



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Planejamento de Estoques em uma Indústria de Manufatura

Matheus Binotto Francescatto

Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Maria

Juliane Schwertner Palma

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – Universidade Federal de Santa Maria

Cristiano Roos

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – Universidade Federal de Santa Maria

Resumo: A seleção e a implementação de um planejamento de gestão de estoques é vital para atender as expectativas do mercado em oferecer o produto no momento e na quantidade certos e com os custos previstos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é elaborar um planejamento de gestão de estoques para uma indústria de manufatura. Os métodos mais explorados em uma bibliografia atual foram selecionados e aplicados. Foram calculados valores para estoque de segurança, lote econômico de compra, custos de estoque e ponto de pedido para as matérias-primas mais relevantes da empresa, de acordo com uma classificação ABC e à estrutura dos produtos. Esses dados foram utilizados no planejamento das necessidades dos materiais (MRP) onde um cálculo da previsão de demanda foi realizado para alimentar as necessidades previstas nesse método. Espera-se com isso, reduzir os custos com estoque em ao menos 75% e, ainda, auxiliar a empresa frente a um mercado tão competitivo, gerando interesse para mais pesquisas a respeito de gestão de estoques na empresa, já que se evidencia aqui a sua relevância.

Palavras-chave: Gestão de Estoques, MRP, Indústria de Manufatura.

Stock Planning in a Manufactory Industry

Abstract: The choice and the implementation of an inventory management system are vital to attend to the market's expectations of offering a certain product at the right moment, in the right quantity with anticipated costs. In this context, the objective of this paper is to elaborate a proposal of inventory management system for a manufactory industry. The most explored inventory management systems have been selected and applied. Values were calculated for the industry's safety stock, economic order quantity (EOQ), inventory costs and reorder point of the most relevant feedstock of the company, according to an ABC classification. This data was utilized in the material requirements planning (MRP), where a computation of the demand forecast was made in order to answer the anticipated needs required by this method. This paper's purpose is to reduce the inventory costs in at least 75%, to help the company against such a competitive market and instigate more interest in future research concerning inventory management in this company, taking into account that its relevance is hereby demonstrated.

Keywords: Stock Management, MRP, Manufactory Industry.

1. Introdução

As rápidas transformações tecnológicas e a crescente competição global têm orientado as empresas a adotarem novas maneiras de gestão que contribuam para manter e acrescentar competitividade (DIGALWAR; SANGWAN, 2007), havendo reflexos na percepção de estoques e maneiras de geri-lo.

Se, até a década de 1990, as empresas obtinham vantagens na compra e no estoque de produtos (MOREIRA; IHY, 2005 e MEHFOOZ; MUHAMMAD, 2012), a percepção atual fez com que o objetivo da gestão de estoques mudasse para manter uma estabilidade na disponibilidade de produtos sem manter altos estoques a fim de não incidir grandes custos (MARTINEZ, 2013; DIGALWAR; SANGWAN, 2007; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2011 e LOPES, 2012). Estas variáveis fazem com que a gestão de estoques seja um dos temas mais complexos da logística (VERGARA, 2013), sendo objeto de estudo da Engenharia de Produção desde o início do século XX (MARTINEZ, 2013).

Em face dessa realidade, este trabalho apresenta um objetivo de ordem prática que é formular um plano de gestão de estoques em uma indústria de pequeno porte de Santa Maria, Rio Grande do Sul, tendo como estratégia de investigação um estudo de caso. Nesse contexto, tem-se como objetivos secundários estudar os diferentes tipos de sistemas de controle de estoques dentro de um referencial teórico atual que embasem a decisão de “como” e “por que” utilizar as ferramentas para a solução do problema prático.

A relevância desse trabalho está no fato de que uma boa gestão de estoques é uma exigência do mercado atual tão competitivo que tem imposto às empresas novos desafios. Assim, espera-se que uma atuação junto aos sistemas de gestão de estoques aqui propostos auxilie a empresa a manter o nível de serviço desejado sem altos níveis de estoque e mantendo sua competitividade.

2. Referencial teórico

Essa seção busca discutir aspectos relacionados a diferentes abordagens de gestão de estoques relacionados ao escopo desse trabalho.

2.1 Gestão de estoques: definição e propósitos

De acordo com Slack *et al.*, (2009) estoque existe porque fornecimentos e demandas não estão em harmonia, ou então quando há desequilíbrio entre diferentes estágios de produção gerando o estoque intermediário. Segundo Wanke (2003), a gestão de estoques é considerada como fundamental para a redução, controle dos custos totais e melhoria do nível de serviço prestado pelas empresas. Ross *et al.*, (2002) citam que em uma empresa industrial típica, os estoques podem superar 20% do capital da empresa, sendo a gestão estratégica dos custos de estoque uma missão para a competitividade da empresa (HABERKORN, 2007).

Segundo Pozo (2004), Lopes (2012), Garcia e Filho (2007), o objetivo central de todo sistema de gestão de estoques é fornecer respostas para quando e quanto repor, levando em conta, variabilidades na demanda. Para fornecer tais respostas, Lopes (2012) mostra que diferentes métodos vêm sendo desenvolvidos. Alguns destes são aplicados na empresa tomada como caso prático no presente trabalho.

2.2 Custos de estoques

Manter estoque significa utilizar capital para financiá-lo, e ainda acarreta custos; e em contrapartida, um baixo nível de estoque pode levar a empresa a ter problemas com os próximos componentes da cadeia de suprimentos (MICHALSKI, 2008). Mehfooz e Muhammad (2012) dividem os custos com estoques em: custo de manter o estoque – que compreende de 20 a 40% do custo anual de estoque; o custo de oportunidade ou

ineficiência da produção pela falta do estoque para venda ou produção; e o custo da obsolescência do estoque mantido.

Slack *et al.*, (2009) adicionam ainda o custo de colocação do pedido (transações como tarefas do escritório e afins) e o custo de desconto perdido em caso de pedidos pequenos. Esse é o escopo do gerenciamento de estoques: apesar dos custos, eles facilitam a conciliação entre fornecimento e demanda, sendo indispensável encontrar uma melhor maneira de administrá-lo.

2.3 Técnicas de gestão de estoques

Para Slack *et al.*, (2009), Dias (2010) e Ching (2010), as técnicas de administração de materiais mais utilizadas estão divididas em níveis de estoque; classificação ABC; lote econômico e sistemas de controle de estoques. Estas técnicas estão brevemente sintetizadas na sequência deste texto.

2.3.1 Níveis de estoque e estoque de segurança

A vantagem de manter os estoques em um nível definido equilibra a influência negativa dos custos de oportunidade com os custos de manter o estoque, agregando valor à empresa (MICHALSKI, 2008). A ferramenta mais utilizada para representação visual dos níveis de estoque ao longo do tempo é o gráfico dente de serra (SLACK *et al.*, 2009). Na descrição de Dias (2010), esse gráfico é a representação da movimentação de material através de um gráfico cujo eixo horizontal é o tempo decorrido para o consumo e o eixo vertical é a quantidade de produto em estoque no intervalo do tempo. No entanto, este gráfico é mais usado para percepção da quantidade consumida assumindo-se uma demanda fixa.

Existe ainda outro controle de nível de estoque chamado de estoque mínimo ou estoque de segurança, que, de acordo com Nara *et al.*, (2012), é o estoque excedente que protege contra as incertezas da demanda ou de suprimento de um item. Ou seja, estoques de segurança devem ser mantidos nos almoxarifados para minimizar a ocorrência de falta de materiais, ocasionada por essas incertezas (LOPES, 2012). Sendo assim, esse estoque representa uma quantidade que deve se manter constante e só será consumida em caso de necessidade (DIAS, 2010). Para calcular o estoque de segurança devem-se conhecer as distribuições de probabilidades da demanda (GARCIA; FILHO, 2007). Esse método foi utilizado por Nara *et al.*, (2012) em uma empresa do setor de plásticos e trouxe resultados positivos.

De acordo com Slack *et al.*, (2009), Dias (2010) e Ching (2010) há ainda o Ponto de Pedido com a finalidade de dar início ao processo de suprimento com tempo suficiente para não ocorrer falta de material e para que se atinja o nível de serviço desejado considerando a variabilidade da demanda (GARCIA; FILHO, 2007).

Rodrigues e Oliveira (2011) aplicaram ponto de pedido e estoque de segurança em uma empresa de confecções e conseguiram diminuir o estoque médio final em mais de 70%, além da diminuição significativa do custo médio de compra.

2.3.2 Classificação ABC

Em qualquer estoque que contenha mais de um item armazenado, alguns itens serão mais importantes que outros. O conceito da curva ABC vem do princípio de Pareto (MARTINEZ, 2013) e é entendido como uma classificação de produtos baseada na identificação do valor da sua utilização permitindo um controle seletivo (LOURENÇO; CASTILHO, 2006).

Esse método determina, segundo Ching (2010), que 20% da quantidade de itens são responsáveis por 80% do valor de saída. Assim 20% dos produtos são responsáveis por 80% das vendas de todos os produtos. De acordo com Dias (2010), após os itens terem

sido ordenados pela importância relativa, eles podem ser separados em Classes ABC onde “A” representa os itens mais importantes, “B” o grupo de itens em situação intermediária e “C” o grupo de itens menos importantes.

A importância desse método foi ilustrada por Pinheiro e Lerner (2000) em seu estudo de caso em um estabelecimento comercial farmacêutico onde, por meio da aplicação da curva ABC, percebeu-se que produtos com pequeno valor unitário representavam os maiores percentuais de saída e que, muitas vezes, a empresa não o dispunha para o consumidor por não perceber a importância dos itens frente ao percentual de saída. No trabalho de Nara *et al.*, (2012), foi utilizado o método ABC previamente à determinação dos estoques de segurança para que o método fosse aplicado em produtos de maior relevância para a empresa estudada. Lopes (2012) utiliza esse mesmo método em uma grande empresa tcheca para determinar a melhor alocação física dos estoques.

2.3.3 Lote econômico de compra

Segundo Pozzo (2004) e Lopes (2012), além de um bom controle de estoque, também é de fundamental importância saber quanto pedir. A ferramenta de maior destaque na literatura para determinar a quantidade ideal de um pedido é o lote econômico de compra (LEC), que busca o melhor equilíbrio entre as vantagens e as desvantagens de manter o estoque, minimizando seu custo total, que é referente à soma do custo total de armazenagem e do custo de pedido (SLACK *et al.* 2009; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; CHING, 2010 e DIAS, 2010). Assume-se, nessa ferramenta, que haja informações precisas de demanda e de tempo de suprimento (DIAS, 2010; VERGANA, 2013 e CHING, 2010).

2.3.4 Sistemas de duas gavetas

Dias (2010) considera que o sistema de duas gavetas é o método mais simples de controle de estoque; a vantagem consiste em uma redução do processo burocrático de reposição do material. Segundo Slack *et al.*, (2009), no sistema de duas gavetas se divide o estoque em dois compartimentos, um com o de segurança e outro que indicará o ponto de suprimento quando for esvaziado. Muitas vezes o estoque de segurança é estocado em uma terceira gaveta (sistema de três gavetas) de modo que fique claro se a demanda está excedendo aquilo que era esperado.

2.3.5 Planejamento das necessidades de materiais

O planejamento das necessidades de materiais (MRP) é um dos sistemas mais divulgados globalmente (SHAN; ZHU, 2013), capaz de planejar as necessidades de materiais a cada alteração na programação de produção ou na composição de produtos, definindo a quantidade necessária e o tempo exato para utilização dos materiais na fabricação dos produtos (DIAS, 2010). Trata-se de um método que prevê seus cálculos com base na combinação de pedidos fixos contratados e pedidos futuros estimados; as entradas mais evidentes são os pedidos de clientes e a previsão de demanda (SLACK *et al.*, 2009).

O método é baseado na definição do tamanho do lote a ser pedido de acordo com a demanda em um horizonte de tempo limitado. Se a demanda for conhecida dentro desse horizonte de tempo, então se pode usar um lote econômico de compra (WANKE, 2003) Shan e Zhu (2013) descrevem de maneira precisa como a adoção de políticas de estoque como o MRP trouxe impactos positivos em eficácia e desempenho para empresas chinesas após a abertura do país para o mercado mundial.

3 Procedimentos metodológicos

O cenário deste trabalho é uma pequena fábrica de antenas localizada em Santa Maria, no Rio Grande do Sul, sendo uma pesquisa do tipo estudo de caso. Assim, procedeu-se inicialmente ao mapeamento da literatura, com o objetivo de listar quais são os métodos de gestão de estoques mais comumente utilizados e como eles são aplicados.

Com esta pesquisa, pode-se embasar o planejamento de gestão de estoques desenvolvido para o contexto específico do objeto de estudo. Definiu-se, para esse trabalho, que serão desenvolvidos planejamentos somente para o estoque referente a pequenos insumos (itens comprados) devido ao fato de tais insumos serem matéria-prima para grande parte dos produtos fabricados na empresa (classificados como 'A') e, também, por ocorrerem faltas frequentes quando são demandados, sendo essa uma identificação da necessidade da empresa.

Para o desenvolvimento, os dados que dão sustentação aos planejamentos desenvolvidos foram coletados na empresa através de registros históricos, entrevista com responsáveis e contagem de inventário, tendo sido necessária ainda a realização de um cálculo de previsão de demanda. Em seguida, puderam-se desenvolver os cálculos de estoque de segurança; lote econômico de compra; sistema de duas gavetas com ponto de pedido e; MRP para os insumos citados. A próxima seção apresenta os resultados do estudo de caso desenvolvido.

4. Resultados e discussão

Inicialmente, essa seção discorre sobre a situação atual de gestão de estoques no caso prático da empresa estudada, seguindo com o desenvolvimento e discussão de cada uma das melhorias propostas.

4.1 Situação atual da gestão de estoques no caso prático

A Alpha Indústria de Antenas dedica-se ao desenvolvimento, fabricação e comercialização de antenas. Atua há mais de quinze anos no mercado brasileiro. Os produtos fabricados são para variados mercados de telecomunicações, entre antenas militares, para rádios, operadoras de telefonia fixa e móvel, entre outros. Por normas da empresa foram utilizados nomes comuns ao invés de nomes específicos para os produtos analisados neste trabalho, sendo eles classificados em cinco grandes famílias principais que são: as Parábolas Vazadas, os Painéis Setoriais, as antenas Omnidirecionais, as Yagis, e as Parábolas *Off-Set*.

Na empresa estudada, o almoxarifado é dividido em almoxarifado principal, com materiais de consumo e matérias-primas, e almoxarifados secundários com os materiais que necessitam de maior espaço para alocação. O responsável pelo estoque faz o recebimento e conferência de material, controle visual dos níveis de estoque e pedidos de ressurgimento.

Atualmente, um dos principais fatores causadores de atrasos no tempo de entrega de produtos acabados é a falta frequente de pequenos insumos. Esses itens, em situação normal, não representam grande valor do produto acabado. No entanto, quando eles não são providenciados a tempo, há a necessidade de adquiri-los com fornecedores locais e, assim, os preços deixam de ser competitivos e consomem parte da margem de lucro da empresa. Esta constatação justifica este trabalho, no qual se elaboraram planejamentos de gestão de estoques adequados para esses pequenos insumos.

Na empresa, o controle de estoques para pequenos insumos é feito de forma visual e com o uso de planilha manual, sendo que o sistema de estocagem é dedicado para facilitá-lo. A empresa também não apresenta um padrão de fixação de estoques mínimos, sendo essa quantidade determinada segundo a experiência do funcionário responsável.

A compra desses insumos é feita, preferencialmente, de forma centralizada, onde a empresa obtém melhor preço e serviço em função do maior volume praticado com o fornecedor, recebendo atenção especial. Assim, o *lead time* do fornecedor de melhor preço desses insumos é de quatro semanas e, dividindo-se em: tempo para negociação de preços e prazos de entrega, tempo para efetivação do pagamento e envio da ordem de compra,

tempo de processamento dos produtos por parte do fornecedor e tempo de transporte até a entrega.

4.2 Melhorias propostas para a gestão de estoques no caso prático

Com objetivo de diminuir as interrupções do processo produtivo ocasionadas pela falta de pequenos insumos e de manter os custos desejados sobre o produto, foram formulados planejamentos da gestão de estoques que se adequem as necessidades da empresa. Iniciou-se por uma classificação ABC, onde se identificaram os insumos com maior volume de saída da empresa. Depois, foram desenvolvidos os seguintes métodos em planilha eletrônica: estoque de segurança, lote econômico de compra, sistema de duas gavetas com ponto de pedido e MRP.

Estes métodos foram aplicados em duas famílias de produtos que representam 50% do volume de previsão de vendas para o ano de 2014, conforme classificação ABC dada pela Tabela 1.

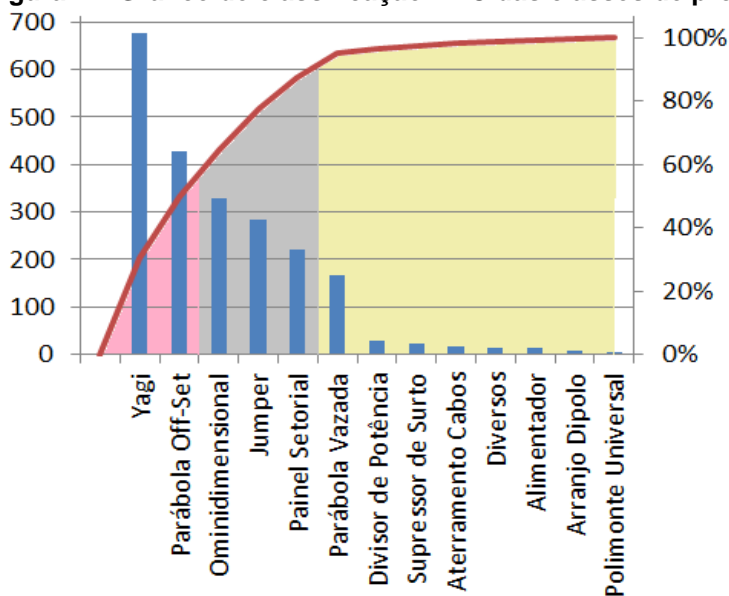
Tabela 1 – Classificação ABC para família de produtos

Código	Quantidade	%	% acumulada	Classificação
Yagi	676	30,63%	30,63%	A
Parábola Off-Set	427	19,35%	49,98%	A
Ominidimensional	328	14,86%	64,84%	B
Jumper	284	12,87%	77,71%	B
Painel Setorial	220	9,97%	87,68%	B
Parábola Vazada	166	7,52%	95,20%	C
Divisor de Potência	28	1,27%	96,47%	C
Supressor de Suro	22	1,00%	97,46%	C
Aterramento Cabos	16	0,72%	98,19%	C
Diversos	15	0,68%	98,87%	C
Alimentador	13	0,59%	99,46%	C
Arranjo Dipolo	7	0,32%	99,77%	C
Polimonte Universal	5	0,23%	100,00%	C
Total	2207	100%	-	-

Fonte: Autores (2020)

Para ilustrar a representação da classificação ABC dada pela Tabela 1, gerou-se o Gráfico de Pareto, mostrado na Figura 1, onde se evidencia a grande representatividade das duas primeiras famílias de produtos.

Figura 1 – Gráfico de classificação ABC das classes de produtos



Fonte: Autores (2020)

As informações da empresa necessárias como dados de entrada para utilização dos métodos citados, nos produtos listados, foram: código do item da empresa, *lead time* do fornecedor, estoque atual, previsão de demandas; sugestões de compra e pedidos firmes.

Para alimentar os cálculos de estoque de segurança, lote econômico, ponto de pedido e MRP, foi necessária a previsão de demanda dos itens para os próximos períodos do ano. Como a empresa não tem previsão de demanda, calculou-se uma previsão baseada em séries temporais através da média móvel ponderada, empregando-se dados de famílias de produtos classe 'A', não sendo utilizados dados de produtos individuais, pois em famílias, os erros de previsão se minimizam.

A escolha do método se justifica por se tratar de itens não tão relevantes financeiramente, o que não exige o uso de métodos mais caros, como uso de *softwares*, por exemplo, e também por apresentarem demanda estável e aleatória, sem tendência ou sazonalidade. Outro fator de escolha foi a simplicidade operacional e facilidade de entendimento para que o método seja facilmente aplicado e de forma independente pelo gerente de estoques da empresa. O período é mensal porque em períodos semanais ocorrem variações extraordinárias na demanda de determinadas famílias de produtos. A média móvel ponderada para essas famílias foi calculada para cada três períodos. A previsão de demanda para os 12 meses do ano para as famílias de produtos Yagi e Parábola *Off-Set* é mostrada na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores calculados

Previsão/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
YAGI	38	30	81	34	33	55	71	61	91	37	89	56
Parábola <i>Off-Set</i>	12	8	87	60	49	96	16	47	12	22	9	9

Fonte: Autores (2020)

Como esses produtos são itens de material acabados, a demanda é independente. Porém, para cada produto, há, entre seus componentes na estrutura, ao menos cinco kits de fixação que possuem demanda dependente à demanda desses produtos acabados. São elementos usados para fixar a antena em torres, paredes ou onde mais seja preciso. Apesar de ser necessária uma unidade de cada tipo de kit por antena, cada um deles contém ainda um número variado de pequenos insumos como parafusos, porcas e arruelas de diferentes dimensões. Multiplicando o número de insumos necessários para cada antena, pela demanda prevista por mês de cada antena, tem-se a demanda prevista para cada um dos insumos necessários em cada período do ano, dado que são demandas dependentes. Esses valores foram usados para alimentar o MRP, e ainda, o desvio padrão dessa previsão de demanda foi usado para cálculo do estoque de segurança, bem como, a demanda média para o cálculo do ponto de pedido e do lote econômico de compra.

4.3 Estoque de segurança e custo do estoque

Para o cálculo do estoque de segurança utilizou-se do modo mais usual, como explica Garcia e Filho (2007): foi calculada a média e o desvio padrão da demanda e se gerou em planilha eletrônica a distribuição de probabilidades da demanda, bem como, o gráfico dessa distribuição com os dados em ordem crescente de quantidade demandada por período. Verificou-se que essa distribuição se ajusta à normal, podendo a curva ser ainda mais suavizada no caso de se utilizar mais períodos. Seguindo então a hipótese de que a demanda siga uma distribuição normal e que σ representa o desvio padrão dessa demanda, pode-se utilizar, para cálculo do estoque de segurança a Equação 1.

$$ES = \sigma \times z \quad (1)$$

Com essa definição de comportamento da demanda, o nível de serviço desejado é representado por 'z' na Equação 1 e, segundo Nara *et al.*, (2012), ele conduz à probabilidade de não faltar material durante um ciclo de abastecimento. Ou seja, está

relacionado com o percentual da curva de distribuição normal que se quer cobrir, utilizando-se dos valores de 'z' da distribuição normal para o cálculo de quantos desvios padrões ao redor da média se deseja. Assim, para um nível de serviço de 98,98%, se assume um $z = 2,32$ conforme a tabela de distribuição normal padrão acumulada calculada por Montgomery (2009).

Esse fator de segurança deve ser uma definição da gerência, sendo que melhores estimativas correspondem a melhores níveis de serviços (BERTAGLIA, 2009). Para esse trabalho, o valor adotado foi elevado, pois se deseja aumentar o nível de serviço desses insumos classificados como 'A', acabando com a ocorrência da falta desses itens em estoque. Um valor elevado de 'z' também é aconselhável para amortecer erros de previsão de demanda, podendo ser diminuído à medida que o tempo decorre e a previsão de demanda venha sendo apurada.

4.4 Sistema de duas gavetas com ponto de pedido

Como, para a empresa, o controle de estoques não se faz com o uso de recursos computacionais, foi proposta a utilização do sistema de duas gavetas, como foi citado por Slack *et al.*, (2009). Nesse sistema, seria colocada em uma 'Bandeja 2' a quantidade referente ao ponto de pedido de cada item, e em outra 'Bandeja 1' o restante dos itens que há em estoque e que vão sendo utilizados no decorrer do tempo. Assim, quando terminar o conteúdo da 'Bandeja 1', sabe-se que há disponível em estoque exatamente a quantidade referente ao ponto de pedido e com isso, dispara-se uma ordem de compra; passando a se utilizar da 'Bandeja 2' até a chegada de novos insumos.

Para tal, o cálculo do ponto de pedido é feito conforme o *lead time* do fornecedor do item e também de acordo com o estoque de segurança mostrado anteriormente, para que a quantidade em estoque nunca baixe do nível mínimo previsto. O cálculo do Ponto de Pedido para cada item se deu pela Equação 2.

$$\text{Ponto de Pedido} = \text{Demanda Média} \times \text{Lead Time} + ES \quad (2)$$

4.5 Lote econômico de compra

O cálculo do lote econômico de compra (LEC) foi conduzido utilizando-se de uma planilha eletrônica. Foram omitidos os valores de previsão de demanda por período (de janeiro a dezembro), estando na tabela apenas valores de demanda média; desvio padrão da demanda para os doze períodos, que forneceram os valores de estoques de segurança e também ponto de pedido. Na fórmula do LEC foram utilizados como entrada os dados de valor unitário do produto, taxa de manutenção, valor do custo de pedido e a demanda média do item, exatamente como cita Szymshal *et al.*, (2012), Equação 3.

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \times \text{Demanda Média} \times 36}{\text{Custo Unitário} \times 15\%}} \quad (3)$$

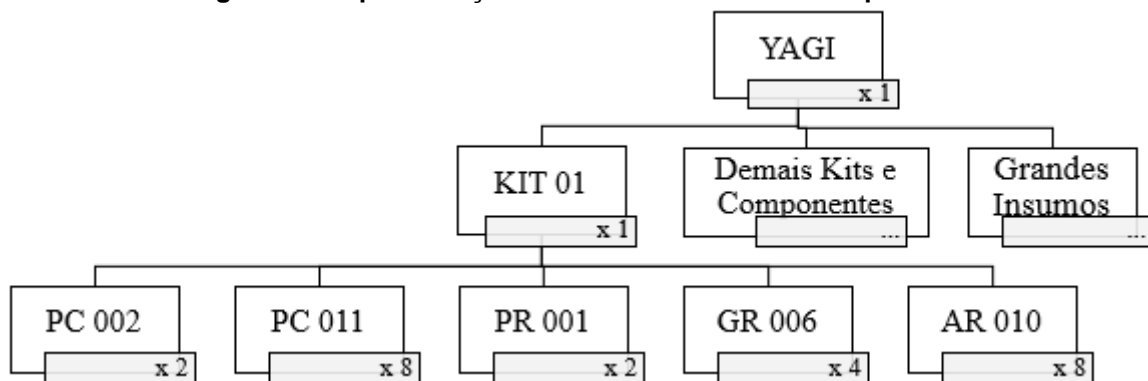
4.6 MRP

Por fim, para facilitar o controle dos pequenos insumos presentes nos produtos mais vendidos, foi feita a montagem do MRP em planilha eletrônica. Sendo que cada produto acabado possui ao menos cinco componentes intermediários (kits de fixação das antenas) e que cada um desses, por sua vez, possui um número variado de matérias-primas. Foi exemplificado aqui o sistema MRP apenas para um componente intermediário presente nas antenas Yagi (as mais vendidas).

Na Figura 2 está uma representação em blocos constando a parte utilizada dessa estrutura do produto (*Bill of Materials*). Por ser extensa não se colocou ela por completo nesse

desenvolvimento. Também não foi apresentado o desenvolvimento do MRP para todos os itens para não tornar o trabalho muito extenso.

Figura 2 – Representação em blocos da estrutura do produto



Fonte: Autores (2020)

O MRP desenvolvido em planilha eletrônica auxiliará efetivamente a controlar o estoque e ainda, torna visual a aferição do comportamento da demanda para que se façam ajustes no método, se necessário. Essa aferição se dará porque, no momento do preenchimento da linha de “Vendas Confirmadas”, tonará possível a comparação do que se confirmou com o que se previu na linha de “Previsão de Vendas”.

O lote econômico de compra será utilizado como a quantidade a ser comprada no MRP sempre que houver uma necessidade da compra planejada. Essa requisição planejada de materiais se dá no período anterior ao que se projeta um estoque inferior ao estoque de segurança, isso porque o *lead time* de entrega do fornecedor é de um período. Assim, aquela quantidade chegará no tempo certo para que o estoque final não seja negativo e não ocorra a falta de material.

O MRP inicia com o valor de estoque atual da empresa. Deste modo, foi realizado o levantamento do inventário do estoque disponível no dia 20 de janeiro de 2014, e esse valor foi colocado na célula do MRP que representa o valor do “estoque projetado” para o período de janeiro. Além disso, sempre que ocorre uma entrega por parte do fornecedor na quantidade solicitada, essa quantidade aparece no período em que chegou na linha “entrega planejada”.

Para cada período, o estoque final disponível se dará pela adição do valor em estoque que se tinha inicialmente representado na linha “estoque projetado” com a entrada de novos produtos a esse estoque, representada na linha “entrega planejada”, subtraído dos valores de saída de estoque disponível, correspondente às “vendas confirmadas”. O estoque final foi calculado, enfim, com base na Equação 4.

$$\text{Estoque Final} = \text{Estoque Inicial} + \text{Entradas Planejadas} - \text{Vendas Confirmadas} \quad (4)$$

Na linha de “vendas confirmadas”, para fins de simulação do MRP, se colocou os mesmos valores de previsão de vendas; contudo, ele deve ser apresentado em branco à empresa, devendo ser preenchido conforme o decorrer dos períodos. Por fim, o valor do “estoque projetado” para o próximo período na tabela será igual ao valor do “estoque final” no período anterior.

Em adição foi realizado um levantamento de custo total de estoque, afinal, o objetivo dessa aplicação é além da não ocorrência de falta de insumos e atrasos na entrega de produto acabado para o cliente; a manutenção da margem de lucro sobre ele. De fato, de acordo com Bertaglia (2009), uma boa estruturação da cadeia de abastecimento exige não só um conhecimento de padrões de mercado e demandas, e nível de serviço, mas também dos elementos de custo.

Desse modo os elementos de custos que compõem o custo total (CT) do estoque foram calculados juntamente ao MRP pela Equação 5, que segue a lógica dos custos de estoque citados no item 4.2.1, onde 'OC' representa ordem de compra e 'TM' taxa de manutenção (atualmente de 15% do valor do item).

$$CT = \text{Quantidade de OC} \times \text{Custo do Pedido} + \text{Estoque Projetado} \times TM \quad (5)$$

O monitoramento da extensão do erro entre a demanda real (compras confirmadas) e a prevista (vendas previstas) pode auxiliar em eventuais ajustes nos momentos de pedido, ou seja, se a previsão não se confirmar, pode-se atrasar o pedido de compra ao fornecedor, ou ainda, se a demanda for superior à prevista pode antecipar os pedidos conforme o tempo for decorrendo. Não foi utilizado nesse estudo o cálculo de estoque máximo por se tratarem de itens com bastante saída e pequeno volume.

Os cálculos de estoque, ainda desconhecidos pela empresa, auxiliam a manter a meta que se tem de lucros a partir do momento que se controlam e se preveem os custos de estoques, evitando compras de emergência com custos extras inesperados. Os valores representados podem parecer altos para insumos de tão baixo valor unitário, mas ressalta-se que esses custos são correspondentes ao período de um ano, quando serão consumidos por aproximadamente mil antenas que requerem estes insumos (676 antenas Yagi e 427 Parábolas *Off-Set*, conforme previsto).

Dado que a empresa estima que 10% das compras atualmente ocorrem de forma emergencial, e com isso, são pagos preços unitários até quatro vezes mais caros para as peças, espera-se, com o cálculo dos custos diretos que incorrem na compra dos pequenos insumos, que, comprando-se sempre de forma planejada, o planejamento aqui proposto auxiliará na redução de pelo menos 76% dos custos com estoques atualmente. Nesse cálculo se considerou apenas o valor unitário da peça vezes a quantidade prevista de demanda daquela peça, para a estimativa do custo atual 10% dos valores.

5. Conclusão

O presente trabalho cumpriu com o objetivo de indicar um planejamento de gestão de estoques de acordo com os recursos e as necessidades da empresa tomada como caso prático. Espera-se que a aplicação desses métodos auxilie a empresa frente a novos desafios e demandas, afinal, como visto no referencial bibliográfico, a boa gestão de estoques é uma necessidade que faz a diferença no mercado cada vez mais globalizado e competitivo.

No estudo prático de campo determinaram-se os produtos que representam maior movimentação de vendas na empresa. Calculou-se então o custo total do estoque para os insumos classificados como 'A' do processo produtivo da Alpha Indústria de Antenas e realizou-se um estudo de técnicas de gestão de estoques para esses insumos. Para tal, além do histórico de vendas da empresa para o cálculo de previsão de demanda, também foram necessários os tempos de entrega do fornecedor e a estrutura dos materiais dos produtos (*Bill of Materials*). Com tais entradas calculou-se o lote econômico de compra, que foi utilizado como quantidade a ser solicitada no MRP.

Utilizando-se ainda do sistema de duas gavetas com ponto de pedido, tem-se a garantia de que um novo pedido de compra de matéria prima será colocado sempre que o nível de estoque atingir o ponto de pedido, evitando assim a falta de disponibilidade dos produtos e o conseqüente atraso na produção e entrega do produto acabado ao cliente. De acordo com estimativas de custos, pode-se afirmar que o planejamento realizado já pode gerar uma redução de 75% dos custos em estoques, apenas considerando a eliminação da necessidade de se comprar de forma emergencial, e assim mais cara. Também é

importante considerar que com a garantia de que o produto será entregue no momento certo, se evitará também de se perder o consumidor.

Para futuros estudos, sugere-se um cálculo de estoque de segurança onde o nível de serviço varie iterativamente conforme os erros acumulados das previsões anteriores, a fim de corrigi-los através de um maior ou, menor estoque de segurança. Sugere-se ainda o estudo de outras ferramentas de previsão caso os erros acumulados da previsão calculada se mostrem representativos.

Espera-se, ainda, que o estudo possa vir a contribuir para gerar interesse em mais pesquisas a respeito de gestão de estoques e previsão de demanda, também para outros produtos intermediários, ou até mesmo, para produtos acabados da empresa, já que se evidenciam aqui aspectos de um problema extremamente relevante para as empresas de modo geral.

REFERÊNCIAS

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada – supply chain**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

DIAS, M. A.P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

DIGALWAR, A. K.; SANGWAN, K. S. Development and validation of performance measures for world class manufacturing practices in India. **Journal of Advanced Manufacturing Systems**. v. 6, n. 1, p. 21-38, 2007.

GARCIA, E. S.; FILHO, V. J. M. F. Cálculo do ponto de pedido baseado em previsões de uma política $\langle Q, r \rangle$ de gestão de estoques. **Pesquisa Operacional**, v.29, n.3, p.605-622, 2007.

HABERKORN, E. **Um bate-papo sobre gestão empresarial com ERP: Tudo que você gostaria de saber sobre o ERP e a tecnologia da informação, mas fica encabulado de perguntar**. São Paulo: Saraiva, 2007.

LOPES, G. G. **Integrated Forecasting and Inventory Management in a Wholesale Company at Tescoma**. Porto: FEUP, 2012. Originalmente apresentado como dissertação de mestrado, Universidade do Porto, 2012.

LOURENÇO, K. G.; CASTILHO, V. Classificação ABC dos materiais: uma ferramenta gerencial de custos em enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**. v. 59, n. 1, 2006.

MARTINEZ, I. L. Auditoría logística para evaluar el nivel de gestión de inventarios en empresas. **Ingeniería industrial**, v. 34, n. 1, p. 108, 2013.

MEHFOOZ, A.; MUHAMMAD, A. Inventory Management and its effects on customer satisfaction. **Oeconomics of Knowledge**, v.4, n.3, p.11, 2012.

MICHALSKI, G. Value based inventory management. **Romanian Journal of Economic Forecasting**, v.1, p. 82-90, 2008.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009

MOREIRA, D. A.; IHY, M. T. **Aspectos da gestão dos estoques no gerenciamento dos sistemas de abastecimento de mercadorias em empresas varejistas e atacadistas**. São Paulo: Cadernos de Pós-Graduação em administração, v. 4, n.1, p. 130-152, 2005.

NARA, E.O.B; ECKERT, L.; MORAES, J. Diagnóstico e proposta para utilização do estoque de segurança em produtos acabados de uma empresa de plásticos. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 16, n.2, p. 78-89 jul./dez. 2012.

PINHEIRO, A. C. M.; LERNER, E. **Implementação de um sistema de controle de estoques em um estabelecimento comercial farmacêutico**. Santa Maria: UFSM, 2000. Originalmente apresentado como Trabalho de Graduação em Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

POZO, H. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

RODRIGUES, L; OLIVEIRA, A. K. R. Otimização de Estoques em uma empresa de confecções através da implantação da Gestão de Materiais pelo método de ponto de pedido com estoque de segurança. In: SIMPEP, XVIII, 2011, São José do Rio Preto. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>>. Acesso em 24 jun. 2013.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios da Administração Financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SHAN, J.; ZHU, K. Inventory Management in China: an empirical study. **Production and Operations Management**, v.22, n.2, p.302-313, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SZYMSZAL, J.; GAJDZIK, B.; PIATKOWSKI, J.; KLIS; J. Optimisation of inventory management in foundry in terms of an economic order quantity. **Metalurgija**, v. 51, n. 2, p. 281-284, 2012

VERGARA, I. P. Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios. **Revista Ingeniería industrial**, v. 34, p. 227, 2013.

WANKE, P. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos: Decisões e Modelos quantitativos**. Rio de Janeiro: Atlas, 2003.