

GABRIEL MELILLO GARCIA PEREIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA POLÍTICA DE INVENTÁRIO PARA UMA
EMPRESA DE BENS DE CONSUMO**

GABRIEL MELILLO GARCIA PEREIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA POLÍTICA DE INVENTÁRIO PARA UMA
EMPRESA DE BENS DE CONSUMO**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Valerio Antonio Pamplona Salomon

Guaratinguetá
2014

P436d	Pereira, Gabriel Melillo Garcia Desenvolvimento de uma política de inventário para uma empresa de bens de consumo / Gabriel Melillo Garcia Pereira – Guaratinguetá, 2014. 41 f : il. Bibliografia: f. 40-41 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014. Orientador: Prof. Dr. Valério Antônio Pamplona Salomon 1. Bens de consumo – inventários I. Título CDU 658.787
-------	--

GABRIEL MELILLO GARCIA PEREIRA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

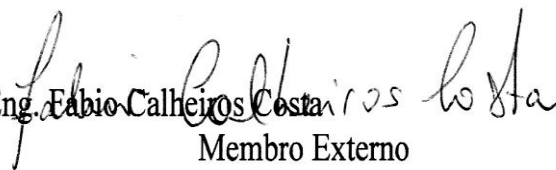
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA


Prof. Dr. MARCELO SAMPAIO MARTINS
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. VALÉRIO ANTÔNIO PAMPLONA SALOMON
Orientador/UNESP-FEG


Prof. CLAUDEMIR TRAMARICO
BASF


Eng. Fábio Calheiros Costa
Membro Externo

Dezembro 2014

DADOS CURRICULARES

GABRIEL MELILLO GARCIA PEREIRA

NASCIMENTO 05.10.1989 – SÃO PAULO / SP

FILIAÇÃO Luiz Carlos Pereira
Regina Maura Melillo Garcia

2009/2014 Curso de Graduação em Engenharia Mecânica,
na Faculdade de Engenharia do
Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Dedico este trabalho, em primeiro lugar aos meus pais, sem eles nada seria possível, meu irmão que sempre me suportou durante o trabalho e meus amigos que sempre estiveram presentes no que fosse preciso para a conclusão do trabalho

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, *Prof. Dr. Valério Antônio Pamplona Salomon* esteve sempre presente durante o trabalho, sempre me suportando em minhas dificuldades e me auxiliando nas barreiras enfrentadas

Aos meus pais, Luiz Carlos Pereira e Regina Maura Melillo Garcia, sempre me proporcionaram uma educação de qualidade apesar de todas as dificuldades.

Ao meu irmão, Leonardo Melillo Garcia Pereira que sempre foi um exemplo de pessoa a se seguir, e me incentivando em meu trabalho

Aos meus amigos de República, os quais passei todo meu período de graduação e me auxiliaram e apoiaram nos momentos mais difíceis

A Monsanto, que me desenvolveu profissionalmente durante meu período de Estágio e abriu muitas portas.

E a todos que diretamente ou indiretamente estiveram envolvidos nesta etapa de minha vida.

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.”

Ayrton Senna

PEREIRA, G. M. G. **Desenvolvimento de uma política de inventário para uma indústria de bens de consumo**. 2014. 41 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

RESUMO

O trabalho aborda a criação, de uma política de inventário, como o objetivo de aumentar o nível de serviço da companhia oferecida a seus clientes, evitando paradas de planta pela falta de matéria-prima e/ou mal gerenciamento do estoque. Determinação de estoque de segurança e ponto de ressuprimento das principais matérias-primas de uma indústria química, através de coleta de dados históricas, análise estatística dos dados e projeções futuras de consumo da companhia, e uma solução proposta. Ao final da obra, tem uma análise dos resultados obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: Política de Inventário, Estoque de Segurança, Ponto de Ressuprimento.

PEREIRA, G. M. G. **Development of an inventory policy for a consumer goods industry.** 2014. 41 f. Graduate Work (Graduate in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

ABSTRACT

This work deals with the creation of an inventory policy, with the main objective of increasing the company's level of service offered to its customers, avoiding plant stops by the lack of raw materials and / or bad inventory management. Calculating safety stock and reorder point of the main raw materials of chemical industry by collecting historical data, statistical analysis and future projections of the company's consumption, and a proposed solution. At the end of the work, have a review of the results.

KEYWORDS: Inventory Policy, Safety Stock, Reorder Point

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo MRP	22
Figura 2 – Gráfico Anderson-Darling	30
Figura 3 – Gráfico K-S	31
Figura 4 – Gráfico S-W	32
Figura 5 – Nível de Serviço da Simulação	35
Figura 6 – Estoque simulado mensal	36
Figura 7 – Estoque médio mensal	36
Figura 8 – Probabilidade da simulação	36
Figura 9 – Distribuição não-normal.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Funcionamento MRP	22
Tabela 2 – Teste de Normalidade A-D	30
Tabela 3 – Teste de Normalidade K-S	30
Tabela 4 – Teste de Normalidade S-W	31
Tabela 5 – Estoque de Segurança e Ponto de Pedido	33
Tabela 6 – Capacidade dos tanques	33
Tabela 7 – Nível de Serviço das Matérias-Primas	33
Tabela 8 – Simulação de Estoque.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MRP	Material Requirements Planning
MPS	Master Production Schedule
SC	Supply Chain
SCM	Supply Chain Management
PCP	Planejamento e Controle da Produção
LRP	Longe Range Plan

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	13
1.2	OBJETIVOS	13
1.3	JUSTIFICATIVA	14
1.4	MÉTODO DE PESQUISA.....	14
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	CADEIA DE SUPRIMENTOS	16
2.2	GESTÃO DE ESTOQUE.....	16
2.2.1	Lead-Time	17
2.2.2	Acuracidade dos dados	18
2.2.3	Estoque de Segurança	19
2.2.4	Ponto de Ressuprimento	20
2.3	MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING.....	21
2.4	TESTE DE NORMALIDADE	23
3	POLÍTICA DE INVENTÁRIO	25
3.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	25
3.2	PROBLEMA ENFRENTADO.....	25
3.3	CENÁRIO ATUAL.....	26
3.4	SOLUÇÕES PROPOSTAS	28
3.5	RESULTADOS ALCANÇADOS.....	34
3.6	SIMULAÇÃO DOS RESULTADOS	35
4	CONCLUSÕES.....	39
4.1	ANÁLISE DOS OBJETIVOS.....	39
4.2	PROPOSTAS FUTURAS.....	40
	REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O Agronegócio hoje no Brasil, representa cerca de um terço do PIB (Produto Interno Bruto) e por conta disso é considerado o negócio mais importante da economia. Além disso, o setor emprega cerca de 30% da população economicamente ativa do país e o solo fértil e clima favorecem o negócio como um todo.

Diante desse cenário, e um mercado cada vez mais competitivo com uma vasta oportunidade de produtos para o cliente final, é evidente que apenas um produto de qualidade não é o suficiente hoje. Toda a prestação de serviço envolvida, bem como garantir a disponibilidade do produto é fundamental.

Segundo GOMES (2004), as funções de se manter um estoque são: Atender a demanda prevista, suavizar as necessidades de produção, separar as operações, proteger-se da falta de estoque, para atender os ciclos de ordem de produção, proteger-se contra aumento de preços, permitir as operações da companhia e aproveitar descontos pela quantidade. Em contra partida estoque significa dinheiro parado e conseqüentemente menos capital de giro.

O principal objetivo de se manter um controle estoque é aumentar o nível de serviço, seja de clientes internos no fluxo do processo como também de nosso cliente final.

É fundamental, para que seu controle de estoque seja eficiente que o sistema da companhia mantenha um histórico de rastreo, um *forecast* de demanda confiável e preciso, conhecimento dos *lead-times*, noções dos preços de custo e armazenagem e um sistema de classificação dos itens a serem estocados.

1.2 OBJETIVOS

O Objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma política de inventário para todas as matérias-primas da companhia, mapeando todo o processo, calculando o *lead-time* de todas etapas, avaliando a acuracidade das informações, determinando o estoque de segurança e ponto de ressuprimento.

A política será desenvolvida nas seguintes etapas:

1. Mapear todo o processo.
2. Definir o *lead-time* de cada matéria-prima
3. Coletar e analisar dados dos anos anteriores
4. Averiguar a falta de acuracidade de vendas.
5. Definir o estoque de segurança e ponto de ressuprimento
6. Implementar a política de inventário
7. Publicar no sistema da companhia
8. Treinar o resto da equipe
9. Analisar e controlar os resultados obtidos

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo GOMES (2004) Não operar com uma política de inventário, estoque de segurança e ponto de ressuprimento definidos geram a possibilidade de paradas de produção por falta de matéria-prima, baixo nível de serviço para clientes internos e clientes finais, assim como trabalhar com estoques superdimensionados representam dinheiro parado e por consequência baixo capital de giro para companhia.

Ainda segundo GOMES (2004) a falta de acuracidade das informações, principalmente do time de vendas, torna o trabalho do planejador de matéria-prima difícil e com baixa garantia de confiabilidade

Em virtude disso, com uma política de inventário definida e informações confiáveis o trabalho do planejador é eficaz e torna-se estratégico para a companhia, levando ainda a ter uma maior credibilidade e confiança dentro da companhia.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

Segundo ENGEL (2000) a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa participante engajada, em oposição à pesquisa tradicional, que é considerada como “independente”, “não-reativa” e “objetiva”. Como o próprio nome já diz, a pesquisa-ação procura unir a pesquisa à ação ou prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática. É, portanto, uma maneira de se fazer pesquisa em situações em que também se é uma pessoa da prática e se deseja melhorar a compreensão desta

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 2, toda a informação relevante a respeito de Cadeia de Suprimento são apresentadas, dentre elas: *lead-time*, acuracidade de informação, estoque de segurança, ponto de ressuprimento e a lógica do *material requirement planning*.

No capítulo 3 é abordado todas as considerações do projeto, os problemas enfrentados, desenvolvimento da política de inventário, todas as soluções e os resultados obtidos.

No capítulo 4 abordam-se todas as conclusões pertinentes ao projeto, verificação se os objetivos foram alcançados e publicação do trabalho para alterações futuras e base de dados para outras plantas.

E ao final, toda a referência bibliográfica utilizada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS

Analisando-se o mercado atual, o cliente de hoje não se contenta apenas com uma bom produto final, com um mercado cada vez mais competitivo oferecer algo além de apenas qualidade em seus produtos finais é um diferencial. Por isso, pode-se dizer que as empresas vem se tornando empresas de serviços e não de produtos, para garantir que toda experiência proposta ao cliente final seja atingida. Graças a isso, a cadeia de suprimentos de muitas empresas vem sendo atualizadas ao longo do tempo.

De acordo com PIRES (1998) a Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM) pode ser considerada como uma visão expandida , atualizada e sobretudo holística, da administração de materiais tradicional, que abrange a gestão de toda a cadeia produtiva de forma estratégica e integrada. A SCM pressupõe fundamentalmente que as empresas definam suas estratégias competitivas e funcionais mediante seus posicionamentos (tanto como fornecedores quanto como clientes) dentro das cadeias produtivas nas quais se inserem.

2.2 GESTÃO DE ESTOQUE

Segundo Michalski (2008) maximização da riqueza dos seus proprietários é o objetivo financeiro básico na gestão da empresa. Gestão de estoques deve contribuir para a realização deste objetivo. Existem diversos modelos estudados na literatura que o ajudam a ter o melhor gerenciamento. Decisões de gestão de inventário são um caso complexo. Por um lado, demasiado dinheiro travado no inventário onera a empresa com os altos custos do serviço de inventário e, adicionalmente, elevados custos alternativos. Do outro lado, a maior capital investido em inventário poderia ajudar a ampliar a renda de vendas, porque os compradores têm uma maior flexibilidade na tomada de decisões de compra. O maior problema enfrentado no gerenciamento de estoques é com a quantidade da ordem econômica ideal e quantidade de ordem de produção. Diante da problemática enfrentada, os modelos tradicionais utilizados para gerenciar o estoque pode servir de base para se tomar as melhores decisões para sua companhia

2.2.1 Lead-Time

Segundo KOSAKA (2014) na filosofia *Lean* é um termo bastante usado e de suma importância. Entende-se por *lead-time* um intervalo de tempo compreendido entre o início e o término de uma atividade. É fácil de ser confundido com tempo de ciclo, e às vezes, quando a atividade é simples, esses tempos se confundem. Todavia, vamos manter uma distinção para o *lead-time* como tal para que possamos entender e esclarecer melhor os conceitos.

Por exemplo, na área de Compras, as pessoas envolvidas nos processos deve saber claramente qual é o *lead-time*, o intervalo de tempo para comprar os materiais necessários para a sua produção, desde a emissão do pedido até realmente o material estar a sua disposição para uso. Na produção, o *lead-time* é o intervalo de tempo necessário para que o material passe pela fabricação – do primeiro até o último processo e estar pronto para outra etapa. Ou ainda, o *lead-time* de entrega, intervalo de tempo necessário desde o momento que o cliente adquiriu a mercadoria até realmente ele tê-las em suas mãos. E assim por diante.

Como se pode observar, o *lead-time* é um componente do planejamento e constitui-se em uma informação primordial no processo de atendimento ao cliente e estamos lidando com tempo

Segundo KOSAKA (2014) aqui entra a importância do conceito do *lead-time*. O Planejamento e Controle de Produção (PCP) é o grande responsável para manter o controle dos estoques dentro da fábrica. É o pivô da filosofia lean onde todas as informações são processadas, portanto conhecedor das necessidades dos clientes, da fábrica e também do que os fornecedores necessitam para manter o sistema funcionando estavelmente num processo de fluxo contínuo. No processamento dessas informações, um dos dados relevantes é o *lead-time*. Inicia-se com o *lead-time* da área comercial. Saber quando que o cliente necessita ser atendido; conhecer o lead time de fabricação para com precisão determinar o prazo de atendimento que satisfaça a necessidade do cliente e o *lead-time* de suprimento dos fornecedores para praticar o *just in time* sistêmico. Por outro lado, os gestores das áreas de Vendas, Produção e Suprimento devem estar permanentemente ligados para, através de *kaizen*, encurtar cada vez mais o *lead-time* sob sua responsabilidade para que a empresa seja mais rápida nos atendimentos às demandas. Como consequência dessa rapidez, uma vantagem competitiva de

menor estoque torna-se uma grande realidade. E isso pode significar o grande diferencial nos negócios como um todo.

Na área produtiva, em particular, a maneira mais imediata de se encurtar o *lead-time* é de eliminar os excessos de estoques de materiais em processo. Em seguida buscar insistentemente a estabilidade nos processos, nivelar os tempos ciclos (TC) das operações, o máximo possível e introduzir o trabalho padronizado (TP). Com essas medidas e com ênfase no *kaizen* para encurtar cada vez mais o *lead-time*, estaremos na rota mais adequada da jornada lean em busca da excelência.

2.2.2 Acuracidade dos dados

Toda planejamento da companhia depende, exclusivamente do que o cliente precisa, e essa informação é recebida pelo time de planejamento de demanda através do *forecast* de vendas e todas as decisões tomadas, serão levando em conta essa informação.

Ter uma previsão precisa, significa que você entende do seu negócio e compreender o seu negócio significa ser confiável com sua previsão e é isso que os acionista, que estão investindo dinheiro em sua companhia buscam.

Diante do exposto, fica evidente o quão crucial é a informação. Porém vale ressaltar que nunca teremos um *forecast* 100% preciso, já que estamos lidando com uma decisão do cliente final, só temos a confirmação de sua compra quando efetivamente ele coloca sua ordem de compra, mas isso também não é impeditivo para que se tenha uma boa previsão de vendas.

Logo, temos uma nova ferramenta importante da companhia, não apenas tentar adivinhar o que o cliente precisa mas entender o que o cliente busca e estar envolvido em sua decisão.

Hoje, em que a tendência é de cada vez mais trabalhar-se com um menor número de estoque, mudanças repentinas de *forecast* podem significar um não tempo suficiente para atender a necessidade do cliente e consequentemente diminuir o nível de serviço da companhia, e em um mercado competitivo, o seu concorrente provavelmente terá o produto para oferecer ao seu cliente.

2.2.3 Estoque de Segurança

Estoque de segurança é um termo utilizado por especialistas para descrever um nível de estoque extra que é mantido para mitigar o risco de ruptura (falta de matéria-prima ou embalagem), devido a incertezas do processo. Níveis de estoque de segurança adequados permitem que as operações de negócios procedam de acordo com os seus planos. O estoque de segurança é realizada quando há incerteza na demanda, oferta, ou o rendimento de fabricação.

De acordo com GARCIA (2001) Erros de previsão de demanda, atrasos no ressurgimento de materiais, rendimento da produção abaixo do esperado. Estes são problemas comuns que fazem parte do dia a dia do profissional de logística. Para lidar com essas incertezas, presentes em praticamente todos os processos logísticos, podem ser utilizados estoques de segurança. Porém, o seu correto dimensionamento ainda gera muitas dúvidas e divergências. Muitas empresas determinam de maneira inadequada seus estoques de segurança pois não se baseiam em medidas precisas das incertezas do processo. Isto pode levar a custos desnecessários que freqüentemente não são mensurados. Se por um lado o excesso de estoque de segurança gera custos desnecessários de manutenção de estoques, relativos aos custos financeiro (capital empatado) e de armazenagem, por outro lado o subdimensionamento do mesmo faz com que a companhia incorra em perdas de vendas ou frequentes backorders (postergação de pedidos), gerando um nível de serviço ao cliente insatisfatório. Assim, a questão principal referente a formação de estoques de segurança é: “qual é o estoque mínimo que irá garantir o nível de serviço ao cliente desejado pela empresa?”

Ainda segundo GARCIA, (2001) por desconhecimento da dimensão das incertezas inerentes aos processos, podem ser cometidos erros que se traduzem em custos desnecessários. Um exemplo é a formação de estoques de segurança no feeling, sem qualquer parametrização. É comum, por exemplo, que o setor comercial de uma empresa coloque uma margem de segurança na previsão de demanda, a fim de não perder vendas, sem se basear em estatísticas ou séries históricas de demandas reais e erros de previsão. Por sua vez, os setores de PCP (planejamento e controle da produção) e/ou de compras, que muitas vezes desconhecem essa previsão superestimada, adicionam suas próprias margens de segurança para a colocação dos pedidos de ressurgimento. O que se tem ao final é um custo

excessivo de manutenção de estoques, decorrente de um superdimensionamento do estoque de segurança.

Outro problema comum, similar ao anterior, é a utilização da meta de vendas como previsão de demanda. Se essa meta é freqüentemente superestimada em relação à demanda real, ou seja, inclui por si só uma margem de segurança, como consequência os níveis de estoque deverão ficar constantemente acima do mínimo necessário.

Segundo GARCIA (2001) variações entre a demanda real e sua previsão são inevitáveis. Praticamente sempre haverá um erro de previsão. No entanto, dependendo da dimensão desse erro, os impactos podem ser bastante prejudiciais para o processo de planejamento. Do ponto de vista da gestão de estoques não basta saber se há erros, mas quanto se erra e como este varia. Esforços na tentativa de se aprimorar a acurácia da previsão, empregando técnicas quantitativas e analisando os possíveis cenários, são essenciais para diminuir os custos gerados pelo excesso ou falta de estoques.

Ainda Segundo GARCIA (2001) conhecer e mensurar as incertezas presentes nos processos logísticos é o primeiro passo para uma boa política de gestão de estoques. A criação de indicadores dessas incertezas é essencial para o correto dimensionamento dos estoques de segurança, garantindo o nível de serviço desejado ao menor custo total de operação. Além disso, com esses indicadores é possível quantificar custos associados a determinadas atividades. O estoque de segurança parametrizado em função de indicadores do erro de previsão de demanda, por exemplo, permite quantificar o custo que maiores ou menores erros de previsão geram para a empresa. Da mesma forma, é possível avaliar fornecedores e os próprios processos de produção da empresa no que se refere à confiabilidade de seus serviços e seu impacto sobre os níveis de estoque.

2.2.4 Ponto de Ressuprimento

Ponto de ressuprimento corresponde ao nível de estoque que ao ser atingido indica a necessidade de ressuprimento do material. Na prática o ponto de ressuprimento precisa considerar o tempo de reposição necessário para fazer e receber um pedido.

Segundo BALLOU (2011) para a definição do ponto de ressuprimento, o estoque de segurança deve ser somado com a demanda durante o *lead-time*, independente da fórmula de cálculo

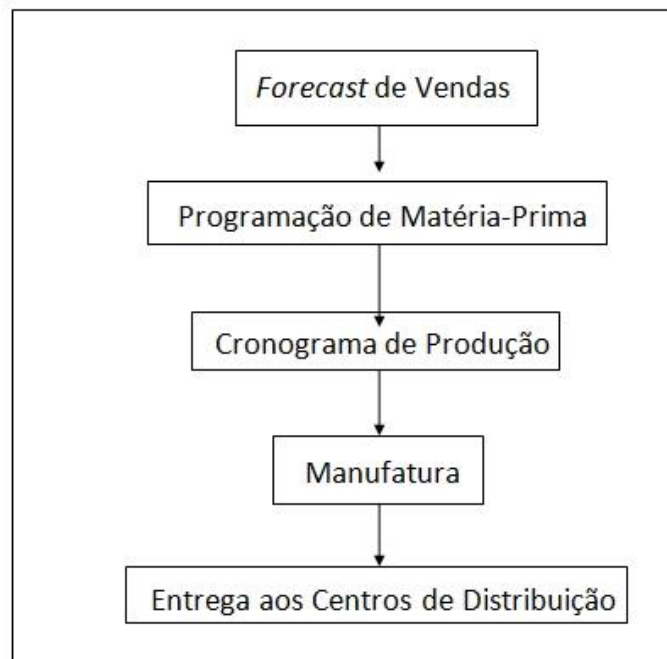
Segundo Krever et al. (2003) propõem uma expressão analítica para o ponto de ressuprimento baseados nas demandas individuais com comportamento esporádico. Haksever e Moussourakis (2003) apresentam um modelo para lidar com o problema do ressuprimento de materiais sujeito a algumas restrições de tempo, espaço e recursos financeiros.

2.3 MATERIAL REQUIREMENT PLANNING

A lógica do MRP apresenta três elementos básicos: Programa de Produção, Lista de Materiais e Quantidades em Estoques. O programa de produção, também conhecido como MPS (*Master Production Schedule*) reflete a produção de cada produto acabado em um dado período de tempo, normalmente também possui o LRP (*Longe Range Plan*), planejamento de produção visando os próximos 5 anos, dado esse horizonte de produção, entende-se a criticidade e importância do MPS.

Ainda seguindo a lógica do MRP, dividi-se os produtos finais em produtos acabados e peças de reposição e são determinados diretamente pela necessidade do cliente. Em contraste, a demanda de matérias-primas e insumos (embalagens, rótulo, saco, etc) são ligadas diretamente a produção, pode-se observar que através do fluxo, tem-se um cenário amplamente previsível. A Figura 1, reflete o fluxo de informações do MRP.

Figura 1 – Fluxo MRP



Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2014)

Após definido o MPS, com as quantidades de cada produto a ser produzido e o período em que ele deve estar disponível, tem-se o registro básico da lógica MRP, levando-se em conta o lead-time, tempo de produção, estoque atual, manutenções programadas. A tabela 1, exemplifica como é o racional básico da lógica MRP

Tabela 1 – Funcionamento MRP

Mês (2 Lead-time)		1	2	3	4	5
Necessidades Brutas		100	80	100	50	80
Recebimentos Programados			200			
Estoque Projetado	170	70	190	90	40	60
Recebimento Planejado						100
Ordens Planejadas				100		150

Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2014)

Na primeira linha encontram-se as necessidades, que pode ser tanto de matéria-prima como de insumos para a produção, normalmente do produto acabado.

A segunda linha, recebimentos programados, leva-se em consideração o estoque atual, a necessidade bruta, ordens planejadas, *lead-time*. Dessa forma o profissional deve garantir que matéria-prima ou insumo esteja sempre disponível

O Estoque Projetado deve ser acompanhado diariamente para checar possíveis paradas de produção ou excesso de produção, dessa forma evitando-se um estoque excessivo no caso de paradas ou falta em caso de produções além do programado.

O Recebimento Planejado também deve ser acompanhado se estão acontecendo conforme o planejado, caso contrário contactar o fornecedor ou para uma maior segurança em seu processo, possuir mais de um fornecedor para matéria-prima.

Hoje, a maioria das empresas contam com softwares, como por exemplo o SAP que é todo automatizado, simplificando a tarefa e evitando erros de entrada do operador, além do fato das companhias possuírem diversas linhas rodando simultaneamente e cada produto acabado demandam mais de uma matéria-prima e insumo. E se feito de forma manual torna-se uma carga de trabalho exaustiva e pouco produtiva.

2.4 TESTE DE NORMALIDADE

Durante o projeto, foram utilizadas diversas ferramentas estatísticas para auxiliar o desenvolvimento e análise de dados. A primeira etapa do projeto, envolveu a análise de normalidade dos dados a serem analisados.

Segundo LUCAMBIO (2008) para o cálculo do estoque de segurança e teste de normalidade para produtos não sazonais, a forma mais utilizada exige-se que a distribuição seja normal e para checar a normalidade da distribuição, existem diversos testes, sendo os mais utilizados: Anderson-Darling, Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov.

Ainda segundo LUCAMBIO (2008) o teste de Anderson-Darling é mais indicado quando o tamanho da amostra não é superior a 25. O teste de Anderson-Darling é um teste estatístico, dada amostra de dados é extraído de uma dada distribuição de probabilidade. Em sua forma básica, o teste assume que não existem parâmetros a serem estimados na distribuição que está sendo testada. No entanto, o teste é mais frequentemente usado em contextos em que uma família de distribuições está sendo

testado, caso em que os parâmetros dessa família precisam ser estimadas e deve ter em conta isso em ajustando quer o teste de estatística ou de seus valores críticos.

Segundo LUCAMBIO (2008) o teste de Shapiro-Wilk cálculo se a população é normalmente distribuída. Assim, se o *p-value* é menor do que o nível escolhido alfa, em seguida, a hipótese nula é rejeitada e existem evidências de que os dados não são testados a partir de uma população normalmente distribuídos. Em outras palavras, os dados não são normais. Pelo contrário, se o *p-value* é maior do que o nível escolhido alfa, em seguida, a hipótese nula de que os dados vieram de uma população distribuída normalmente não pode ser rejeitada. Por exemplo para um nível alfa de 0,05, definida com um *p-value* de 0,02 de dados rejeita a hipótese nula de que os dados são de uma população distribuída normalmente.

Ainda segundo LUCAMBIO (2008) o teste de Kolmogorov-Smirnov é um teste não paramétrico de igualdade de distribuições de probabilidade contínua, de uma dimensão que pode ser utilizada para comparar uma amostra com uma distribuição de probabilidade de referência (teste K-S de uma amostra), ou para comparar duas amostras (de duas amostras de teste K-S). A estatística de Kolmogorov-Smirnov quantifica uma distância entre a função de distribuição empírica da amostra e a função de distribuição cumulativa da distribuição de referência, ou entre as funções de distribuição empírica de duas amostras. A distribuição nula desta estatística é calculada sob a hipótese nula de que as amostras são recolhidas a partir da mesma distribuição (no caso de duas amostras) ou que a amostra é retirada a partir da distribuição de referência (no caso de uma amostra). Em cada caso, as distribuições consideradas sob a hipótese nula são distribuições contínuas, mas são de outra maneira irrestrita.

Após verificado por meio de três testes a normalidade da distribuição, pode-se prosseguir com o cálculo do estoque de segurança e ponto de ressuprimento e para verificar se o valor estava coerente foi criado um algoritmo no Excel que o usuário entra com os consumos da companhia, o valor inicial do estoque, média de consumo, desvio-padrão, *lead-time*, número de recebimentos no mês e o número de simulações desejadas, dessa forma, ao final a simulação te retorna o nível de serviço e pode-se comparar com o nível de serviço escolhido ao início do processo para ver se o nível é satisfatório.

3. POLÍTICA DE INVENTÁRIO

3.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Em 1901, a empresa foi fundada de forma familiar e o primeiro produto a ser comercializado foi a sacarina. A visão da companhia é para uma agricultura sustentável que se esforça para atender as necessidades de uma população crescente, para proteger e preservar este planeta, e para ajudar a melhorar a vida em todos os lugares. Em 2008, APS se comprometeu a agricultura sustentável - comprometendo-se a produzir mais, conservar mais e melhorar a vida dos agricultores em 2030.

No Brasil, suas atividades iniciaram-se em 1963, na cidade de São Paulo, onde foi instalada sua sede que se permanece até hoje como sede oficial da companhia no Brasil e em 1976 foi instalada sua primeira fábrica no Brasil, na cidade de São José dos Campos, sendo esta, exclusiva a produção de herbicidas.

Atualmente, além de herbicidas, o Brasil destaca-se por produções de sementes de soja, milho, algodão, frutas, legumes, cana-de-açúcar e ainda conta com uma planta em Camaçari, na Bahia, que tem toda sua produção dedicada a fornecer a principal matéria-prima da planta de São José dos Campos.

A companhia utiliza-se da biotecnologia para proteger suas plantas contra insetos nocivos e ervas daninhas que reduzem significativamente a produtividade de uma lavoura. Esses produtos estão em constante desenvolvimento para proteger as plantações de uma variedade maior de pragas, visando uma cultura produtiva e duradoura, visando produzir mais consumindo menos.

3.2. PROBLEMA ENFRENTADO

Em uma fábrica de São José dos Campos, é dividida em diversos departamentos, como por exemplo: Planejamento e Controle da Produção, Logística interna, Logística externa, compras, comércio exterior. A junção de todas essas áreas é considerada como a rede de *Supply Chain*.

A Logística interna é responsável por toda matéria-prima necessária para a produção dos produtos, enquanto a Logística externa é responsável por toda distribuição dos produtos finais acabados.

O organograma da área de Planejamento e Controle da Produção é dividido em um Gerente de *Supply Chain*, um supervisor que responde diretamente a ele, e abaixo dele estão todos analistas, assistentes e estagiários. A divisão de planejamento é dividida em: *Master Production Schedule*, responsável pelo planejamento macro da companhia. *Material Requirement Planning* responsável pelo planejamento diário de todas matérias-primas e insumos e também pelo cronograma de produção. Logística interna e externa, responsáveis pelo transporte de todas matérias-prima e produtos finais. Especialidades, responsável pelo planejamento de produtos de revenda. Inventário geral, responsável pelo inventário geral da planta.

Durante o período de safra de 2013, período em que ocorre o pico de vendas da companhia e conseqüente alguns produtos trabalham em *just in time* houve diversas paradas na planta por falta de matéria-prima e com isso, diversos clientes não foram atendidos. Ao questionar sobre como era a política de inventário da companhia, como era calculado o estoque de segurança, a companhia não possuía uma política de inventário, não só a planta de São José dos Campos mas como todas as plantas da APS não possuem uma política de inventário.

Além da companhia não possuir uma política de inventário, o que dificultava a implantação de uma inteligência, era a falta de acuracidade de todas as informações, parte do trabalho no analista é manual, via Excel, enquanto o sistema automatizado, SAP, não era utilizado da melhor forma.

O problema apresentado desencadeava uma falta de confiabilidade no setor de planejamento pelos outros departamentos da companhia e um baixo nível de serviço prestado a seus clientes, tanto internos como externos.

3.3. CENÁRIO ATUAL

Após a realização de um estudo de todo fluxo do processo de MRP, foi possível mapear diversas fontes de erros e oportunidades de melhoria.

Como parte do processo era feito manualmente no Excel e parte no sistema (SAP), diversas informações possuíam valores diferentes entre as duas plataformas o que gerava uma falta de acuracidade no resultado final. Além do fato, de como o

sistema SAP não era explorado da sua melhor forma, o analista gastava muito tempo realizando trabalhos manuais que são automatizados no SAP e consequentemente mais confiáveis já que não são passíveis a erro.

A informação inicial de todo planejamento, que era a previsão de venda dos produtos, não possuía uma margem de acuracidade, dessa forma, constantes mudanças acarretavam em uma falha de planejamento, já que boa parte das matérias-primas são importadas e possuem um *lead-time* alto, logo alterações de produtos deveriam respeitar, no mínimo, o *lead-time*. Porém, o *lead-time* também não era conhecido pela área de Planejamento e Controle da Produção, informação está importante para a determinação de um estoque de segurança e ponto de pedido.

Como mencionando anteriormente, o estoque contabilizado na planilha de Excel não conferia com o estoque contabilizado no SAP, dificultando ainda mais o controle de inventário. E esse problema se agravava, pois como os tanques da plantas eram os mesmos desde sua fundação, o volume era baixo para a atual produção, alguns chegando à apenas dois dias de autonomia, ou seja, além do risco de esgotar-se a matéria-prima, existe a possibilidade da matéria-prima não poder ser descarregada por falta de capacidade no tanque.

Outro problema, financeiro, gerado pela falta de capacidade dos tanques, é que as matérias-primas importadas que não tinham capacidade de descarregar, ficavam estocadas no porto de Santos aguardando capacidade. No ano fiscal anterior, apenas de *demurrage* (custo envolvido pela estocagem no porto) foi gasto quatro milhões de reais pela companhia

Vale ressaltar, que o medidor de nível dos tanques, eram antigos e por muitas vezes apresentavam falhas, logo a medição não possuía uma confiabilidade aceitável.

Com todo processo mapeado, falhas detectadas e oportunidades de melhorias visíveis, foi possível indentificar diversos fatores possíveis a causar uma parada de planta por falta de matéria-prima.

3.4. SOLUÇÕES PROPOSTAS

Após todo processo mapeado e falhas detectadas, iniciou-se um projeto de política de inventário, para eliminar todas as falhas existentes, criação de indicadores e informações confiáveis.

O primeiro passo, foi o treinamento de todo time de Planejamento para que toda operação que possa ser realizada no sistema deixe de ser feita no Excel e garantir que toda tarefa do Excel esteja coerente com o valor do SAP.

Em seguida, com a ajuda do time de Comércio Exterior, foi calculado o *lead-time* real de todas matérias-primas importadas e o desvio-padrão, informações necessárias para a determinação de um estoque de segurança e ponto de pedido. Como todos processos de importação são mapeados, foi calculado o *lead-time* real como sendo a média de todos processos do ano fiscal anterior, separados por matéria-prima, já que cada matéria-prima possui particularidades diferentes, como por exemplo licenças do Ministério da Agricultura diferentes.

Após o processo mapeado, foi criado um indicador de eficiência para aumentar o índice de acuracidade do time de vendas, já que essa informação também é importante, gera a demanda de consumo, para o cálculo do Estoque de Segurança e o Ponto de Pedido,

Outra informação, extremamente importante, seria definir um fator de serviço, e para isso, foi criada uma matriz de risco

Essa matriz leva em consideração os seguintes fatores:

- Número de fornecedores
- Capacidade de produção atual do fornecedor
- Confiabilidade do fornecedor
- Processo do fornecedor inclui processo de risco elevado
- Fornecedor localizado em área de condições climáticas perigosas
- Contrato com o fornecedor
- O fornecedor possui um estoque de segurança

- A companhia possui um estoque de segurança
- A matéria-prima possui especificações exclusivas
- Tempo para qualificar outros fornecedores
- Material importado
- Distância do fornecedor
- *Lead-time*
- Habilidade da companhia de gerar a demanda.

Com todos esses critérios listados, e pesos diferentes atribuídos a cada fator, foi criada uma escala de 0 a 100%, com o seguinte critério:

- 75 a 100% = 98% de Nível de Serviço
- 50 a 75% = 95% de Nível de Serviço
- 0 a 50% = 90% de Nível de Serviço

Com todas as variáveis conhecidas, foi possível utilizar as equações abaixo para determinar o estoque de segurança e ponto de pedido para todas matérias-primas

Porém, antes de se aplicar as fórmulas abaixo, foi feito um teste de distribuição normal para todas matérias-primas para garantir que as fórmulas poderiam ser aplicadas.

Os testes escolhidos a serem aplicados foram: Anderson-Darling, Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk

A hipótese para concluir-se que a distribuição se comporta como uma distribuição normal foi:

H_0 : A amostra é normal, $p\text{-value} \geq 5\%$

H_1 : A amostra não é normal, $p\text{-value} < 5\%$

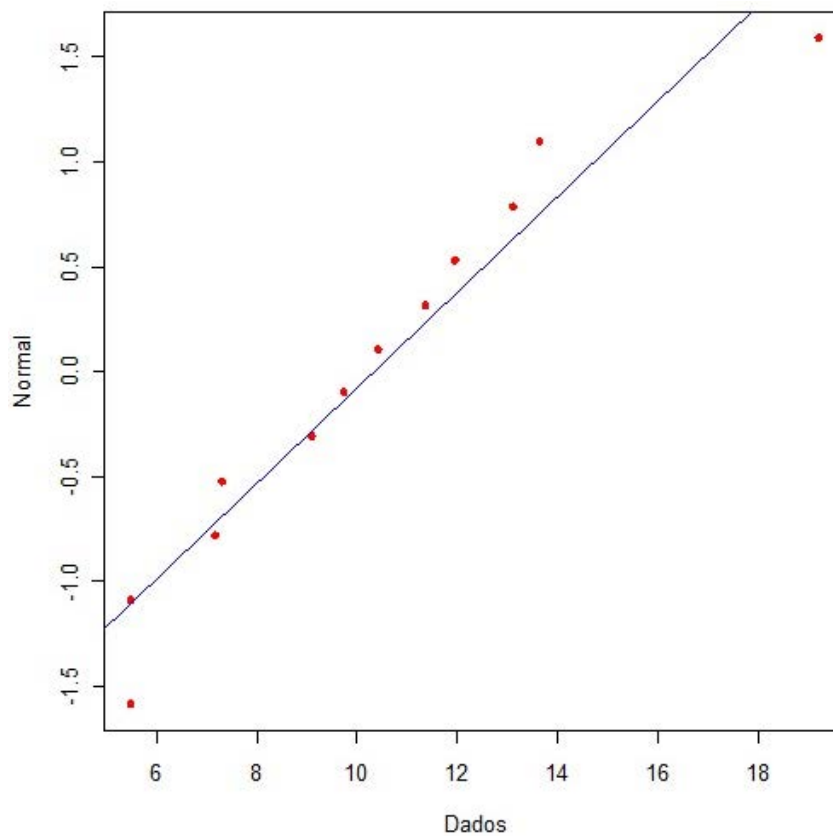
Conhecida a hipótese a ser seguida, os testes de normalidade abaixo, que foram realizados para todas as matérias primas, $p\text{-value}$ de cada teste, deve satisfazer a condição acima para que a distribuição seja considerada normal e todo o cálculo seja validado.

Tabela 2 – Teste de Normalidade Anderson-Darling

TESTES DE NORMALIDADE	
DADOS DO PROCESSO	
Estatística: Anderson-Darling	0,2641043
P-valor	62,91%

Fonte: (MINITAB, 2014)

Figura 2 – Gráfico Anderson-Darling



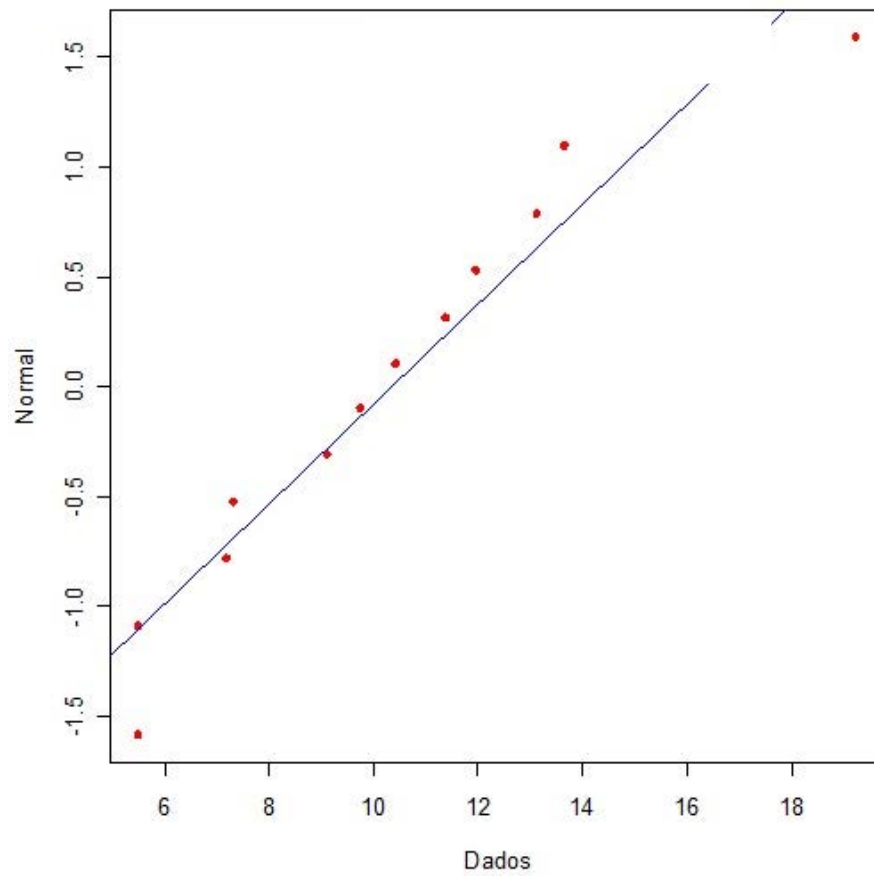
Fonte: (MINITAB, 2014)

Tabela 3 – Teste de Normalidade K-S

TESTES DE NORMALIDADE	
DADOS DO PROCESSO	
Estatística: Kolmogorov-Smirnov	0,1154599
P-valor	92,97%

Fonte: (MINITAB, 2014)

Figura 3 – Gráfico K-S



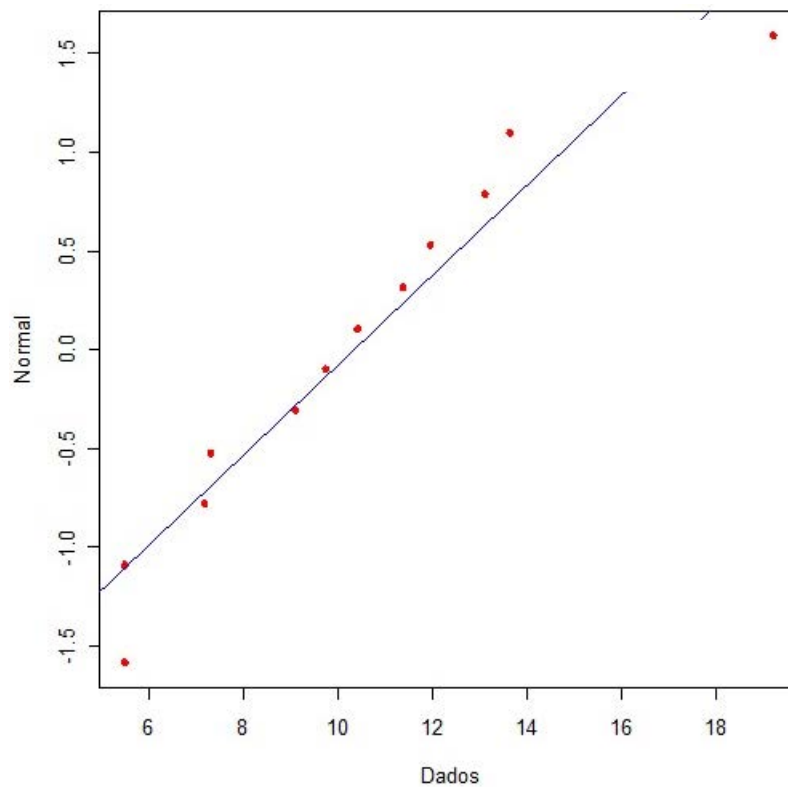
Fonte: (MINITAB, 2014)

Tabela 4 – Teste de Normalidade S-W

TESTES DE NORMALIDADE	
<i>DADOS DO PROCESSO</i>	
Estatística: Shapiro-Wilk	0,936475
P-valor	45,38%

Fonte: (MINITAB, 2014)

Figura 4 – Gráfico S-W



Fonte: (MINITAB, 2014)

Como observado, para os três testes escolhidos a distribuição se comporta como normal, logo as equações 1 e 2 podem ser utilizadas.

$$ES = NS * \sqrt{(\sigma^2 \text{demanda} * LT + (\sigma LT * Demanda)^2} \quad (1)$$

$$PP = ES + (Demanda \text{ média} * LT \text{ médio}) \quad (2)$$

3.5. RESULTADOS ALCANÇADOS

Com todas soluções propostas anteriormente, chegou-se aos seguintes números para Estoque de Segurança e Ponto de Pedido

Tabela 5 – Estoque de Segurança e Ponto de Pedido

MP	Unidade	ES (Un)	PP (Un)	ES (d)	PP (d)
KOH	Tonelada	324,5	820,0	23,2	58,6
Eteramina*	Tonelada	225,3	913,0	21,8	88,2
C6336*	Tonelada	539,0	1658,9	31,8	98,0
IPA*	Tonelada	272,4	1099,9	21,1	85,3
MON0818	Tonelada	20,6	239,9	2,0	23,0
PIA	Tonelada	226,8	1452,8	0,9	5,9
Amônia	Tonelada	13,6	171,9	1,2	15,7
GT Nac/Imp	Tonelada	1730,3	4402,0	22,7	57,7

Fonte: (AUTORIA PROPRIA, 2014)

Tabela 6 – Capacidade dos Tanques

MP	Cap. Atual		Cap Externa	
	Uni	Dias	Uni	Dias
KOH	74	5,3	354,2	25,3
Eteramina*	440	42,5	363,4	35,1
C6336*	60	3,5	1223,4	72,3
IPA*	123	9,5	449,4	34,9
MON0818	105	10,1	155,5	14,9
PIA	391	1,6	1288,6	5,3
Amônia	50	4,6	135,5	12,4
GT Nac/Imp	3000	39,3	3132,2	41,0

Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2014)

Tabela 7 – Nível de Serviço das Matérias-Primas

MP	NS	%
KOH	2,055	98%
Eteramina*	2,055	98%
C6336*	2,055	98%
IPA*	1,282	90%
MON0818	1,282	90%
PIA	2,055	98%
Amônia	2,055	98%
GT Nac/Imp	2,055	98%

Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2014)

Como podemos observar e conforme foi citado anteriormente, a planta não possui capacidade interna para suprir o Estoque de Segurança e Ponto de Pedido proposto. Dessa forma, a solução encontrada foi tentar manter o estoque de

segurança no próprio fornecedor e caso não seja possível, aluguel de tanques externos e em último caso, manter o produto no Porto de Santos, já que essa alternativa é a mais cara e que foi aplicada no ano anterior e não se mostrou eficiente.

3.6 SIMULAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base nos números encontrados, foi construído um algoritmo no Excel para simularmos se os números atenderiam o nível de serviço requerido

O funcionamento do algoritmo é simples, o valor inicial do estoque, média de consumo, desvio-padrão, *lead-time*, número de recebimentos no mês é incluído pelo usuário. O número de simulações é escolhido, no caso foram feitas 500 simulações.

O algoritmo te retorna o ponto de pedido, em quais meses deve ser feito o pedido, o nível de serviço o estoque médio.

Tabela 8 – Simulação de Estoque

Simulated Demand		Initial Stock	Receipt	Decision
		3000		No Order
September-13	1.097	1.903		No Order
October-13	421	1.482		Input Order
November-13	1.595	2.387	2500	No Order
December-13	785	1.602		No Order
January-14	394	1.208		Input Order
February-14	1.511	2.197	2500	No Order
March-14	490	1.707		No Order
April-14	962	745		Input Order
May-14	578	2.667	2500	No Order
June-14	810	1.857		No Order
July-14	1.168	689		Input Order
August-14	640	2.549	2500	No Order
		Stock Out Count	27	
		Ok Count	473	

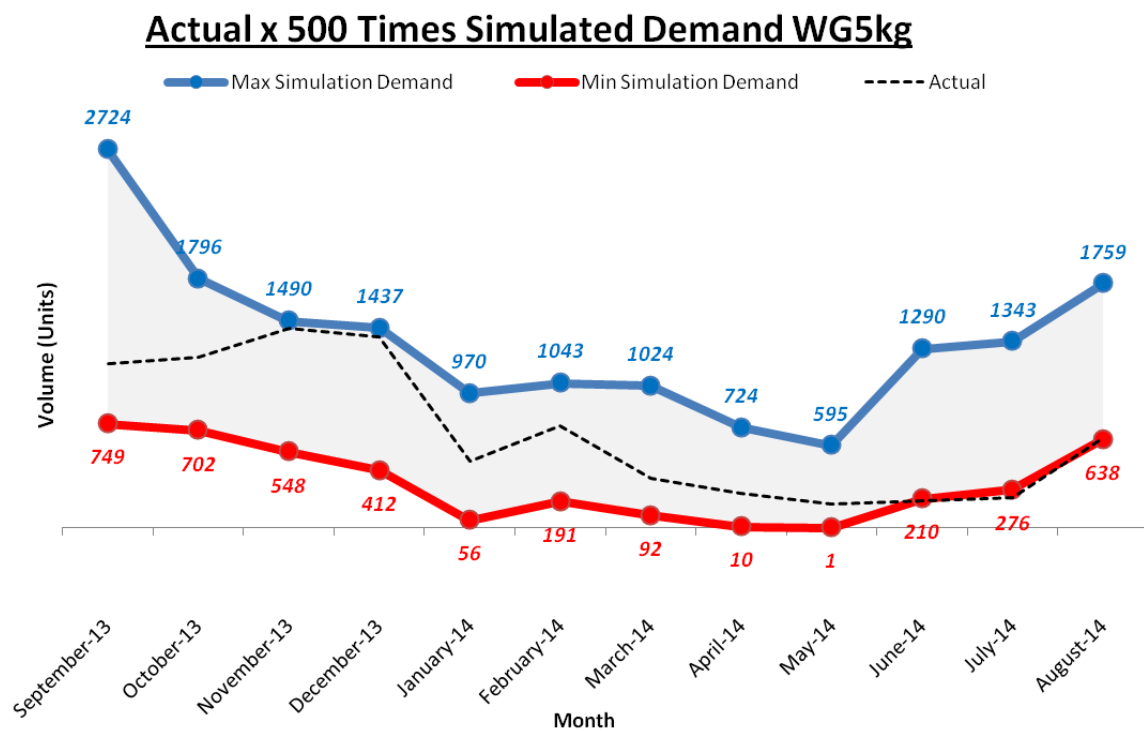
Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2014)

Figura 5 – Nível de Serviço da Simulação

How Much Units Per Order?	2500
Order Lead Time (In Months)	1
Normal Mean	690
Normal Dev Pad	490
Reorder Point:	1.495
Stock Out Proportion	5,4%
Service Level:	94,6%

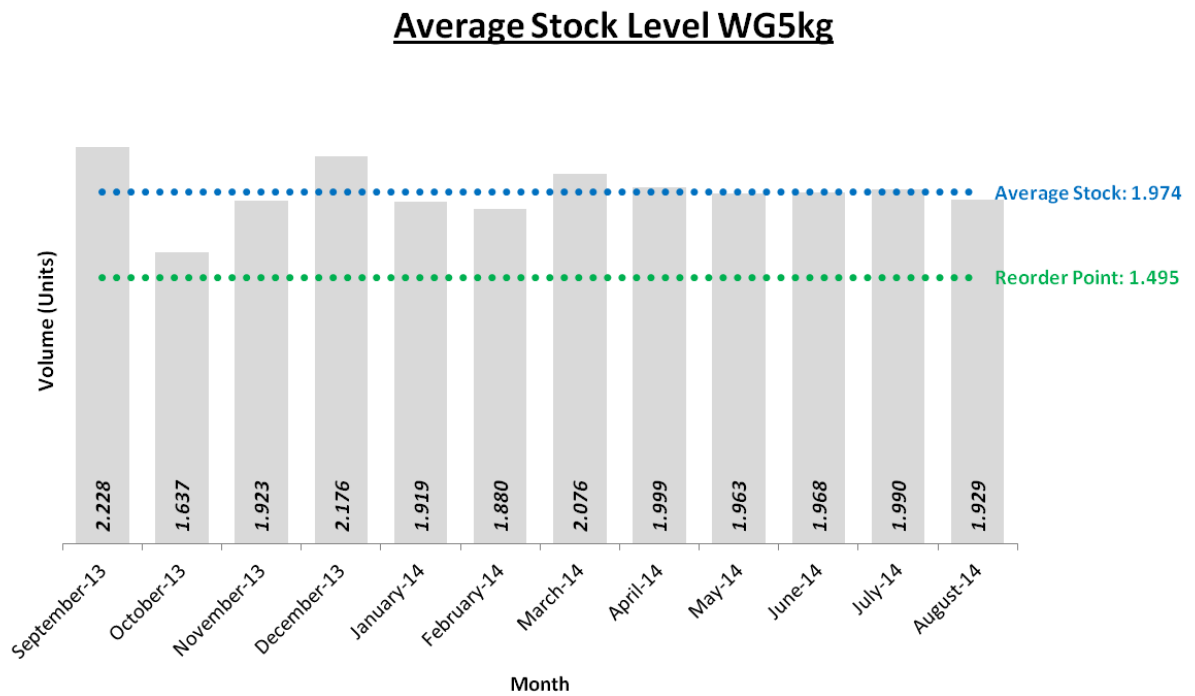
Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2014)

Figura 6 – Estoque Simulado Mensal



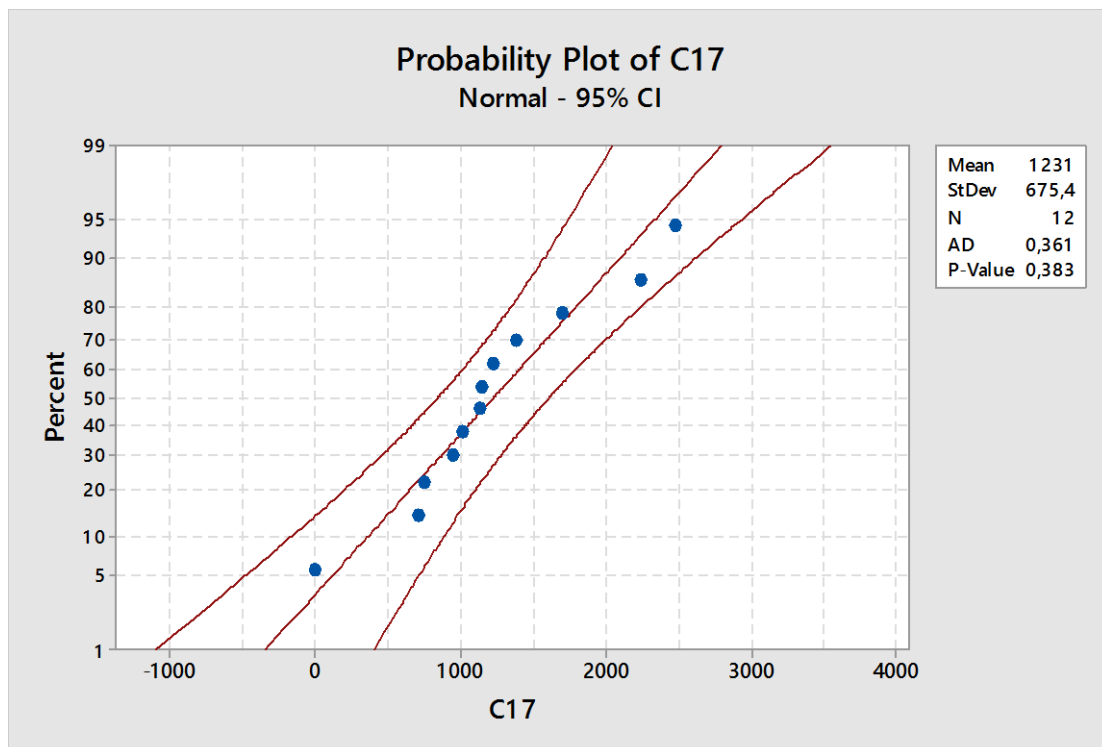
Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2014)

Figura 7 – Estoque médio mensal



Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2014)

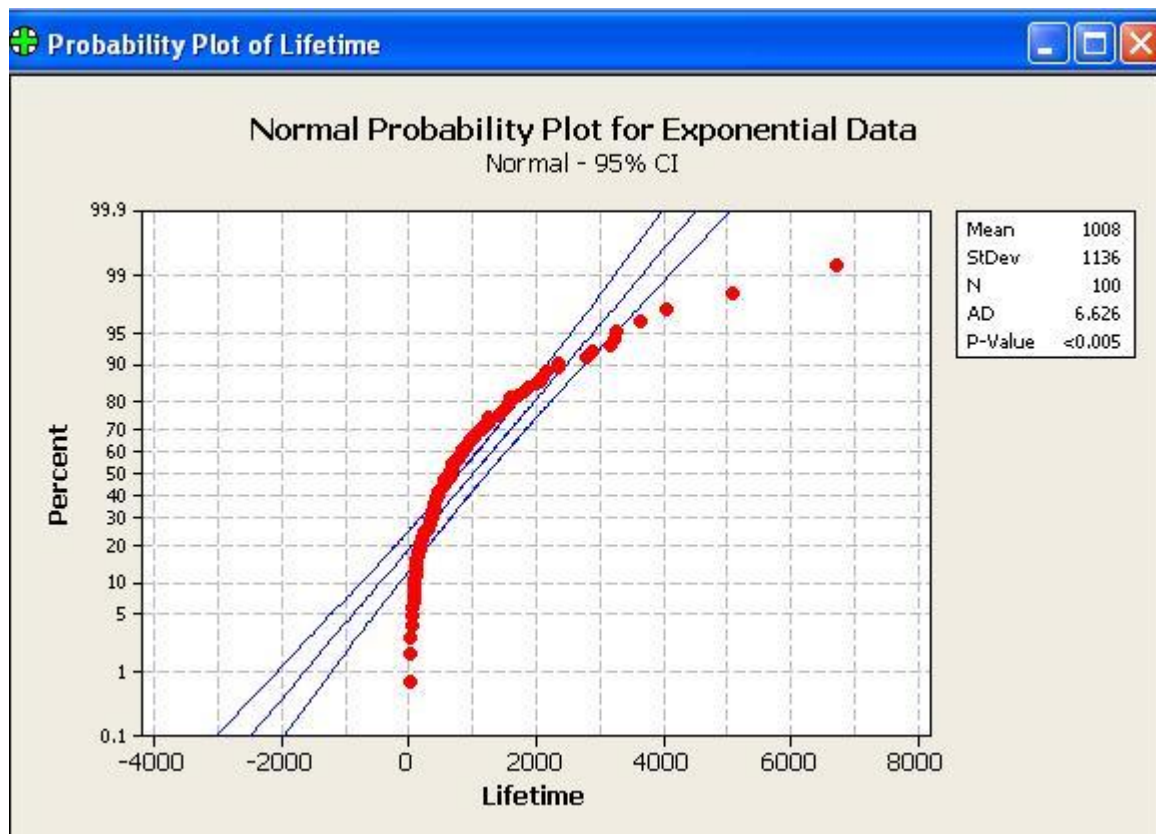
Figura 8 – Probabilidade da Simulação



Fonte: (MINITAB, 2014)

Como é observado, através do “*P-Value*” exibido ao lado, o teste satisfaz a hipótese e o resultado alcançado, que é o nível de serviço está coerente com o resultado calculado, abaixo, para efeito de comparação, segue um gráfico genérico em que a hipótese não é alcançada, observa-se através do “*P-Value*” menor que 5% e através da imagem em que os pontos vermelhos fogem do limite da linha azul

Figura 9 – Distribuição não-normal



Fonte: (MINITAB, 2013)

4. CONCLUSÕES

4.1 ANÁLISE DOS OBJETIVOS

O presente trabalho partiu da premissa que a companhia em questão não possuía uma política de inventário. Diante do exposto, o trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento da política de inventário com o objetivo de aumento de nível de serviço, evitando paradas de produção por falta de matéria-prima ou má gerenciamento e diminuir o *just in time* no período de safra (pico de vendas). Dessa forma, pode-se garantir que o cliente final receba o produto desejado no tempo desejado, já que a janela de aplicação dos produtos, no agronegócio é baixa, e perder o timing de venda significa perder o cliente.

Com todo o processo mapeado, foi possível realizar uma análise de dados e propor um modelo de gerenciamento de inventário adequado para cumprir tal objetivo. Garantindo-se que os números de vendas tenham uma boa precisão, o *lead-time* não apresente um desvio padrão alto, que não haja mudança repentinas na produção, com a solução apresentada é possível garantir que o analista responsável pelo planejamento respeite a política de inventário proposta.

Através da simulação do modelo proposto para o ano seguinte, foi possível verificar se o modelo atenderia o cenário, respeitando o nível de serviço exigido e o modelo se mostrou eficiente e bem estruturado para suportar uma expansão da produção.

O modelo ainda é capaz de identificar possíveis mudanças nas formulações dos produtos e se adequar ao novo cenário.

4.2 PROPOSTA FUTURAS

Depois de consolidado a política de inventário, se os resultados se mostrarem satisfatórios, pode-se estudar a possibilidade das matérias-primas que estão com um nível de serviço de 98% não estão superdimensionadas.

Além disso, seria de extrema importância automatizar ao máximo o planejamento, através de sistemas, como SAP (sistema interno da companhia) por exemplo e evitar o uso do Excel evitando-se assim erros humanos de digitação e ainda por ser a fonte oficial dos números da companhia.

REFERÊNCIAS

- AROZO, Rodrigo. **Monitoramento de desempenho na gestão de estoque**. v. 1, e. 1 p. 1-8, 2006.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5 ed. Porto Alegre, RS. Bookman, 2004.
- BROCK, David. **Sales Forecast Accuracy, Demand Planning And Other Ramblings**. v. 3, n. 1, p. 2-17, 2013
- CHOCKALINGAM, Mark. **Forecast Accuracy and Safety Stock Strategies**. Demand Plannning LLC, 2007.
- CONTADOR, J.C. (Coord.) **Gestão de operações**. 2 ed. S. Paulo: Blucher, 2001
- '¶\$9,12, Marco. De Simone, V alerio. **Revised MRP for reducing inventory level and smoothing order releases: a case in manufacturing industry, Production Planning & Control: The Management of Operations**. v. 25, e. 10, p. 814-820, 2014
- ENGEL, Guido Irineu. **Pesquisa-ação**. Educar. v. 16 e. 1, p. 181-191. 2000
- GARCIA, Eduardo Saggioro. Lacerda, Leonardo Salgado. **Gerenciando Incertezas no Planejamento Logístico: O Papel do Estoque de Segurança**. Tecnológica, 2001.
- GOMES, Carlos Francisco Simões. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à Tecnologia da Informação**. São Paulo, SP: Thomson, 2004.
- GUPTA, M, D. Snyder. **Comparing TOC with MRP and JIT: a literature review**. International Journal of Production Research, v. 47 e. 13, p. 3705-3739, 2009.
- KEEBLER, James S. **Keeping Score: measuring the business value of logistics in the supply chain**. Council of Logistics, 1999.
- KOSAKA, Gilberto. **Lean Institute Brasil**. Lean IT Summit, São Paulo, SP, 2014.
- LI, Sun. Heragu, Sunderesh. **Comparing dynamic risk- based scheduling methods with MRP via simulation**. International Journal of Production. v. 50 e. 4, p. 921-937, 2012.
- LUCAMBIO, Fernando. **Diferentes testes para verificar normalidade de uma amostra aleatória**. Statistic research of Paraná. e. 1, v. .1 p. 1-12. 2008.

MILTENBURG, J. **Comparing JIT, MRP and TOC, and embedding TOC into MRP.** International Journal of Production Research, v.35 e. 4, p. 1147-1169, 1997.

MULA, J. , R. Poler & J. P. Garcia-Sabater. **Capacity and material requirement planning modelling by comparing deterministic and fuzzy models.** International Journal of Production Research, p. 20-46 ,2008.

OLIVEIRA, Carlos Machado de. **Análise de políticas de gestão em cadeias de suprimentos por modelos de simulação,** v. 11, n. 3, p. 313-329, 2004.

PRASHANTH, B. Nagendra. **A kanban-oriented shop floor extension to MRP,** Production Planning & Control: The Management of Operations, 10:3, p. 207-218, 1999.

RAY, Cashcow. **The importance of Forecast Accuracy.** v. 1, n. 3, p. 12-39, 2013.

SANTORO, Miguel Cezar. **Análise comparativa entre modelos de estoque.** EPUSP. 2008

SANTOS, Antônio Marcos dos. Rodrigues, Iana Araújo. **Controle de estoque de materiais com diferentes padrões de demanda: estudo de caso em uma indústria química.** vol.13, n.2 p. 223-231, 2006

SLACK, N.; Chambers, S.; Johnston, R.; Betts, A. **Gerenciamento de operações e processos.** 2. ed. P. Alegre, RS: Bookman, 2013

TEERADEJ, Wuttiornpun. Pisal, Yenradee. **Development of finite capacity material requirement planning system for assembly operations,** Production Planning & Control. The Management of Operations, 15:5, p. 534-549, 2004

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo, SP. Editora Atlas, 2007.

XIANDE Zhao , Fujun Lai & T. S. **Evaluation of safety stock methods in multilevel material requirements planning (MRP) systems,** Production Planning & Control: The Management of Operations, 12:8, 794-803, 2001.