de processos-chave desde os consumidores até o produtor de matérias-primas. A GCS envolve diversas áreas, tais como previsão de demanda, compras, produção, distribuição, estoques e transportes, interagindo nas perspectivas estratégicas, táticas e operacionais (Mcadam & McCormack, 2001).

Segundo Tan (2002), a GCS envolve a integração dos processos de negócios por meio da cadeia de suprimentos, abrangendo a coordenação de atividades e processos não apenas dentro de uma organização isolada, mas entre todas as que compõem a cadeia de suprimentos.

Segundo Nascimento Neto, Oliveira e Ghinato (2002), o CPFRR, é uma ferramenta que visa facilitar o planejamento colaborativo entre as empresas participantes, por meio da redução nos níveis de estoques, combinado com uma melhoria nos níveis de serviços, com o intuito de abordar questões como: influência das promoções nas previsões de venda e na gestão de estoques; influência de modificações no padrão de demanda; manutenção de estoques para garantir a disponibilidade de produtos na prateleira; possibilitar maior coordenação entre as empresas da cadeia; permitir maior sincronização entre os diversos processos dos setores de manufatura e processos de previsão.

O CPFRR pode ser definido como um conjunto de normas e procedimentos amparado pelo Voluntary Interindustry Commerce Standards (VICS), comitê fundado em 1986 com o objetivo de aumentar a eficiência das cadeias de suprimentos, mais especificamente o setor

varejista, padrões estes que objetivam facilitar os fluxos físicos e de informações (Nascimento Neto, Oliveira & Ghinato, 2002).

Para Rodrigues e Oliveira (2009) a gestão da demanda é uma prática que permite gerenciar e coordenar a cadeia de suprimentos no sentido inverso, ou seja, do consumidor para o fornecedor, no qual, os consumidores desencadeiam ações para o fornecimento de produtos tornando o sistema produtivo.

Segundo Widiarta e Berghen (2004), há várias suposições que devem ser consideradas na modelagem da gestão da demanda:

- a) Não há nenhuma possibilidade de reabastecimento coordenado. É assumido que todos os fornecedores são ordenados independentemente;
- b) É assumido que a demanda é estocástica e independente com uma probabilidade conhecida de distribuição;
- c) Os parâmetros são estacionários. Os parâmetros em nossos sistemas são atualizados ocasionalmente e a tendência geral em demanda para o produto é mais constante;
- d) Há artigos múltiplos com capacidade de armazenamento limitada. Limitação de armazenamento é representada pelo número de paleta disponível e prateleiras para as que podem ser usadas em um artigo particular;
- e) A demanda é sazonal em alguns casos. A demanda de algum produto terminou o mês com uma porcentagem grande de valores zerados (frequentemente 30 por cento ou mais), com valores superiores à zero, misturados ao acaso;
- f) O tempo de reabastecimento seja sempre constante durante um período pré-determinado. Por conseguinte, se duas ou mais ordens de reabastecimento forem simultaneamente excelentes, eles devem ser processados na mesma ordem na qual eles são colocados. Em outra palavra, não é permitido cruzar;
- g) Não há nenhum desconto de quantidade com cumprimentos para o número de quantidade ordenado pela companhia; e
- h) Há só um ponto provendo. Os produtos são providos ao mesmo local e compartilham uma facilidade de inventário comum.

Para Lambert, Cooper e Pagh (1998), a gestão da demanda é um dos oito processos e exige interfaces com os outros sete conforme apresentado na Ilustração 1. Será descrito os processos estratégicos e operacionais que compõem a gestão da demanda, incluindo os

subprocessos e suas atividades. Além disso, pode-se identificar as interfaces com as funções corporativas, os outros processos de gerenciamento de cadeia de suprimentos e outras empresas.

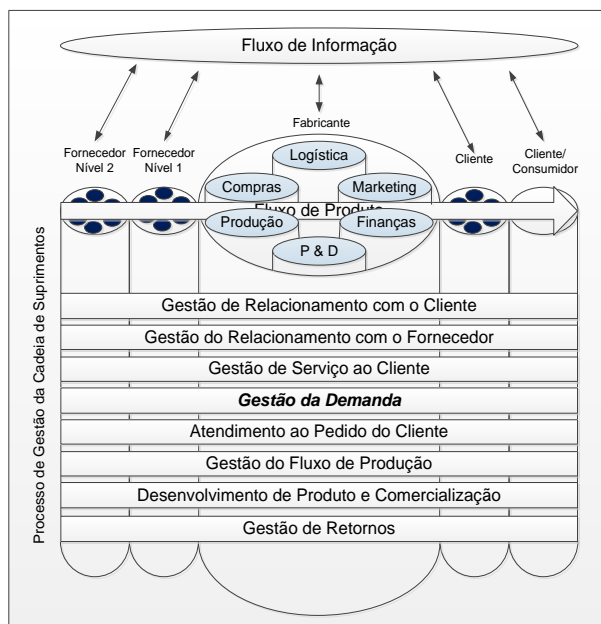


Figura 1: Gestão da Cadeia de Suprimentos: integração e gerenciamento dos processos de negócio em toda a cadeia de abastecimento

Fonte: Adaptado de Lambert, Cooper e Pagh (1998)

Esta atividade gerencia a integração entre o fornecedor, a empresa e o consumidor, sendo responsável pelo planejamento apropriado de todas as demandas geradas, externas ou internas, com o intuito de que se tenha um equilíbrio entre o que o fornecedor pode entregar, a produção pode fazer e o que o mercado necessita (Favaretto, 2001; Panzuto & Rodrigues, 2010).

Segundo Croxton et al. (2001), o processo de gestão da demanda tem elementos estratégicos e operacionais, como apresentado na Ilustração 2. No processo estratégico, a equipe estabelece a estrutura para a gestão do processo. O processo operacional é a atualização da gestão da demanda. A implementação do processo estratégico é um primeiro passo necessário para a integração da empresa com outros membros da cadeia de suprimentos, é no nível operacional que as atividades do dia-a-dia são executadas. A Ilustração 2 mostra também as interfaces entre cada subprocesso e os outros sete processos. Estas interfaces podem assumir a forma de uma transferência de dados que outros processos requerem, ou pode envolver o compartilhamento de informações ou idéias com outra equipe do processo.

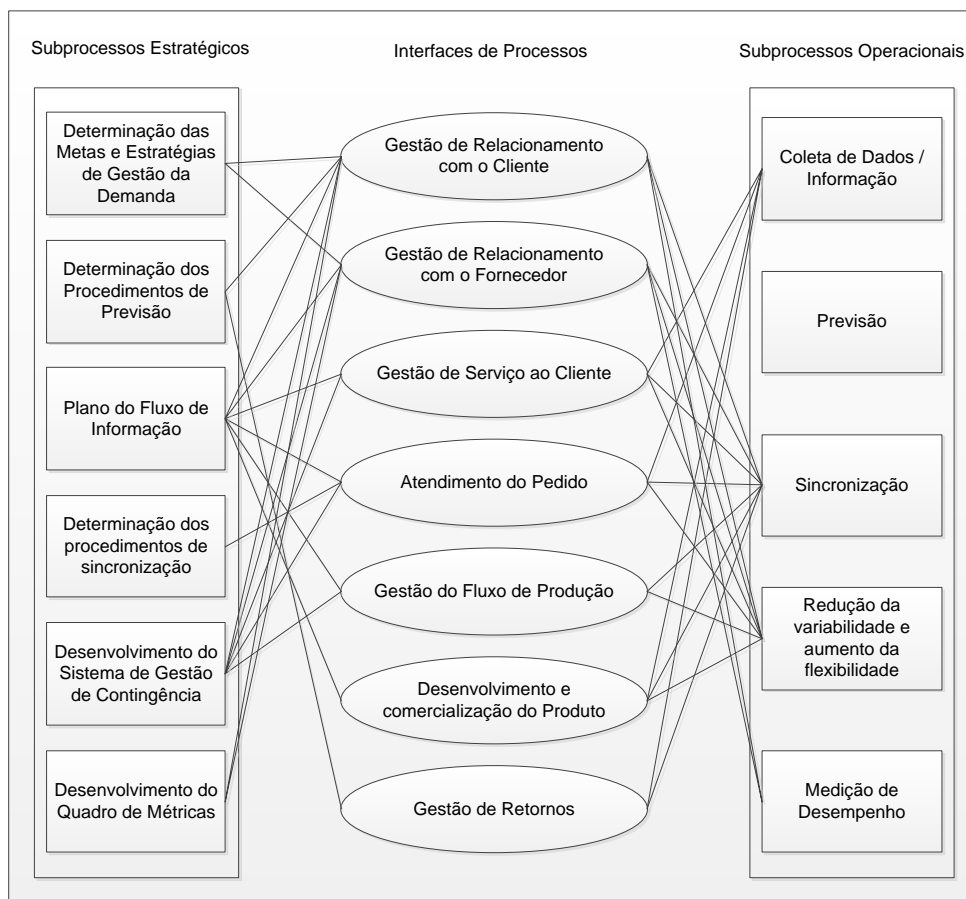


Figura 2: Gestão da demanda

Fonte: Adaptado de Croxton *et al.* (2001)

Segundo Pacheco e Cândido (2001), no MTS o produto tem sua fabricação iniciada com base em uma previsão de demanda. A chegada do pedido provoca o seu atendimento praticamente imediato. É adequado para produtos com demanda previsível, podendo ter custo de estoque alto.

Darú e Lacerda (2005) e Perazza e Rodrigues (2010) descrevem que fabricar para estoque é uma prática comum, sempre que se pode prever a demanda, podendo aproveitar momentos de entressafra para serem produzidos, utilizando melhor os recursos e os carregando de maneira mais equilibrada. Mas, esta política possui algumas desvantagens, que seriam o alto custo de armazenagem e a dificuldade de prever o que será vendido.

Segundo Van Hoek e Dierdonck (2000), Verol (2006) e Zang e Tan (2010), o conceito de postergação é que o risco e os custos da incerteza estão pela diferenciação (de forma, lugar ou tempo) dos produtos que ocorre durante as atividades de manufatura, armazenagem e entrega, sendo baseada nas características do produto/processo na cadeia de suprimentos: (a)

projeto do produto: o conteúdo específico da operação postergada (atrasada), (b) processo: o momento em que as atividades são atrasadas no processo, e (c) lugar: a localização onde a postergação acontece.

Ng e Chung (2008) comentam que a colocação estratégica do ponto de desacoplamento da cadeia de suprimentos, a estratégia de postergação pode ser utilizada. O objetivo da postergação é de aumentar a eficiência da cadeia de suprimentos, movendo a diferenciação do produto (no ponto de dissociação) mais próxima do usuário final. Porque o risco e a incerteza são os custos ligados à diferenciação de bens e a diferenciação poderia ocorrer no próprio produto e / ou na dispersão geográfica dos inventários.

Yang e Burns (2003) descrevem que a Ilustração 3 apresenta diferentes estratégias de fornecimento na cadeia as quais estão intimamente relacionadas ao conceito de postergação. Para uma análise mais detalhada sobre este assunto. A linha pontilhada na Ilustração 3 reflete como a postergação está associada com o ponto de desacoplamento do cliente, na qual o cliente final influencia a cadeia de suprimentos e que distingue a previsão das atividades orientadas.

A postergação de forma consiste em fabricar um produto base ou padrão em quantidades suficientes para realizar economia de escala, enquanto as características de finalização, tais como cor, embalagem, etc. sejam adiadas até que os pedidos dos consumidores sejam recebidos e são classificados em quatro níveis: etiquetagem ou rotulagem, embalagem, montagem e manufatura (Ferreira & Batalha, 2007).

Mendes et al. (2008) baseado em Zinn (1990) descrevem e classificam em 4 as subdivisões existentes na postergação de forma as quais discorrem uma breve definição.

- a) *Postergação de etiquetagem*: Os produtos são armazenados sem qualquer tipo de classificação. Os rótulos e etiquetas serão afixados quando um pedido é feito, sendo que o cliente especifica a marca que identificará o produto final;
- b) *Postergação de fabricação*: As últimas etapas de fabricação somente são concluídas após a confirmação do pedido do cliente. Produtos semiacabados ou mesmo em forma de insumos ficam estocados para que ocorra a diferenciação da mercadoria em um tempo ou local mais próximo da demanda;

- c) *Postergação de produto*: Os produtos podem ser desenhados seguindo-se uma lógica de módulos, ou ainda componentes padronizados para facilitar a diferenciação posterior; e
- d) *Postergação de processo*: A produção e a distribuição podem ser desenhadas de maneira que possibilitem a diferenciação do produto a jusante e montante da cadeia de suprimento.

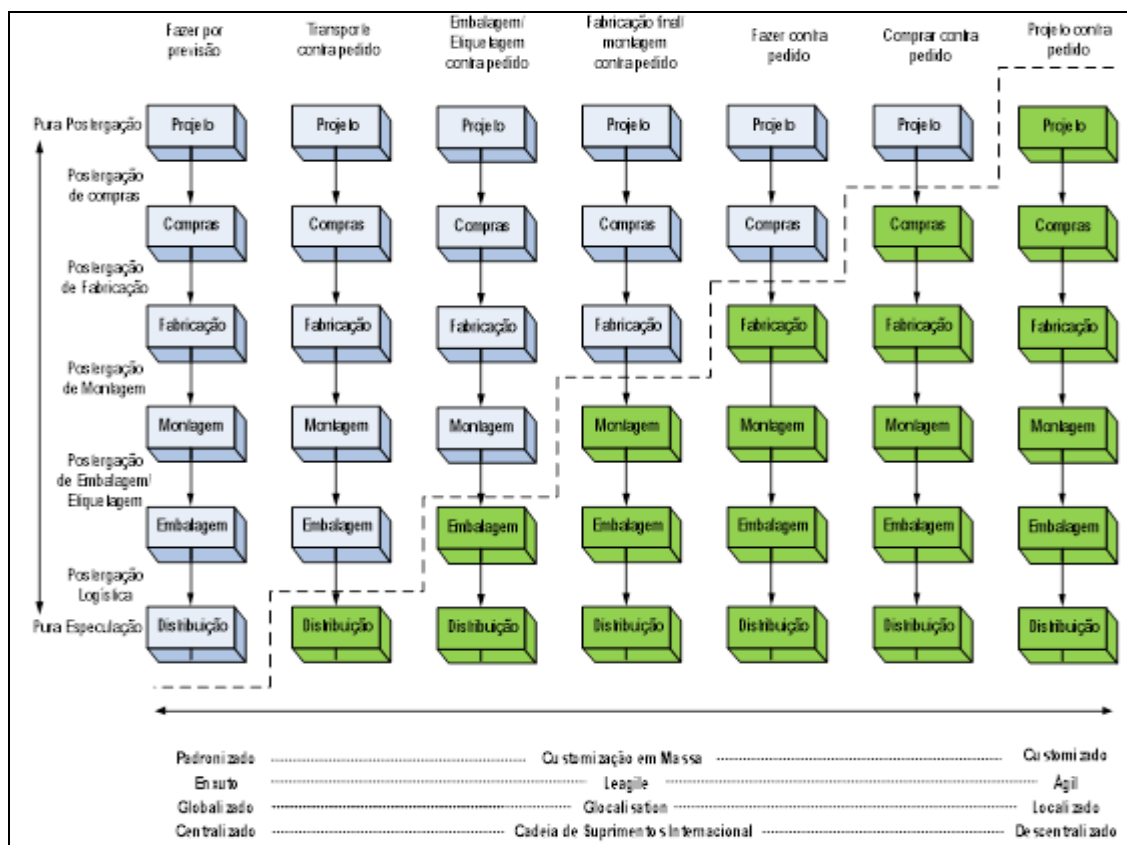


Figura 3: Postergação e diferentes estratégias de cadeias suprimentos

Fonte: Adaptado de Yang e Burns, 2003

Yang, Burns e Backhouse (2003), Engelseth (2007) discorrem que a postergação de lugar envolve o atraso de transporte de mercadorias a jusante na cadeia até que os pedidos são recebidos, mantendo assim as mercadorias centralmente e não tê-los em um lugar específico.

Segundo Wallin, Rungtusanatham e Rabinovich (2006), Bailey e Rabinovich (2006) e Drohomerski, Cardoso e Costa (2008), a estratégia da postergação de tempo parte do pressuposto que o produto será solicitado ao fornecedor somente quando surgir um pedido do cliente, o que irá possibilitar a redução do nível de estoque e a obsolescência do produto.

3 MODELAGEM

O modelo pode ser considerado causal, visto que depende das condições presentes ou passadas, mas também dinâmico, pois as variáveis variam no tempo, na qual a solução consiste dos regimes constantes e temporários, determinístico, quando o resultado pode ser calculado de forma exata e linear, pois as saídas dependem linearmente das entradas e de possíveis perturbações.

Optou-se aqui, para facilitar o entendimento da etapa de modelagem, por considerar apenas dois produtos, sendo a sua generalização evidente.

Foram considerados 12 meses (N) de programação da produção. As variáveis de decisão, X_{ij} , referem-se às quantidades a produzir dos produtos i no período j . São conhecidos os custos de produção unitários de cada produto, seus custos de armazenagem e a taxa percentual de custo do seguro anual dos estoques de produtos acabados. As variáveis auxiliares Y_1 a Y_7 se referem aos parâmetros das matérias-primas utilizadas para a produção dos produtos i . Estas variáveis irão permitir dimensionar as quantidades totais de matérias-primas a serem utilizadas para produzir durante o período de 12 meses.

Observe-se que, na prática, segundo informações dos gestores das empresas estudadas, as variáveis X_{ij} , são influenciadas pela demanda estimada de acordo com as informações dos anos de 2010 e 2011, de modo a permitir a previsão para os anos de 2011 e 2012 respectivamente.

Índices:

- i é o índice vinculado aos produtos, $i \in \{1, 2, \dots, n\}$;
- j é o índice vinculado aos períodos, $j \in \{1, 2, \dots, m\}$.

Parâmetros:

- C_j Custo [R\$] de armazenagem no período j ;
- E_j Custo de compra do papel no período j ;
- G_j Custo [R\$] de compra de arame no período j ;
- F_j Custo [R\$] da tinta no período j ;
- O_{ij} Custo [R\$] de perda de venda associada ao produto i no período j ;
- h_{ij} Taxa de custo [%] do seguro anual do produto i no período j ;
- CP_{ij} Custo [R\$] de produção do produto i no período j ;
- D_{ij} Demanda do produto i no período j ;
- DP_j Demanda da matéria-prima papel no período j ;

DA_j Demanda da matéria-prima arame no período j ;

DT_j Demanda da matéria-prima tinta no período j ;

Variáveis:

X_{ij} Quantidade estimada [unid.] a produzir do produto i no período j ;

P_j Quantidade [kg] de papel a comprar no período j ;

T_j Quantidade [l] de tinta a comprar no período j ;

A_j Quantidade [kg] de arame a ser adquirido no período j ;

ρ_{ij} Quantidade que se deixou de produzir do produto i no período j ;

PA_j Nivelamento de estoque da matéria-prima papel no período j ;

AA_j Nivelamento de estoque da matéria-prima arame no período j ;

TA_j Nivelamento de estoque da matéria-prima tinta no período j ;

W_{ij} Nível e estoque do produto i no período j ;

A função objetivo (1) do modelo proposto para n períodos de planejamento, associada à diminuição dos estoques de matéria-prima, de produto em processo e de produto acabado, busca a minimização dos respectivos custos de produção e armazenagem dos estoques de matéria-prima e produto acabado:

A Função Objetivo (1) apresenta a minimização do custo total, a qual é representada por Z.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (CP_{ij} \cdot X_{ij} + C_j W_{ij} + T_j \cdot F_j + A_j \cdot G_j + P_j \cdot E_j + \rho_{ij} \cdot O_{ij}) h_{ij} \quad (1)$$

A Restrição (2) nivelamento de estoque de papel no período j .

$$PA_j = PA_{j-1} + P_j - DP_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

A Restrição (3) nivelamento de estoque de arame no período j .

$$AA_j = AA_{j-1} + A_j - DA_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

A Restrição (4) nivelamento de tinta no período j .

$$TA_j = TA_{j-1} + T_j - DT_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

A Restrição (5) nivelamento de estoque do produto i no período j .

$$W_{ij} = W_{i,j-1} + X_{ij} - D_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

A Restrição (6) perda de venda do produto i no período j .

$$\rho_{ij} = D_{ij} - (X_{ij} + W_{i,j-1}), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

A Restrição (7) apresenta o domínio das variáveis.

$$P_j \in I^+, T_j \in I^+, A_j \in I^+, X_{ij} \in I^+, PA_j \in I^+, AA_j \in I^+, TA_j \in I^+, W_{ij} \in I^+, \quad (7)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m$$

4 EMPRESA

A empresa emprega aproximadamente mil profissionais, distribuídos em duas unidades fabris e possui uma área construída de aproximadamente 40 mil m² e um centro de distribuição com área construída de aproximadamente 11 mil m². Ela faz parte de um grupo internacional do setor gráfico, que é produtor de embalagens, materiais de escritório e produtos químicos especiais e com presença em mais de 30 países.

Atualmente a empresa possui aproximadamente 10.000 clientes diretos e mais de 80.000 clientes indiretos no Brasil e no mundo, o que leva a empresa ter vendas muito pulverizadas, as quais ainda não permitem criar cenários fidedignos quanto ao mercado consumidor.

No Quadro 1 estão as matérias-primas utilizadas nos dois produtos que foram analisados, bem como as suas unidades de medida. Estes dois produtos serviram para estudar o comportamento do modelo em relação às estratégias adotadas pelos gestores durante os anos de 2011 e 2012.

A coleta de dados foi realizada a partir de entrevistas com o diretor industrial e com o gerente de PCP e por meio da análise de documentos referentes à produção dos produtos 1 e 2 nos anos de 2011 e 2012.

Quadro 1: MatériaS-primas e Produtos da Empresa

<i>Recibo Comercial C/C 50F X1</i>	<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2</i>
<i>Y1: Offset 56 Grs 81 Cm, FSC (Kg)</i>	<i>Y1: Offset 56 Grs 81 Cm, FSC (Kg)</i>
<i>Y2: CP recibo com canhoto 50 fl 20R (Fl)</i>	<i>Y2: CP nota neutra 1/32 peq. 50 fl 25R (Fl)</i>
<i>Y3: Tinta flexo (Kg)</i>	<i>Y3: Tinta flexo (Kg)</i>
<i>Y4: Kraft natural 80 Grs 57x85 (Fl)</i>	<i>Y4: Kraft natural 80 Grs 57x85 (Fl)</i>
<i>Y5: Rótulo padrão-pacote 95x50 mm (Un)</i>	<i>Y5: Rótulo padrão-pacote 95x50 mm (Un)</i>
<i>Y6: Arame galvanizado 0,65 mm, nº 23 (Kg)</i>	<i>Y6: Arame galvanizado 0,65 mm, nº 23 (Kg)</i>

A cadeia de suprimentos para produção do recibo comercial C/C 50 folhas e da nota neutra 1/32 peq. 50 folhas podem envolver aproximadamente 30 fornecedores, pois para cada matéria-prima poderá haver pelo menos três fornecedores. Os dados apresentados nas Tabelas de 1 a 9 e as Figuras 4 a 10 são referentes à produção do ano fiscal de 2011.

Na Tabela 1 são apresentados os dois produtos analisados e sua composição em termos das matérias-primas, o tempo e custo de produção e o preço de venda.

Na Tabela 1, o tempo de produção Y7 está expresso em horas trabalhadas em uma determinada linha durante os dias de trabalho, Y8 que é o valor do custo de produção de uma unidade e o preço de venda Y9 estão em Reais.

Tabela 1: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2011

<i>Itens a produzir</i>									
<i>Produto</i>	<i>Y1</i>	<i>Y2</i>	<i>Y3</i>	<i>Y4</i>	<i>Y5</i>	<i>Y6</i>	<i>Tempo</i>	<i>Custo</i>	<i>Preço Venda</i>
							<i>Y7</i>	<i>Y8</i>	<i>Y9</i>
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1</i>	0,06	0,05	0,19	0,05	0,05	0,12	14,6	0,19	0,60
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2</i>	0,05	0,04	0,14	0,04	0,05	0,12	14,6	0,15	0,49

A Tabela 2 trata dos níveis dos estoques de segurança dos produtos Recibo Comerciais C/C 50 folhas e Nota neutra 1/32 Peq. 50 folhas, expressos em valores percentuais durante os 12 meses, visto que os volumes dos estoques de segurança podem variar conforme o volume a ser produzido no mês.

Tabela 2: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2011

<i>Estoque de Segurança dos Itens a Produzir em %</i>												
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<i>Dias de Produção</i>	7,2	7,6	6,4	4,4	10,0	4,7	7,6	7,0	7,6	4,1	7,9	8,0
<i>Intervalo de reabastecimento</i>	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
<i>ES_i</i>	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001

Na Tabela 3 é apresentada a proporção de unidades a serem produzidas por mês de cada um dos produtos Recibo Comerciais C/C 50 folhas e Nota neutra 1/32 Peq. 50 folhas. Esta proporção poderá variar conforme a necessidade mensal do que deva ser produzida de cada modelo e são baseados em dados históricos do último quadriênio.

Tabela 3: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2011

<i>Proporção das Unidades a Produzir por mês</i>												
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1.1</i>	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.1</i>	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

A Tabela 4 apresenta os tempos disponíveis para a produção dos produtos Recibo Comerciais C/C 50 folhas e Nota neutra 1/32 Peq. 50 folhas, durante os 12 meses do ano, os

tempos poderão sofrer ajustes durante o transcorrer dos meses, podendo ser aumentados ou diminuídos, conforme a necessidade.

Tabela 4: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2011

<i>Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1,2</i>	3.154	3.329	2.803	1.927	4.380	2.059	3.329	3.066	3.329	1.796	3.460	3.504
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2,2</i>	3.154	3.329	2.803	1.927	4.380	2.059	3.329	3.066	3.329	1.796	3.460	3.504

A Tabela 5 apresenta as quantidades a serem produzidas dos produtos Recibo Comerciais C/C 50 folhas e Nota neutra 1/32 Peq. 50 folhas, no transcorrer dos 12 meses, as quais foram calculadas pelo *Excel* e os dados que foram informados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Além dos dados informados nas Tabelas 1, 2, e 3, na Tabela 5 deverão ser informados os dados referentes a: custo de armazenagem (C_j), demanda (D_j), unidades a produzir (UP_j) e a taxa de custo do seguro anual (h_j), estas informações devem ser fornecidas pelos responsáveis da empresa - equipes de marketing e PCP. Com base nestes dados, serão geradas as informações relativas à expectativa de compras das matérias-primas, já prevendo uma margem de segurança no estoque, além de apresentar na função objetivo a minimização dos custos de produção, armazenagem e aquisição das matérias-primas, dentre outros fatores que podem vir a ser analisados.

Tabela 5: Quantidades a serem produzidas [produto/mês] 2011

<i>Período</i>	<i>Otd X1</i>	<i>Otd X2</i>	<i>C_j</i>	<i>D_j</i>	<i>UP_j</i>	<i>PC_j</i>	<i>IC_j</i>	<i>AC_j</i>	<i>EC_j</i>	<i>AD_j</i>	
<i>Janeiro</i>	<i>193370</i>	<i>193370</i>	0,00	386740	386740	21271	17403	63812	17403	19337	
<i>Fevereiro</i>	<i>165270</i>	<i>165270</i>	0,00	330540	330540	18180	14874	54539	14874	16527	
<i>Março</i>	<i>149170</i>	<i>149170</i>	0,00	298340	298340	16409	13425	49226	13425	14917	
<i>Abril</i>	<i>167190</i>	<i>167190</i>	0,00	334380	334380	18391	15047	55173	15047	16719	
<i>Mai</i>	<i>169500</i>	<i>169500</i>	0,00	339000	339000	18645	15255	55935	15255	16950	
<i>Junho</i>	<i>125740</i>	<i>125740</i>	0,00	251480	251480	13831	11317	41494	11317	12574	
<i>Julho</i>	<i>153710</i>	<i>153710</i>	0,00	307420	307420	16908	13834	50724	13834	15371	
<i>Agosto</i>	<i>169900</i>	<i>169900</i>	0,00	339800	339800	18689	15291	56067	15291	16990	
<i>Setembro</i>	<i>139170</i>	<i>139170</i>	0,00	278340	278340	15309	12525	45926	12525	13917	
<i>Outubro</i>	<i>185449</i>	<i>185449</i>	0,00	370897	370897	20399	16690	61198	16690	18545	
<i>Novembro</i>	<i>182160</i>	<i>182160</i>	0,00	364320	364320	20038	16394	60113	16394	18216	
<i>Dezembro</i>	<i>247020</i>	<i>247020</i>	0,00	494040	494040	27172	22232	81517	22232	24702	
<i>Taxa de custo do seguro Anual %</i>	<i>0,3500</i>	<i>0,3200</i>									
<i>Função Objetivo</i>	<i>961.970,83</i>										

A Tabela 6 apresenta os dados de tempos de produção (em minutos) que devem ser informados pelo gerente de PCP. Estes dados irão influenciar nos resultados das Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 6: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] 2011

Análise cruzada da aplicação de um modelo matemático na gestão dos estoques de matérias-primas e os resultados dos anos de 2011 e 2012 em uma empresa multi-nacional
Paulo Cesar Chagas Rodrigues, Fernando Augusto Silva Marins, Fernando Bernardi de Souza

	Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto ao mês (minutos)											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Recibo Comercial C/C 50F X1,2	5.328	5.184	4.896	1.440	5.760	3.456	4.320	5.040	4.320	4.032	6.624	5.184
Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2,2	5.040	5.760	4.320	4.896	8.640	3.312	6.624	5.040	6.624	1.872	4.752	6.336

A Tabela 7 apresenta os resultados referentes à quantidade de produto que se deixou de produzir ou que poderia ser produzido, conforme os tempos informados na Tabela 6 e os gerados durante a execução do Solver do Excel (Tabela 5).

Tabela 7: Perdas de produção [produto /mês] 2011

Total	X22	X11	Quantidades das perdas de produção em unidades por mês																																																																							
			Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total Geral																																																											
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso																																																								
0	0	0	16.688	7.752	8.936	0	0	0	17.615	9.991	7.624	0	0	0	14834	6.233	8.601	2.002	0	2.002	12.201	12.201	0	23.178	17.507	5.671	0	0	0	10.884	5.151	5.743	0	0	0	17.615	13.542	4.073	0	0	0	16.225	8.112	8.112	0	0	0	17.615	13.542	4.073	0	0	0	9.503	313	9.190	0	0	0	18.311	5.309	13.002	0	0	0	32.942	11.638	21.304	2.002	0	2.002	207.621	111.292	96.330

A Tabela 8 apresenta o resultado referente às possíveis perdas de produção (em minutos), que se referem ao que não se conseguiu produzir ou que poderia ser produzido durante o ano.

Tabela 8: Perdas de produção [min/mês] 2011

Total	X22	X11	Perdas de produção em minutos por mês																																																																												
			Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total Geral																																																																
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso																																																													
0	0	0	4.061	1.886	2.174	0	0	0	4.286	2.431	1.885	0	0	0	3.610	1.517	2.083	487	0	487	2.969	2.969	0	0	0	0	0	0	5.640	4.260	1.380	0	0	0	2.651	1.253	1.387	0	0	0	4.286	3.295	991	0	0	0	3.948	1.974	1.974	0	0	0	4.286	3.295	991	0	0	0	2.312	76	2.236	0	0	0	4.456	1.292	3.164	0	0	0	4.512	2.832	1.680	487	0	487	47.017	27.081	19.936

A Tabela 9 apresenta os custos de perdas de vendas e se referem ao que não se conseguiu produzir ou que poderia ser produzido durante o ano.

Tabela 9: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2011

Revista de Administração de Roraima-UFRR, Boa Vista, Vol. 6 n. 1, p.174-203, jan - jun. 2016.

Análise cruzada da aplicação de um modelo matemático na gestão dos estoques de matérias-primas e os resultados dos anos de 2011 e 2012 em uma empresa multi-nacional

Paulo Cesar Chagas Rodrigues, Fernando Augusto Silva Marins, Fernando Bernardi de Souza

		Custo da perda de vendas nos meses R\$												Total Geral	
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.		
		Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso		
Total	X11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	820,90	18.302,62
	X22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	2.848,26	1.150,45	1.697,82	2.931,28	1.462,70	1.448,58	0	0	0	0	0	0	2.959,14	1.634,10
		820,90	0	820,90	1.810,56	0	820,90	0	820,90	0	820,90	0	820,90	0	820,90
		3.675,56	2.598,02	1.077,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.675,56	1.077,53
		1.855,52	764,40	1.091,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.855,52	764,40
		2.783,57	2.009,62	773,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.783,57	773,95
		2.745,21	1.203,87	1.541,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.745,21	1.541,34
		2.783,57	2.009,62	773,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.783,57	773,95
		1.792,55	46,47	1.746,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.792,55	46,47
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3.266,19	767,82	2.470,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.266,19	767,82
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5.774,91	1.727,13	4.047,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.774,91	1.727,13
		820,90	0	820,90	1.810,56	0	820,90	0	820,90	0	820,90	0	820,90	820,90	18.302,62
		34.818,32	16.515,70	18.302,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34.818,32	16.515,70

Para ilustrar o comportamento dos valores da Tabela 1, foram elaboradas as Figuras 4 a 10. A Figura 4 mostra o volume a ser produzido em 2011.

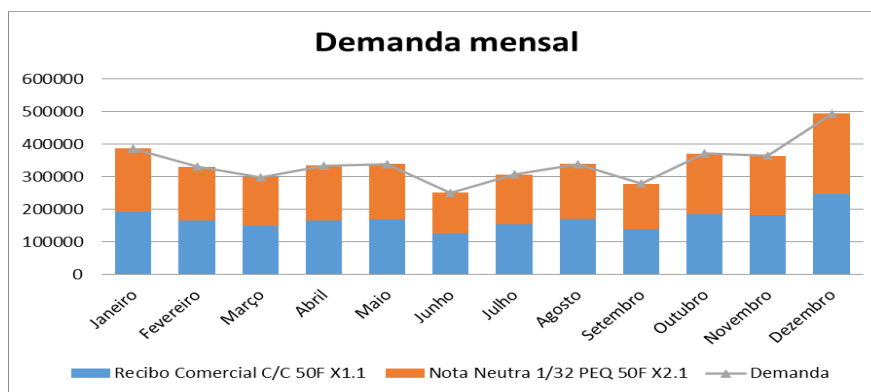


Figura 4: Gráfico referente ao volume a ser produzido em 2011

A Figura 5 ilustra o volume a global de unidades a serem produzidas durante os 12 meses deste ano de 2011.

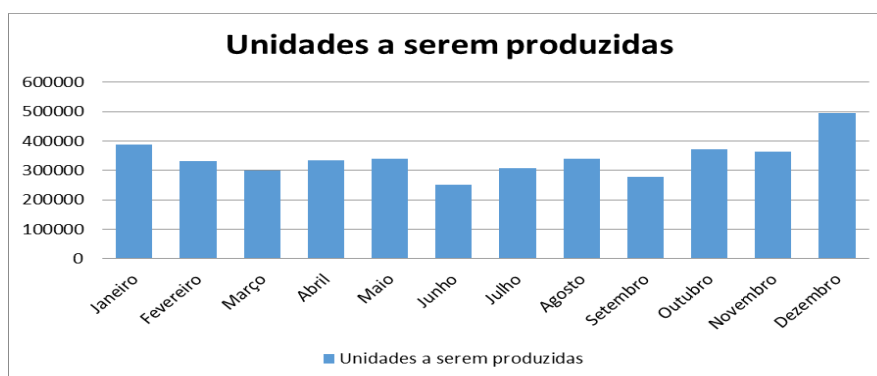


Figura 5: Gráfico de unidades a serem produzidas no período de 12 meses de 2011

Na Figura 6 é apresentada a evolução do estoque de segurança global no período de 12 meses, os valores percentuais mostram o período em que ele poderá ser menor ou maior, com

o objetivo de atender aos pedidos emergenciais que porventura venham a existir.

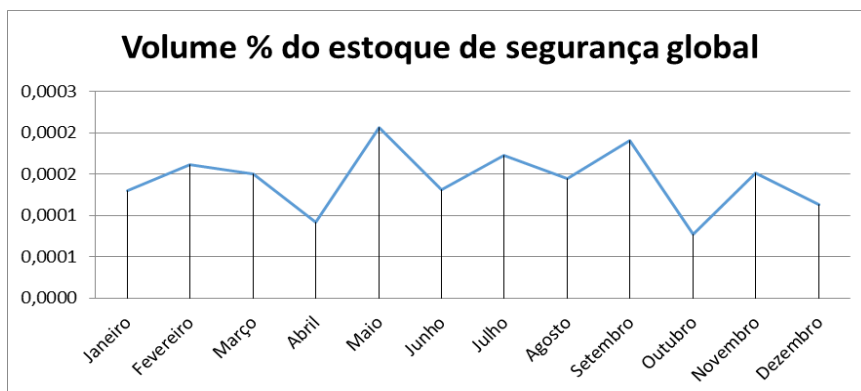


Figura 6: Gráfico do volume dos estoques de segurança em % no período de 2011

A Figura 7 apresenta as quantidades que não foram produzidos durante o ano de 2011, sendo a linha verde referente à quantidade total não produzida.

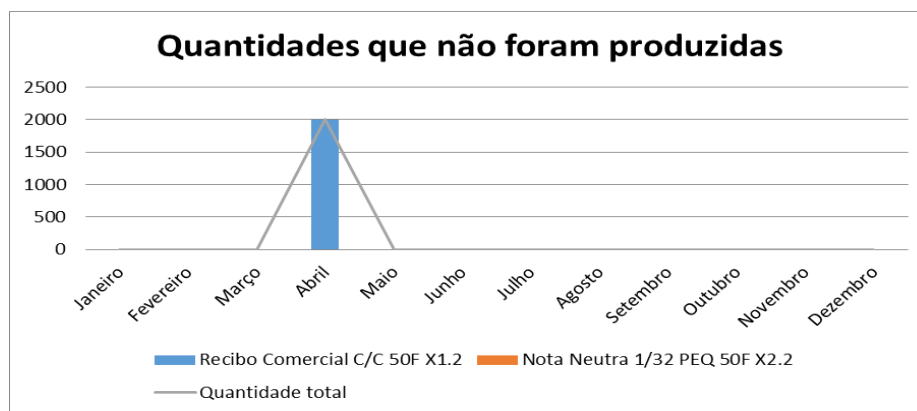


Figura 7: Gráfico das quantidades que não foram produzidas em 2011

A Figura 8 apresenta um gráfico sobre os custos de perda das vendas no ano de 2011, na linha Azul está o custo total.

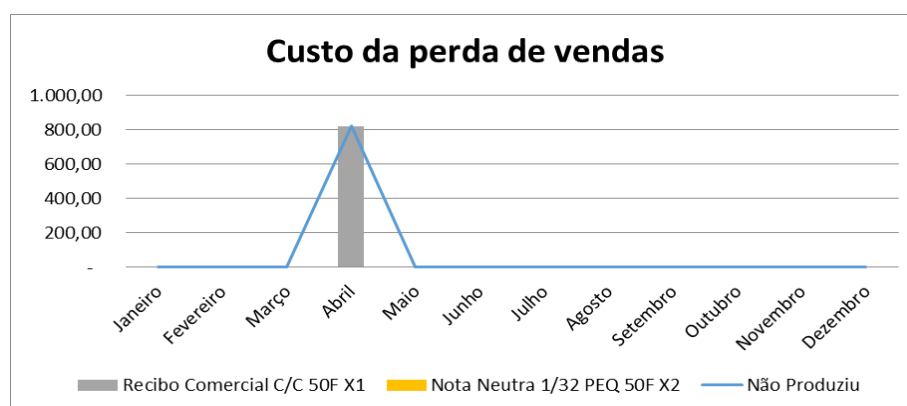


Figura 8: Gráfico do custo da perda de vendas em 2011

A Figura 9 apresenta um gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas.

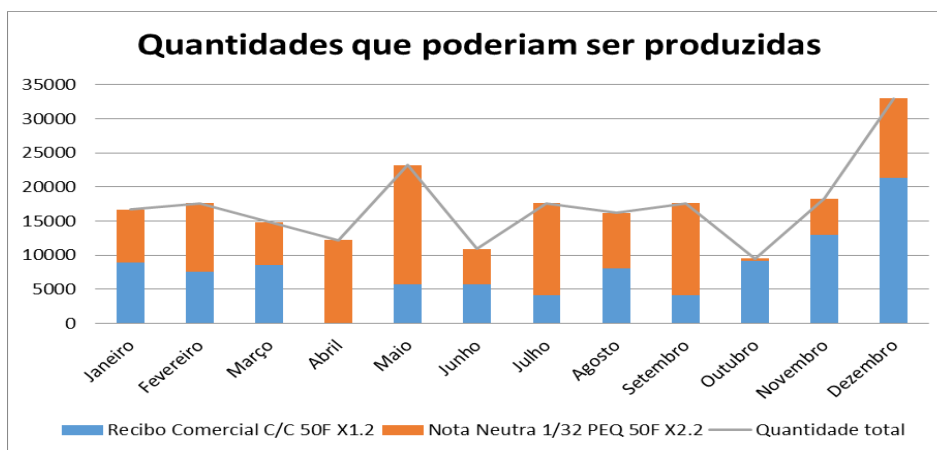


Figura 9: Gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas em 2011

A Figura 10 apresenta um gráfico sobre os custos da perda das possíveis vendas em 2011.

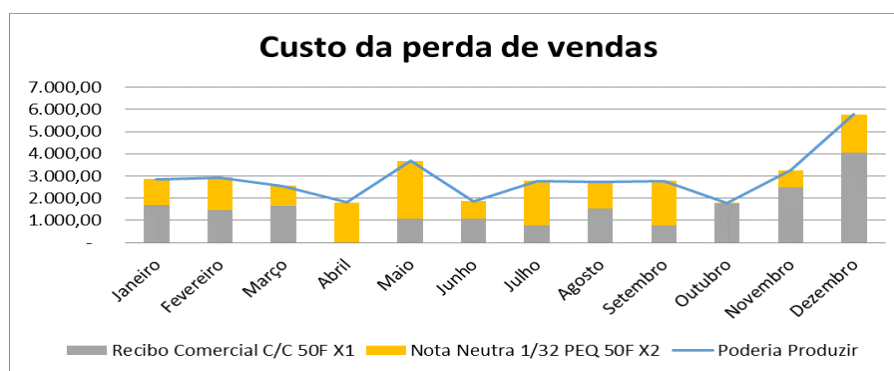


Figura 10: Gráfico do custo das quantidades que poderiam ser produzidas em 2011

As Tabelas de 10 a 18 e as Figuras 11 a 17 são referentes à produção do ano fiscal de 2012, e são similares às aquelas apresentadas para o ano de 2011.

Tabela 10: Uso de matéria-prima/produto, tempo de produção/produto, custo de produção/produto e preço de venda/produto 2012

<i>Itens a produzir</i>									
<i>Produto</i>	<i>Tempo</i>						<i>Custo</i>	<i>Preço</i>	
	<i>Y1</i>	<i>Y2</i>	<i>Y3</i>	<i>Y4</i>	<i>Y5</i>	<i>Y6</i>	<i>Y7</i>	<i>Y8</i>	<i>Venda Y9</i>
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1</i>	0,06	0,05	0,19	0,05	0,05	0,12	14,6	0,19	0,60
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2</i>	0,05	0,04	0,14	0,04	0,05	0,12	14,6	0,15	0,49

A Tabela 11 trata do estoque de segurança, as informações sobre dias de produção e intervalo de reabastecimento devem ser informadas pela equipe ou pelos gestores responsáveis pela estratégia produtiva da empresa. Os valores referentes aos dias de produção poderão estar fracionados. O intervalo de reabastecimento deverá representar o maior tempo

que a empresa leva para receber as matérias-primas que compõem o produto.

Tabela 11: Estoque de segurança dos itens a serem produzidos [%/mês] 2012

<i>Estoque de Segurança dos Itens a Produzir em %</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Dias de Produção	7,2	7,6	6,4	4,4	10,0	4,7	7,6	7,0	7,6	4,1	7,9	8,0
Intervalo de reabastecimento	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
ES1	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002
ES2	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002

Na Tabela 12 está a informação acerca do tamanho do lote de produção dos produtos, o qual poderá variar durante os doze meses. Na situação analisada o valor foi constante e igual a cinquenta mil unidades para os dois produtos. Estes valores deverão ser informados pela equipe ou responsáveis pela gestão estratégica da empresa.

Tabela 12: Proporção das unidades a serem produzidas [%/mês] 2012

<i>Proporção das Unidades a Produzir por mês</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Recibo Comercial C/C 50F X1.1	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.1	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

A Tabela 13 apresenta o resultado referente ao tempo necessário para que se possa produzir a quantidade calculada a partir da execução do *Solver* do *Excel*, este valor servirá de parâmetro para a se saber se o tempo que estará sendo disponibilizado para a produção dos produtos é suficiente e quanto poderá ser deixado de produzir, ou quanto Pode Produzir além do estipulado na estratégia.

Tabela 13: Tempo total de produção por produto [min/mês] 2012

<i>Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)</i>												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Recibo Comercial C/C 50F X1.2	3.154	3.329	2.803	1.927	4.380	2.059	3.329	3.066	3.329	1.796	3.460	3.504
Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2.2	3.154	3.329	2.803	1.927	4.380	2.059	3.329	3.066	3.329	1.796	3.460	3.504

A Tabela 14 apresenta o resultado de quantas unidades devem ser produzidas dos produtos X1 e X2, durante os doze meses, além de permitir observar a quantidade de matéria-prima que será necessário comprar durante o transcorrer dos 12 meses. Estes valores podem contribuir para a negociação de valores, prazos de entrega, qualidade do produto, além de apresentar na função objetivo a minimização dos custos de produção, armazenagem e aquisição das matérias-primas, dentre outros fatores que podem vir a ser analisados.

Tabela 14: Quantidades a serem produzidas [produto/mês] 2012

Análise cruzada da aplicação de um modelo matemático na gestão dos estoques de matérias-primas e os resultados dos anos de 2011 e 2012 em uma empresa multi-nacional

Paulo Cesar Chagas Rodrigues, Fernando Augusto Silva Marins, Fernando Bernardi de Souza

<i>Período</i>	<i>Qtd X1</i>	<i>Qtd X2</i>	<i>C_j</i>	<i>D_j</i>	<i>UP_j</i>	<i>PC_j</i>	<i>TC_j</i>	<i>AC_j</i>	<i>EC_j</i>	<i>AD_j</i>
<i>Janeiro</i>	147830	147830	0,00	295660	295660	16261	13305	48784	13305	14783
<i>Fevereiro</i>	138680	138680	0,00	277360	277360	15255	12481	45764	12481	13868
<i>Março</i>	187340	187340	0,00	374680	374680	20607	16861	61822	16861	18734
<i>Abril</i>	138710	138710	0,00	277420	277420	15258	12484	45774	12484	13871
<i>Mai</i>	159220	159220	0,00	318440	318440	17514	14330	52543	14330	15922
<i>Junho</i>	136280	136280	0,00	272560	272560	14991	12265	44972	12265	13628
<i>Julho</i>	114870	114870	0,00	229740	229740	12636	10338	37907	10338	11487
<i>Agosto</i>	222630	222630	0,00	445260	445260	24489	20037	73468	20037	22263
<i>Setembro</i>	157790	157790	0,00	315580	315580	17357	14201	52071	14201	15779
<i>Outubro</i>	161560	161560	0,00	323120	323120	17772	14540	53315	14540	16156
<i>Novembro</i>	142550	142550	0,00	285100	285100	15681	12830	47042	12830	14255
<i>Dezembro</i>	158170	158170	0,00	316340	316340	17399	14235	52196	14235	15817
<i>Taxa de custo do seguro Anual %</i>	0,3500	0,3200								
<i>Função Objetivo</i>	879.627,85									

Na Tabela 15 foram informados os tempos disponíveis que a produção possui para a fabricação dos dois produtos, os quais quando analisados de forma cruzada com os tempos necessários para produção informados na Tabela 13. A partir destas informações foram geradas as Tabelas 16, 17 e 18. Estes valores devem ser informados e revistos durante as reuniões para formulação das estratégias produtivas.

Tabela 15: Tempo Total de produção estimado pelos gestores por produto [min/mês] 2012

	<i>Tempo Total de produção estimada por produto ao mês (minutos)</i>											
	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Out.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dez.</i>
<i>Recibo Comercial C/C 50F X1,2</i>	5.328	5.184	4.896	1.440	5.760	3.456	4.320	5.040	4.320	4.032	6.624	5.184
<i>Nota Neutra 1/32 PEQ 50F X2,2</i>	5.040	5.760	4.320	4.896	8.640	3.312	6.624	5.040	6.624	1.872	4.752	6.336

As informações disponibilizadas na Tabela 16 são resultados da aplicação do Solver do Excel e informações adicionais obtidas durante as reuniões com os gestores. Esta Tabela 16 apresenta um cenário referente às quantidades de produtos que se deixou de produzir ou que se Pode Produzir a mais, permitindo assim que a empresa possa analisar se as estratégias que se pretende adotar são interessantes ou não.

Tabela 16: Perdas de produção [produto /mês] 2012

Análise cruzada da aplicação de um modelo matemático na gestão dos estoques de matérias-primas e os resultados dos anos de 2011 e 2012 em uma empresa multi-nacional

Paulo Cesar Chagas Rodrigues, Fernando Augusto Silva Marins, Fernando Bernardi de Souza

		Quantidades das perdas de produção em unidades por mês												Total Geral													
Total	X22	X11	Jan.		Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda
0	0	0																									
16.688	7.752	8.936																									
0	0	0																									
17.615	9.991	7.624																									
0	0	0																									
14.834	6.233	8.601																									
2.002	0	2.002																									
12.201	12.201	0																									
0	0	0																									
23.178	17.507	5.671																									
0	0	0																									
10.894	5.151	5.743																									
0	0	0																									
17.615	13.542	4.073																									
0	0	0																									
16.225	8.112	8.112																									
0	0	0																									
17.615	13.542	4.073																									
0	0	0																									
9.503	313	9.190																									
0	0	0																									
18.311	5.309	13.002																									
0	0	0																									
32.942	11.638	21.304																									
2.002	0	2.002																									
207.621	111.292	96.330																									

A Tabela 17 apresenta as perdas de produção para o ano de 2012. Esta perda se refere à diferença entre os tempos que o modelo calculou para atender a demanda estimada e o tempo que a equipe de estratégia produtiva definiu para os produtos no período.

Tabela 17: Perdas de produção [min/mês] 2012

		Perdas de produção em minutos por mês												Total Geral													
Total	X22	X11	Jan.		Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		Dez.		
			Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda	Custo de produção em excesso	Custo de não atendimento da demanda
0	0	0																									
4.061	1.886	2.174																									
0	0	0																									
4.286	2.431	1.855																									
0	0	0																									
3.610	1.517	2.093																									
487	0	487																									
2.969	2.969	0																									
0	0	0																									
5.640	4.260	1.380																									
0	0	0																									
2.651	1.253	1.397																									
0	0	0																									
4.286	3.295	991																									
0	0	0																									
3.948	1.974	1.974																									
0	0	0																									
4.286	3.295	991																									
0	0	0																									
2.312	76	2.236																									
0	0	0																									
4.456	1.292	3.164																									
0	0	0																									
4.512	2.832	1.680																									
487	0	487																									
47.017	27.081	19.936																									

A Tabela 18 apresenta o custo das perdas de vendas, tanto por falta de tempo para produzir o necessário para atender a demanda, quanto ao que poderia ser produzido com o tempo que foi alocado e não foi utilizado.

Tabela 18: Custo das perdas de vendas [R\$/mês] 2012

		Custo da perda de vendas nos meses R\$												Total Geral	
Total	X11	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Custo de não atendimento de demanda em excesso	Custo de produção em excesso
		Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda	Custo de não atendimento de demanda
		Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso	Custo de produção em excesso
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.848,26	1.150,45	1.697,82	2.931,28	1.482,70	1.448,58	2.559,14	925,04	1.634,10	820,90	1.810,56	0	820,90	1.810,56	1.810,56	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.675,55	2.598,02	1.077,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.855,52	764,40	1.091,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.793,57	2.009,62	773,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.745,21	1.203,87	1.541,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.793,57	2.009,62	773,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.792,55	46,47	1.746,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.256,19	787,82	2.470,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.774,91	1.727,13	4.047,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
820,90	0	820,90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34.818,92	16.515,70	18.302,62													

A Figura 11 apresenta as demandas dos produtos nota neutra 1/32 peq. 50f e o recibo comercial c/c 50f nas cores vermelha e azul, respectivamente, e com a linha verde a demanda total por mês.

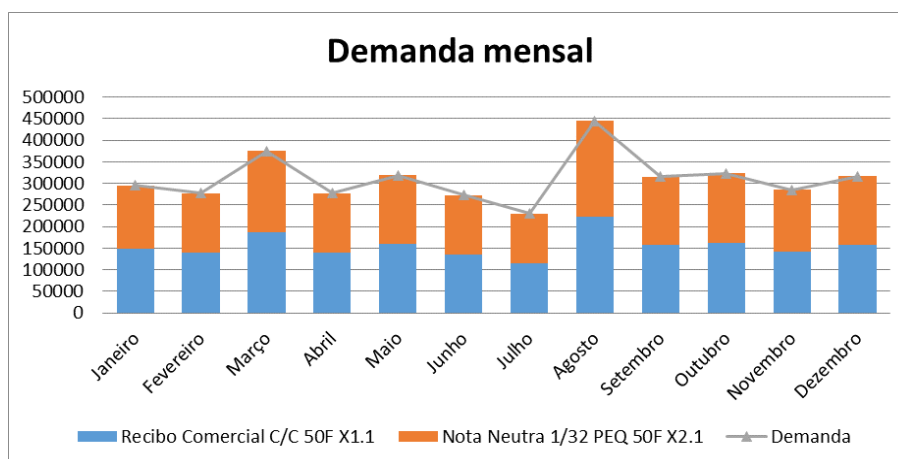


Figura 11: Gráfico referente ao volume a ser produzido em 2012

A Figura 22 apresenta as unidades a serem produzidas por mês, de forma que seja atendida a demanda informada na Figura 7.

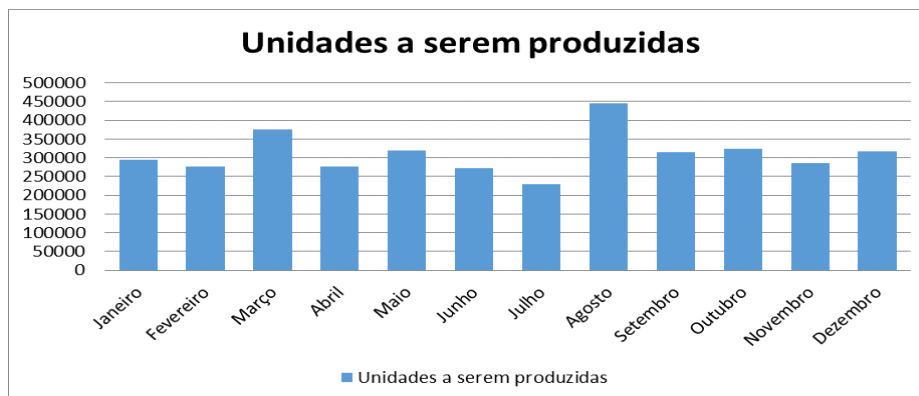


Figura 12: Gráfico de unidades a serem produzidas em 2012

Na Figura 13 é apresentado o percentual de estoque de segurança que deve existir, para que a produção não pare, caso ocorra alguma emergência.

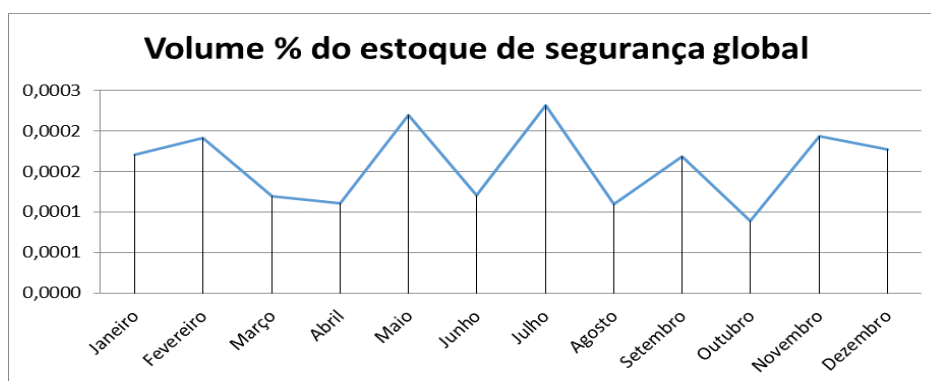


Figura 13: Gráfico do volume dos estoques de segurança em 2012

A Figura 14 apresenta um gráfico com a quantidade dos dois produtos que deixaram de ser produzidos durante o ano de 2012, representando a quantidade de produto que a empresa deixou vender em relação à demanda.

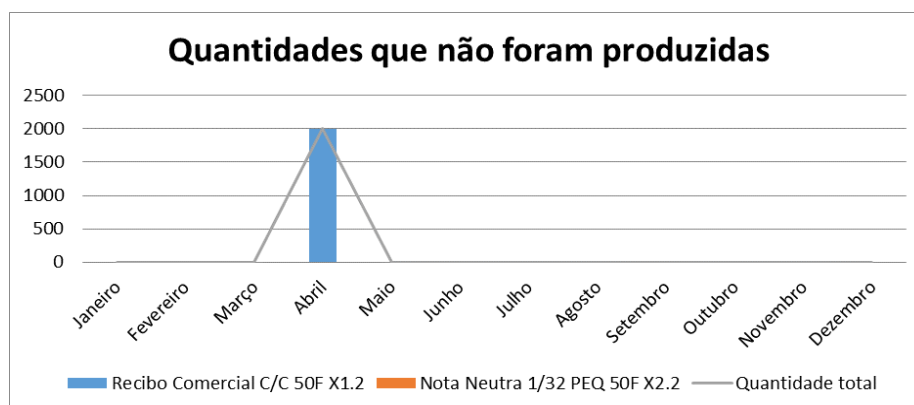


Figura 14: Gráfico da quantidade que não foi produzida em 2012

A Figura 15 apresenta o gráfico do custo de perda de vendas, por ter produzido abaixo

da demanda prevista e que poderá refletir na perda de mercado consumidor.

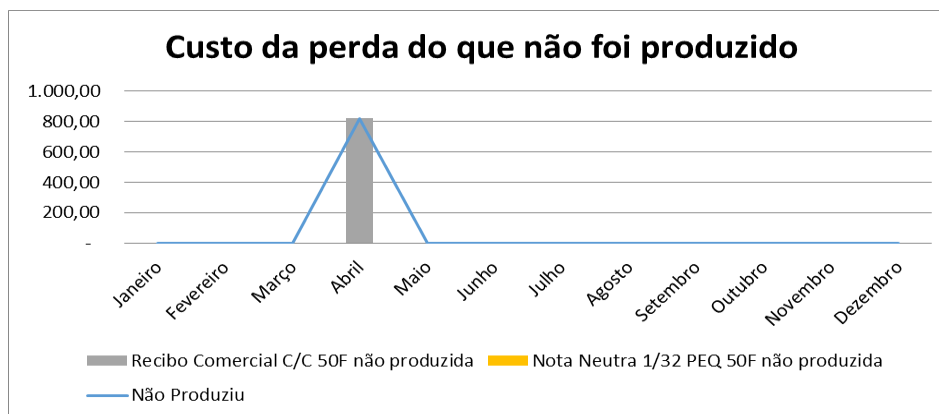


Figura 15: Gráfico do custo da perda de vendas em 2012

A Figura 16 apresenta um gráfico do que poderia ser produzido de um determinado produto, e que poderia atender uma demanda reprimida ou gerar estoques para tentar atender as demandas nos meses seguintes.

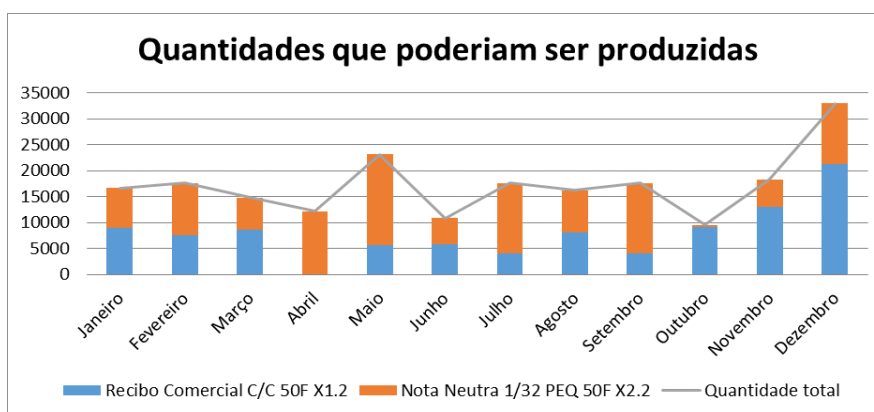


Figura 16: Gráfico das quantidades que poderiam ser produzidas em 2012

A Figura 17 apresenta um gráfico com o custo das possíveis vendas perdidas e, como a Figura 16, poderia contribuir para uma análise visando à redução do custo de perda de vendas nos meses subsequentes.

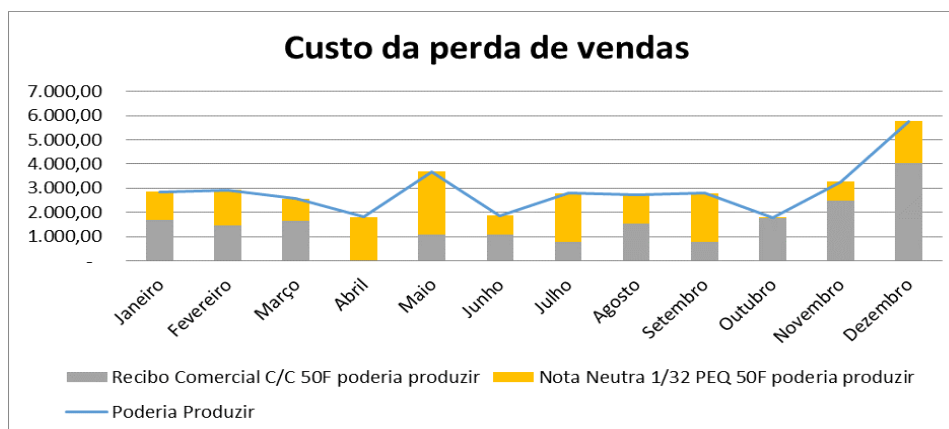


Figura 17: Gráfico do custo das quantidades que poderiam ser produzidas em 2012

A seguir apresenta-se uma análise cruzada dos resultados obtidos nos anos de 2011 e 2012. Na Figura 18 há um gráfico sobre a demanda mensal para os anos de 2011, 2012 e a média mensal da demanda entre os dois anos. Pode-se observar que nos meses de janeiro, fevereiro, abril, maio, julho, outubro, novembro e dezembro ocorreram quedas nas demandas de 2012 em relação ao ano de 2011.

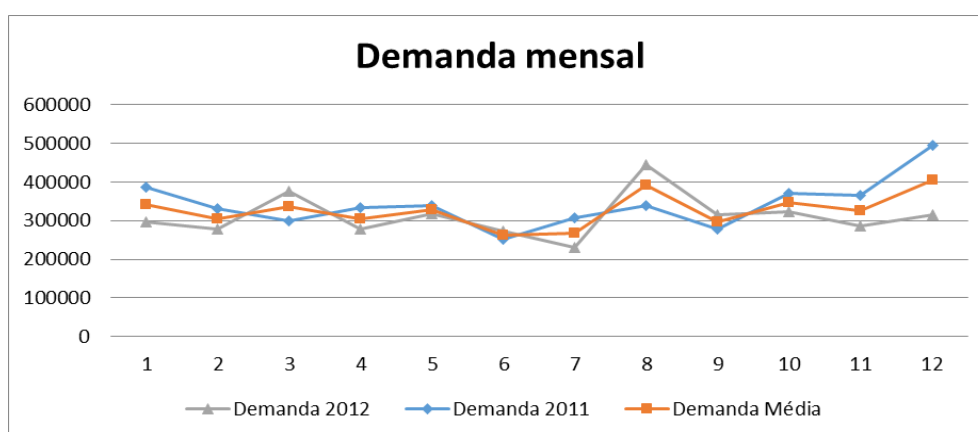


Figura 18: Gráfico da demanda mensal dos anos de 2011 e 2012.

A partir da análise das Figuras 9, 10, 16 e 17, pode-se observar que a empresa disponibiliza tempos de produção que podem ser considerados como excedentes para a produção dos dois produtos considerados.

5 ANÁLISE E VALIDAÇÃO POR PARTE DOS GESTORES DA EMPRESA

Segundo o diretor industrial e o gerente de PCP da empresa, o modelo contribui para a tomada de decisão, pois permite visualizar os resultados de possíveis estratégias que permitam a redução de custos e ou a gestão dos estoques. A seguir serão apresentados os pontos fortes, sugestão de melhoria e pontos fracos:

Pontos fortes:

- *No longo prazo ser possível observar, em que período haverá gargalo de produção, com possíveis perdas de vendas!*
 - ✓ Analisando a demanda em um período de 12 meses, podem-se observar os períodos nos quais as cargas de trabalho poderão ser maiores ou menores, e tendo como base o mês que terá uma carga de trabalho acima de sua capacidade produtiva, distribuir todo o excedente previsto nos meses anteriores em que a carga de trabalho esteja abaixo da capacidade produtiva, de forma a atender a demanda que está sendo prevista.
- *Melhorar o nivelamento da produção!*
 - ✓ O modelo permite melhorar o nivelamento da produção quanto a carga de trabalho das máquinas, bem como nos níveis de estoques de matéria-prima, tendo como base o volume de estoque de produto acabado que deverá existir, o qual será baseado na previsão da demanda a curto, médio e longo prazo.
 - ✓ O nivelamento da produção poderá observar se em um determinado período a carga de trabalho para uma linha de produto possui tempo excedente e para a outra a falta, permitindo desta forma realocar o tempo ocioso para a linha de produto que irá necessitar.
- *Identificar os gargalos e usar os períodos ociosos para melhorar a distribuição da produção, evitando perdas de vendas!*
 - ✓ A partir dos resultados apresentados pelo modelo quanto à distribuição da produção, quantidades de matérias-primas a comprar e observando o que Deixou de Produzir, por falta de tempo e ou recurso ou o que deixou de produzir, por ter tempo ocioso, mas que não foi alocado para produzir determinado produto.
- *Trabalhar com estoques de segurança mais flexíveis. Ex.: se é previsto que ocorra desabastecimento do produto, eu posso em períodos de ociosidade aproveitar para elevar o estoque de segurança. E fazer isto no tempo adequado!*
 - ✓ Os estoques de segurança flexíveis podem ser tanto para o produto acabado, quanto para as matérias-primas que serão utilizadas, permitindo que ofereçam uma noção dos custos envolvidos. Pois caso seja observado que em um

determinado período de meses antes do gargalo, não haverá folga na carga de trabalho e os custos de manutenção destes estoques não impactam nos custos globais, poderá haver a ampliação destes estoques.

- *Permite verificar tempos disponíveis de produção que poderão ser usados para fazer promoções e ou esforços para aumentar vendas!*
 - ✓ Caso exista tempo ocioso após o gargalo e se tenha matéria-prima disponível e seja observado que a demanda pode aumentar, que estes recursos sejam utilizados para produzir mais unidades e estas sejam postas no mercado na forma de promoção e ampliando o esforço de vendas e reduzindo o custo de armazenagem.
 - ✓ Deve-se observar o tamanho do lote de produção, de forma a manter os custos de produção no mesmo patamar.
- *Reduzir custo de estoques matérias-primas, produtos semiacabados e acabados!*
 - ✓ O modelo se mostrou interessante também como uma ferramenta de apoio para a análise dos volumes de estoques de matéria-prima, produtos semiacabados e acabados, que são informados pelo sistema ERP da empresa, observando a evolução dos custos.

Ponto fraco:

- *Considerar apenas custo financeiro dos estoques de produtos acabados!*
 - ✓ O ponto fraco observado no modelo é que ele só considerou o custo financeiro dos estoques de produto acabado, de produção e custos das perdas de vendas. Como sugestão ficaria a idéia de se ampliar estes custos abrangendo, por exemplo, os custos de aquisição de matéria-prima, custo de máquina parada, dentre outros.

Recomendações para melhoria:

- *Testar com mais itens que concorrem com os mesmos recursos!*
 - ✓ O modelo se mostrou interessante para a análise de dois produtos, mas como uma possível evolução poderia haver novas validações, nas quais se ampliasse a quantidade de produtos e suas matérias-primas.

- ✓ Segundo o pesquisador a limitação era a versão do *software* que o mesmo estava usando, a qual era uma versão demo de 15 dias, por isso não houve tempo hábil para ampliar a *range* de produtos a serem utilizados na modelagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de decisão sobre o nível de postergação dos estoques de matérias-primas e produtos acabados pode ser melhorado, uma vez que as decisões estão ligadas ao feeling dos executivos sobre a atitude do mercado consumidor.

Foi observado que a ferramenta CPFRR pode estar sendo utilizada de forma errônea, uma vez que se pôde observar que não existe um método cientificamente confiável para validar as informações passadas pelo cliente e fornecedor de nível 1.

A formulação das necessidades de produção podem ser influenciadas pelo interesse dos fornecedores e departamentos, com previsões de postergação mau estimada, uma vez que o controle sobre as informações não é tão detalhista.

A equipe de PCP poderia ser mais abrangente e colaborativa com os departamentos e desta forma influenciar na definição da classificação ABC dos produtos, criando pontos de referência e de medição da produtividade e da postergação dos estoques.

Como forma de melhorar a previsão da demanda e a gestão da cadeia de suprimentos, poderia se adotar Vendor Management Inventory (VMI), permitindo que se crie a prática de remessa de matérias-primas e produtos acabados na data e quantidade necessárias ao nível do cliente e uma gestão conjunta das reservas.

Com a utilização das ferramentas CPFRR, VMI e do QR como complemento a postergação de forma e tempo, permitirá uma melhor administração dos riscos de incerteza, além de permitir a aplicação de ferramentas estatísticas.

Como complemento ao CPFRR e VMI, poderia ser adotada, a resposta rápida (QR), que permitem a prática de incentivar os clientes/consumidores a exercer um nível de gestão eficaz da cadeia de suprimentos e, conseqüentemente, melhorar a gestão de pedidos, reposição de estoques, manuseio e transporte e o intercâmbio de informações, permitindo assim reduzir custos e melhorar os níveis de atraso.

A aplicação de ferramentas quantitativas para a previsão da demanda permitirá obter informações mais precisas quanto ao mercado consumidor, como a postergação deverá se

comportar durante o período de produção. Estas ferramentas ainda são utilizadas de forma muito incipiente, necessitando desta forma um melhor aprimoramento dos funcionários envolvidos.

REFERÊNCIAS

BAILEY, J. P., & RABINOVICH, E. (2006) The Adoption of Inventory Postponement and Speculation: An Empirical Assessment of Oligopolistic Internet Retailers. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 42(4), 258-271.

CROXTON, K. L.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; LAMBERT, D. M., & ROGERS, D. S. (2001) The Supply Chain Management Processes. *International Journal of Logistics Management*, 12(2), 13-36.

DARÚ, G. H., & LACERDA, V. C. (2005) Utilização de Programação Dinâmica Multitrotulada para Balanceamento do Uso de Ferramenta. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMATICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 28., 2005, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SENAC.

DROHOMERESTKI, E.; CARDOSO, P. A., & COSTA, S. E. G. (2008) Uma análise comparativa entre a estratégia de postergação de tempo e a estratégia de especulação na cadeia de suprimentos: o impacto no estoque. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO.

EDALATKHAH, S. T. (2006) **Theoretical and experimental investigation of impacto of automatic identification in healthcare & automotive industries in Iran**. Dissertação (Mestrado em Business Administration and Social Sciences). Luleå, Sweden: LTU/TMU.

ENGELSETH, P. (2007) **The role of the package as na information resource in the supply chain: a case study of distributing fresh foods to retailers in Norway**. Dissertations (Department of Strategy and Logistics), Norwegian: Norwegian School of Management.

FAVARETTO, F. (2001) **Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), São Carlos: EESC/USP.

FERREIRA, K. A., & BATALHA, M. O. (2007) Condições para aplicação e uso do postponement na indústria de alimentos: o caso da empresa processadora de suco de laranja. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: ABEPRO.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C., & PUGH, J. D. (1998) Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *International Journal of Logistics Management*, 9(2), 1-19.

MCADAM, R., & MCCORMACK, D. (2001) Integrating business processes for global alignment and supply chain management. *Business Process Management Journal*, 7(2), 113-130.

MENDES, F. D.; LIMA, F. D. M.; FUSCO, J. P. A, & SACOMANO, J. B. (2008) Postergação como estratégia competitiva no segmento jeanswear da manufatura do vestuário de moda – MVM. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO.

NASCIMENTO NETO, R. V.; OLIVEIRA, J. R. A, & GHINATO, P. (2002) Supply chain management: aplicação e ferramentas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO.

NG, T. W, & CHUNG, W. (2008) The roles of distributor in the supply chain: push-pull boundary. **International Journal of business and management**. 3(7), 28-39.

PACHECO, R. F, & CÂNDIDO, M. A. B. (2001) Metodologia de avaliação da viabilidade de mudança de estratégia de gestão da demanda de MTO para ATO. **Não publicado**. PUCPR.

PANZUTO, N. S, & RODRIGUES, P. C. C. (2010) Analysis of inventory in a small business. **Independent Journal of a Management & Production**, v1(1), 37-50.

PERAZZA, L, & RODRIGUES, P. C. C. (2010) Analysis of performance evaluation model through the balanced scorecard in a footwear industry. **Independent Journal of a Management & Production**, 1(1), 24-36.

RODRIGUES, P. C. C, & OLIVEIRA, O. J. (2010) Engineering-to-order versus make-to-stock strategy: an analysis at two printing companies. **Independent Journal of a Management & Production**, 1(1), 1-23.

TAN, K. C. (2002) Supply chain management: practices, concerns, and performance issues, **Journal of Supply Chain Management**, 38(1), 42-53.

VAN HOEK, R. I, & DIERDONCK, R. V. (2000) Postponed manufacturing supplementary to transportation services? Transportation Research Part E: **Logistics and Transportation Review**, 36(3), 205-217.

VEROL, M. V. A. (2006) **Estratégias logísticas nas empresas de telefonia celular: status e oportunidades na gestão de aparelhos**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração). Rio de Janeiro: IBMEC.

WALLIN, C.; RUNGTUSANATHAM, J, & RABINOVICH, E. (2006) What is the “right” inventory management approach for a purchased item?. **International Journal of Operations & Production Management**. 6(26), 50-68.

WIDIARTA, H, & BERGHEN, B. V. (2004) Inventory systems for a make-to-stock and make-to-order environment. **Journal of the Institution of Engineers**, 44(4), 31-40.

YANG, B, & BURNS, N. D. (2003) Implications of postponement for the supply chain. **International Journal of Production Research**, 41(9), 2075-2090.

YANG, B.; BURNS, N. D, & BACKHOUSE, C. J. (2003) The management of uncertainty through postponement., **International Journal of Production Research**, 42(6), 1049-1064.

ZANG, C, & TAN, G. (2001) Classification of Postponement Strategies and Performance Metrics Framework. In: PACIFIC ÁSIA CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 5., 2001. **Proceedings** Soul, Korea, 20- 22 june.

Análise cruzada da aplicação de um modelo matemático na gestão dos estoques de matérias-primas e os resultados dos anos de 2011 e 2012 em uma empresa multi-nacional
Paulo Cesar Chagas Rodrigues, Fernando Augusto Silva Marins, Fernando Bernardi de Souza

ZINN, W. (1990) O retardamento da montagem final de produtos como estratégia de marketing e distribuição. **Revista de Administração de Empresas**, 4, 53-59.