

UNIVERSIDADE SANTO AMARO
Curso de Engenharia de Produção

Micael Jesus dos Santos

MAXIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CARTAS

São Paulo

2018

Micael Jesus dos Santos

MAXIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CARTAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de produção da universidade Santo Amaro-Unisa, como objetivo principal a obtenção do título de bacharelado em Engenharia de produção.

Pof. Orientador: Prof. Mestre, Leandro Cardoso da Silva

**São Paulo
2018**

Micael Jesus dos Santos

MAXIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CARTAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Santo Amaro – Unisa, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia de Produção.

Pof. Orientador: Prof. Mestre Leandro Cardoso da Silva

São Paulo, ___de_____2018

Banca examinadora

Prof. Dr.....

Prof. Dr.....

Prof. Dr.....

Conceito Final: _____

“Se preocupe em ser, o ter será consequência de sua existência”

Paula Tereza

“Destino são consequências de nossas escolhas, quando pensamos em algo e escolhemos agir, as ações se tornam hábitos, os hábitos se tornam caráter e o nosso caráter se torna nosso destino”

Marcello Nicolielo

“ Mais um dia, mais uma oportunidade de ser forte e corajoso”

Ju Matias

Dedico este trabalho de pesquisa e conclusão de curso a Deus e a minha mãe, pois sem eles nada disso poderia ser possível.

Dedico também ao meu professor orientador Leandro Cardoso, por toda a sua dedicação e empenho nesta pesquisa e a todos os professores do curso.

Em seguida dedico a cada um dos familiares e amigos citados abaixo e agradeço o apoio a dedicação e a paciência que tiveram durante todo o período do curso essa não é somente uma conquista minha, ela é nossa.

Marlene Jesus Dos Santos, José Antônio Barbosa, Ana Maria Barbosa, Ana Laura Gerhardt, Sabrina Santos, , Ewerton de Lima Melo, Thiago Pereira, Darlan Santana, Léo Santana, Ricardo Napoli, Paula Cereda, Renato Ferreira, Marcello Nicolielo, Ju Matias, Rayanne nascimento, Ewerron Reis, Gustavo Santos, Camila Bastos, Welson Alcântara, Emilly Silva, Michelle Araujo Gustavo Lucas, Antônio Carlos, Isa Mascarenhas, Emerson Souza, Beatriz Marques, Thais Martins, Dan Portela, Natália Cavalcante dos Santos, Gustavo Santos, Hélio Bitencourt, Estefany Nayara, Lais Lucas, Thiago Lourenço, João Marcos, José Roberto, Beatriz Souza, Robert Henrique e a todos os membros da Equipe INVICTUS e do Arena Bronx.

Dedico em especial esse trabalho a Beatriz Quesil, uma grande amiga, companheira de histórias e alegrias que nos deixou em 2016, deixando muita saudade, e uma lição que jamais irei esquecer, "Dentre todas as coisas que podemos ser a melhor é sermos nós mesmos". Obrigado por tudo Bea.

RESUMO

Com o atual cenário econômico, cultural e social, o Brasil se tornou um país mais pluralizado e moderno. Estas mudanças são resultado da ascensão de novas tecnologias e ferramentas de gestão de diversas localidades do mundo com o foco de minimizar os custos e maximizar os lucros, sempre levando em consideração as questões ambientais. A engenharia de produção nasce com esse foco de melhorar o processo para gerar melhores resultados. Assim sendo, o presente trabalho de pesquisa utiliza de diversas ferramentas da engenharia de produção e determinada metodologia, com o objetivo de melhorar o processo de produção de cartas, reduzindo custos e maximizando os resultados.

Palavras-Chave: Cartas. Ferramentas. Processo

ABSTRACT

In the current economic, cultural and social situation Brazil has become a more pluralized and modern country. These changes stem from the rise of new technology and management tools from different locations of the world, with the focus of minimization of costs and maximization of profits, always considering the environmental issues. In addition, production engineering has born with the focus of improving the process in order to achive better results. Thus, the present research paper use of different production engineering tools and a specific methodology, in order to improving the process of production of letters, reducing costs and maximizing the results.

Key words: Letters. Tools. Process.

Lista de figuras

Figura 1 - Critério de ponderação.....	19
Figura 2 - Curva do custo total.....	23
Figura 3 - Lote Econômico sem faltas.....	25
Figura 4 - Curva ABC.....	28
Figura 5 - Comportamento do estoque e principais parâmetros.....	29
Figura 6 - Detalhamento do processo de produção de cartas.....	31
Figura 7 - Organograma do processo maximizado de produção de cartas.....	39

Lista de Equações

Equação 1 – Média Móvel	18
Equação 2 - Demanda Ponderada.	20
Equação 3 – Lote econômico de Compra.....	24
Equação 4 - Lote econômico de fabricação.....	27
Equação 5 - Estoque de segurança.....	30
Equação 6 - Equação 6 - Demanda móvel aplicada ao processo	34
Equação 7 - Estoque mínimo aplicada ao processo	35
Equação 8 - Lote econômico de compra aplicado ao processo.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos Gerais	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Metodologia	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Estoque	14
2.1.1 Tipo de estoque.....	14
2.1.2 Matérias Primas	14
2.2 Estoque de produtos em processo	15
2.2.1 Produtos acabados.....	15
2.2.2 Estoque de materiais em trânsito	15
2.2.3 Consignação	15
2.3 Função do Estoque	15
2.4 Previsão de Demanda	16
2.4.1 Quantitativos	17
2.4.2 Qualitativos.....	17
2.5 Métodos de previsão de demanda	17
2.5.1 Método Delphi.....	17
2.5.2 Método do último período	18
2.5.3 Método baseado em médias moveis.....	18
2.5.4 Modelo em média móvel ponderada.....	19
2.6 Custos dos estoques.....	21
2.7 Lote econômico de compra (LEC).....	22

2.8	Lote econômico de fabricação.....	23
2.9	Análise ABC	27
2.10	Estoque de segurança	28
2.10.1	Fórmula do estoque de segurança.....	29
3.	MÉTODO.....	31
3.1	Oportunidade de melhoria	31
3.2	Mapeamento do Processo	31
3.3	Ferramentas utilizadas para melhoria	33
3.3.1	Análise da demanda.....	33
3.4	Estoque mínimo de produção.....	35
3.5	LEC – Lote mínimo de compra.....	36
3.6	Estoque de Segurança	37
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	39
4.1	Estratificação das ferramentas na resolução dos problemas.....	39
4.2	Mapeamento do novo processo produtivo.....	39
4.3	Ganhos do novo processo.....	40
4.4	Nova demanda	43
5.	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

Essa pesquisa, foi elaborada na empresa “XPTO”, com o objetivo de desenvolver um projeto de melhoria no processo de produção de cartas tipo boleto bancário. Devido ao custo, estar mais elevado do que praticado no mercado, foi proposta uma pesquisa no processo de produção, com o foco de descobrir gargalos e utilizar ferramentas da engenharia de produção para reduzir os gargalos ou dissipá-los.

1.1 Objetivos Gerais

Analisar, como ferramentas de controle de estoque podem melhorar o processo produtivo de impressão de cartas, para transformar o processo mais eficiente e eficaz.

1.2 Objetivos específicos

O objetivo desta pesquisa é analisar a partir de ferramentas de análise e controle de estoque como podemos maximizar o processo produtivo, através de ferramentas como

- Análise de estoque
- Previsão de demanda
- Curva ABC
- LEC- Lote econômico de compra

- Estoque de segurança.

1.3 Metodologia

A pesquisa tem o objetivo de apresentar um estudo de caso, obtido em uma indústria gráfica especializada em produção de cartas, tipo boleto. Os dados apresentados são referentes a um cliente com a maior demanda de produção de cartas no ano, os dados obtidos foram utilizados como amostras para uma futura melhoria no processo de todos os clientes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Estoque

Segundo Morreira (2011), estoques são muito utilizados para descrever quaisquer quantidades de bens físicos, que sejam conservados de forma improdutiva por um intervalo de tempo. Podem ser produtos acabados, matérias-primas, produtos que aguardam utilização na produção.

Segundo, Slack (2009), estoque é definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação. Algumas vezes o termo estoque é utilizado para transformadores de capital, como quartos de um hotel, ou uma empresa de aluguel de carros.

O estoque tem a função de ser regulador do fluxo de negócios. Como a velocidade que as mercadorias são recebidas, unidades recebidas por unidade de tempo ou entrada é usualmente diferente da velocidade utilizada.

Existe a necessidade de uma certa quantidade de itens, que por vez aumenta e diminui por isso a sua função é ser um amortecedor de variações. (MARTINS,2012, p. 192).

2.1.1 Tipo de estoque

Segundo Dias (2010), existem diversos aspectos que devem ser definidos, antes de se montar um sistema de controle de estoque. Um deles se refere a diferentes tipos de estoque existentes na empresa. Outros pontos de vista quanto ao nível adequado de estoque que deve ser mantido para atender as necessidades. Um terceiro ponto seria a relação entre o nível de estoque e o capital necessário envolvido.

2.1.2 Matérias Primas

“São as matérias básicas e necessários para a produção do produto acabado; seu consumo é proporcional ao volume de produção”. (DIAS, 2010, p.14)

2.2 Estoque de produtos em processo

“O estoque em processo consiste em guardar as matérias que estão sendo utilizado no processo fabril. Eles são em geral produtos parcialmente acabados que estão em algum estágio intermediário da produção”. (DIAS, 2010, p.14)

2.2.1 Produtos acabados

Segundo Dias (2010), estoques de produtos acabados consistem em itens que já foram produzidos e ainda não foram vendidos. As indústrias que vendem produtos por encomenda mantem um estoque de produtos acabados muito baixo ou praticamente zero, pois todos os seus itens já foram produzidos antes mesmo de serem produzidos.

2.2.2 Estoque de materiais em trânsito

“São todos os materiais já foram despachados de uma unidade fabril para outra, normalmente da mesma empresa que não chegaram ao seu destino.” (DIAS, 2010, p.14).

2.2.3 Consignação

“São materiais que continuam sendo propriedade do fornecedor até que sejam vendidos, caso contrário são devolvidos sem ônus”. (DIAS,2010 p.14).

2.3 Função do Estoque

De acordo com Martins (2012), os estoques são elementos reguladores do fluxo de materiais nas empresas, isto é, como a velocidade com que chegam a empresa é diferente da velocidade com que saem (ou são consumidas), há necessidade de certas quantidades de materiais, que ora aumenta, ora diminui, amortecendo as variações.

Segundo Dias (2010), a meta principal de uma empresa é maximizar os lucros sobre o capital investido na fábrica e equipamentos.

A função da administração do estoque é justamente maximizar esse efeito lubrificante no feedback de vendas não realizadas e no ajuste do planejamento da produção.

2.4 Previsão de demandas

‘Simplesmente saber que a demanda por seus produtos está aumentando ou diminuindo não é o suficiente. Saber a taxa de mudança é

provavelmente vital ao seu modelo de negócio'. (SLACK; CHAMBERS; JOHSTON, 2009, p.173).

Todo início de estoque está baseado na previsão de consumo do material. A previsão do consumo da demanda estabelece estas estimativas futuras dos produtos acabados comercializados pela empresa. Define, portanto, quais produtos desses, quanto desses produtos e quando serão comprados pelo cliente. A previsão tem algumas características básicas que são:

- É ponto de partida para todo planejamento de estoques.
- Da eficácia dos métodos empregados.
- Qualidade das hipóteses utilizadas no raciocínio.
- A previsão deve ser considerada como a previsão mais provável dos resultados. (DIAS, 2010, p .32)

Para, Patrono G. Martins e Fernando Piero Laugeni, a demanda tem alguns padrões, que são:

- Média, em que as flutuações da demanda estão em torno de um valor constante;
- Tendência linear, onde a demanda cresce e decresce linearmente;
- Tendência não linear, onde a demanda cresce e decresce de forma não linear, conforme uma equação de 2º grau.
- Estacional (sazonal), a que a demanda cresce e decresce, em certos períodos, por exemplo, um dia semana, do mês, ou em meses específicos.

As informações básicas para que permitem decidir quais serão as dimensões e a distribuição no tempo da demanda dos produtos acabados podem ser classificadas em duas categorias quantitativos e qualitativos.

2.4.1. Quantitativos

Segundo Dias (2010), eles podem ser divididos em qualitativos e quantitativos.

- Evolução das vendas passadas
- Variáveis cuja as evoluções estão ligadas diretamente a vendas
- Variáveis de fácil previsão, relativamente ligadas a vendas
- Influência da propaganda

2.4.2. Qualitativos

- Opinião dos gerentes;
- Opinião dos vendedores
- Opinião dos compradores
- Pesquisas de mercado

2.5 Métodos de previsão de demanda

2.5.1 Método Delphi

De acordo com SLACK; CHAMBERS; JOHSTON, (2009), esse é um método mais formal, que tenta reduzir as influencias dos procedimentos dos encontros face a face. Emprega um questionário que é enviado por correio ou correio eletrônico aos seus especialistas. As respostas são analisadas, resumidas e retornadas anonimamente, para os especialistas. Cada membro do grupo é convidado a reconsiderar a sua resposta original a luz das respostas e argumentos elaborados pelos outros especialistas.

Esse processo é repetido algumas vezes até a chegada em um consenso ou no mínimo, com uma gama maior de decisões. Um refinamento desta abordagem é atribuir pesos aos indivíduos e suas sugestões.

Baseadas, em por exemplo, experiência, seus sucessos anteriores, ou visão de terceiros sobre suas habilidades. O problema deste método é criar o questionamento adequado, selecionar um painel de especialistas e criar um viés inerente as visões.

2.5.2 Método do último período

Segundo DIAS (2010), este é o modelo, mais simples essa base matemática, consiste em utilizar como previsão para o período seguinte o valor ocorrido para o período anterior. Se colocarmos em um gráfico os valores e as previsões, obteremos duas curvas exatamente iguais.

2.5.3 Método baseado em médias móveis

Para Gonçalves (2010), a palavra móvel se refere a movimento, pois a tomada de valor tem uma relação direta com o tempo. Esse modelo é bastante simplificado onde determinamos que a demanda do próximo período é a média do período anterior.

Essa técnica considera que, embora exista uma ligeira tendência ascendente ou descendente, nos dados históricos, ela será relativamente pequena em comparação aos erros aleatórios e consequentemente terá pouca influência no cálculo de valor projetado pela média móvel. (GONÇALVES 2010, p.22).

Equação 1 – Média Móvel

$$D \text{ média movel} = \frac{\sum_j^k D_i}{k - j + 1}$$

Onde:

D = Projeção de demanda do período Di= Demanda ocorrida no período i.

l= período ocorrido

J=1

K= número de períodos utilizado

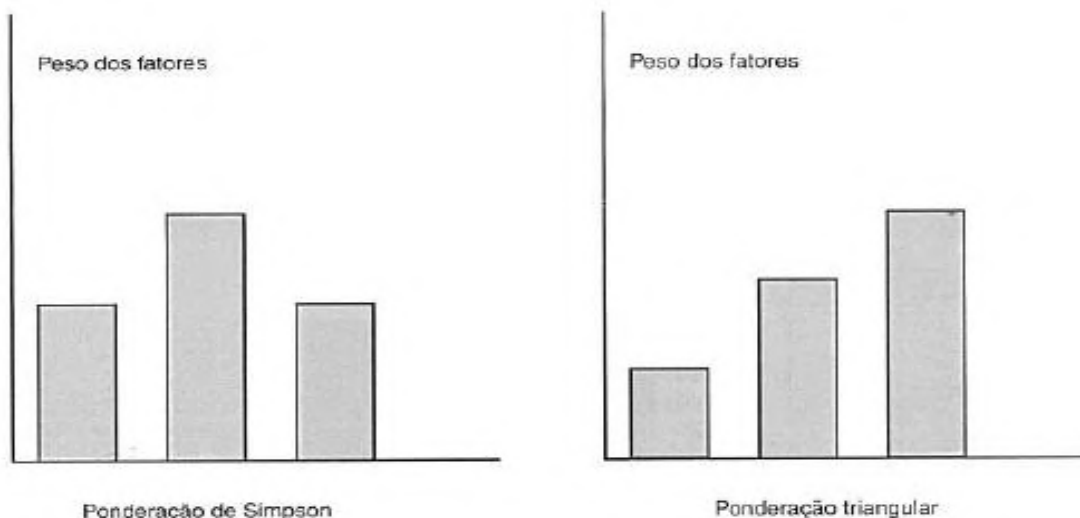
Exemplo:

Uma empresa registrou os seguintes preços de fechamento diário durante cinco dias os preços diários de fechamento foram: (11,12,13,14,15,16,17), qual a demanda destes cinco dias:

$$\text{Primeiro dia da MMS de 5 dias: } \frac{11+12+13+14+15}{5} = 13$$

2.5.4 Modelo em média móvel ponderada

Segundo Dias (2009), esse método é uma variação do método anterior em que os valores dos mais próximos recebem peso maior que os correspondentes a períodos mais anteriores. Diversos são os critérios de ponderação, entre eles podemos considerar a ponderação de Simpson, a ponderação triangular, que pode ser melhor compreendida analisando a imagem abaixo:

Figura 1 - Critério de ponderação.

Fonte: (GONÇALVES, 2010, p.27).

Como pode ser observado, no caso da ponderação de Simpson, o dado central tem peso maior, ao passo que, na ponderação triangular, o dado mais recente recebe maior peso.

“De uma forma generalizada, o modelo de previsão baseada na média móvel ponderada tem o aspecto da equação”. (GOLÇALVES, 2010, p.27).

O modelo de previsão baseado pela média móvel ponderada é dado pela expressão:

Equação 2 - Demanda Ponderada.

$$D \text{ média ponderada} = \frac{\sum_i^{i+k} W_i \cdot D_i}{\sum_i^{i+k} W_i}$$

Onde:

W e D_i = são respectivamente os pesos e consumos

I = Período ocorrido

K= número de períodos utilizados

Exemplo

Considerar que a demanda a longo prazo para um certo produto é relativamente estável, é a constante de ajuste (Suavização Exponencial) igual a 0,30 é a satisfatória. Se o método de média ponderada com suavização exponencial foi utilizado, como uma prática contínua, uma previsão teria que ter sido feita para o período anterior. Considerando que a previsão para o período anterior foi de 1100 unidades, e que 1000 unidade foi a demanda real, em vez de 1100 unidades, qual a previsão para esse mês?

Resposta:

$P_{pp} \text{ (MMSE)} = (C_r \text{ alfa}) + (1 \text{ alfa})$

P_a P_{pp} = previsão para o período

MMSE = Média Móvel com Suavização Exponencial C_r = Consumo real

Pa = Previsão anterior

Alfa = constante de suavização exponencial

$$P_{pp} \text{ (MMSE)} = (1000 \times 0,3) + (1 - 0,3) \times 1100$$

$$P_{pp} \text{ (MMSE)} = 300 + 0,70 \times 1100 = 300 + 770 = 1070 \text{ unidades}$$

Conforme o método da média móvel com suavização exponencial, a previsão para o próximo período é de 1070 unidades.

De acordo com Slack; Chambers; Johston, (2009) os modelos de previsão são amplamente usados na tomada de decisões gerenciais e, de fato a maior parte das decisões gerenciais exige uma previsão de algum tipo de modelo, em geral não ser especialmente impressionante. Hogarth e Makridakis em uma revisão completa na literatura de gestão e finanças, mostram que não é bom o desempenho de previsões, mesmo usando julgamentos subjetivos ou sofisticados métodos matemáticos.

2.6 Custos dos estoques

‘É usual ouvirmos o termo “estoque é dinheiro. A afirmativa é bem verdadeira, a necessidade de manter os estoques acarreta uma serie de custos a empresa.’ (MARTINS; GARCIA, 2012, p.177)

Todo armazenamento de material gera determinados custos que podem ser agrupados da seguinte maneira:

- Custo de capital (Juros, depreciação)
- Custo com pessoal (Salario, encargos sociais)
- Custo com edificação (alugueis, impostos, luz, conservação);
- Custo de manutenção (deterioração, obsolescência, equipamento).

“Todos esses custos relacionados, podem ser chamados de custo de armazenagem. São calculados baseados no estoque médio, e

geralmente indicados em porcentagem do valor em estoque.” (DIAS, 2012 p.31)

Para Martins e Campos podemos classificar o custo de manter o estoque em três grandes categorias, custos diretamente proporcionais à quantidade estocada; inversamente proporcionais a quantidade estocada e independentemente da quantidade estocada.

- Custos diretamente proporcionais, ocorrem quando os custos crescem com o aumento da quantidade estocada. (Quanto maior o estoque, maior o custo de capital investido);
- Custos inversamente proporcionais, são os custos ou fatores de custo que diminuem com o aumento de estoque médio, isto é quanto mais elevados os estoques médios, menores serão tais custos (ou vice-versa). São chamados custos de obtenção, no caso de materiais comprados e custos de preparação, no caso de materiais fabricados internamente;
- Custos independentes, são aqueles que independem do estoque médio mantido pela empresa, como por exemplo, custo do aluguel de um galpão.

Segundo Gonçalves (2010), se analisarmos segundo a ótica da produção, é necessário a existência dos estoques de insumos, de matérias-primas e componentes destinados a fabricação de um produto. Mesmo utilizando métodos avançados e técnicas de produção, como produção puxada, é justificável a existência de um estoque por menor que seja, para suprir demandas imprevisíveis.

2.7 Lote econômico de compra (LEC)

Segundo SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON (2009), a abordagem mais comum para decidir quanto de um item quer comprar particular pedir, quanto o estoque precisa de reabastecimento, é a abordagem LEC. Essa abordagem tenta encontrar o equilíbrio entre as vantagens e desvantagens de manter o estoque.

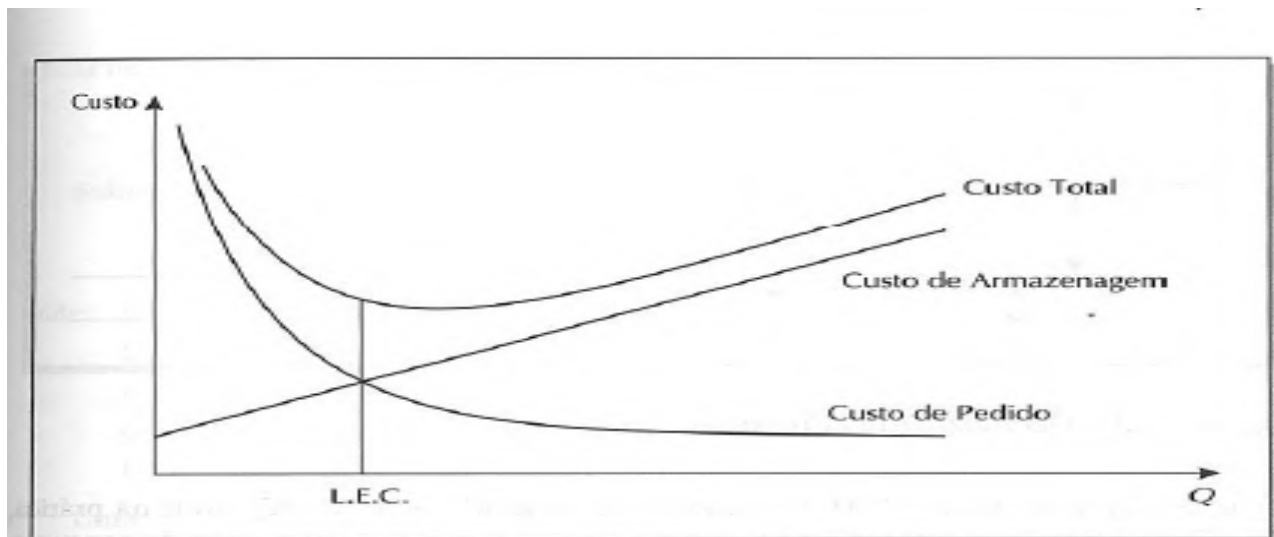
Para Martins (2009), as manutenções dos estoques trazem vantagens e desvantagens as empresas. Vantagens no que se refere ao ponto de atendimento aos clientes, e desvantagens no que se refere a custos decorrentes a sua manutenção. Compete ao administrador de materiais encontrar o ponto de equilíbrio adequado à empresa em certo momento, embora os benefícios decorrentes ao pronto atendimento sejam mais difíceis de ser avaliados do que os custos decorrentes.

Segundo Gonçalves (2010), considerando ainda o fluxo de materiais de uma empresa, verificamos que frequentemente teremos de renovar os estoques de cada item em particular. Essa renovação do estoque tem custo que retarda todo o processo: Solicitação de compra, realização de pesquisa de preço com o mercado fornecedor previamente escolhido, e entrega da matéria. Esse custo, conhecido como custo de reposição podem ressaltar em repercussões indesejadas na administração dos materiais.

Segundo Dias (2010), pelo gráfico custo total de estoque, podemos perceber que um aumento regular dos custos de armazenagem à medida que a quantidade dos produtos comprados ou produzidos aumenta, devido a maior quantidade que deve ser armazenada. A curva mais baixa representa o custo total para encomendar o material, o qual diminui à medida que aumenta a quantidades de produtos pedidos de uma única vez.

Portanto para Dias (2010), essa redução se deve à foto de poucos pedidos terão de ser emitidos durante determinado espaço de tempo, como resultado terá despesas menores de emissão de pedidos de compra e inspeção, assim como o de preparação das maquinas.

Figura 2 - Curva do custo total.



Fonte: (DIAS,2010 p.83).

Antes de apresentar a fórmula do LEC, vamos conhecer os elementos que o compõe. Como vimos, este modelo supõe que apenas os custos de pedido e de estocagem influenciam nossa decisão.

Assim, o custo total por um período é composto pelo número de pedidos que fazemos (multiplicado pelo custo de pedido) mais o estoque médio (multiplicado pelo custo unitário de estoques).

Equação 3 – Lote econômico de Compra.

$$\text{Custo Total} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Tamanho do lote}} \cdot \text{Custo pedido} + \text{Estoque médio} \cdot \text{Custo unitario}$$

$$CT = \frac{D}{Q} \cdot C_p + \frac{Q}{2} \cdot C_e$$

Com alguns cálculos matemáticos encontramos que o tamanho do lote Q que minimiza o custo total é então:

$$Q = \frac{\sqrt{2 \cdot D \cdot C_p}}{C_e}$$

Onde D é a demanda do período, C_p é o custo por pedido e C_e é o custo unitário de estocagem.

“Este valor deve ser então arredondado e negociado, mas sabemos que se não for muito diferente do Q calculado, não estaremos tendo gastos muito diferentes do ideal”. (LEANDRO CALLEGARI COELHO, 2011 EM DEMANDA LOGISTICA).

Exemplo:

Uma empresa compra de uma fábrica peças de painéis por R\$5,00 a unidade.

As estimativas de consumo dessas peças foram fixadas em 4.000 unidades anuais, para o próximo exercício fiscal. A empresa calcula R\$30,00 o custo de uma encomenda (custo de fazer o pedido de compra) e o custo de posse é igual a R\$1,50. 1.Qual a quantidade econômica que a empresa deve pedir?

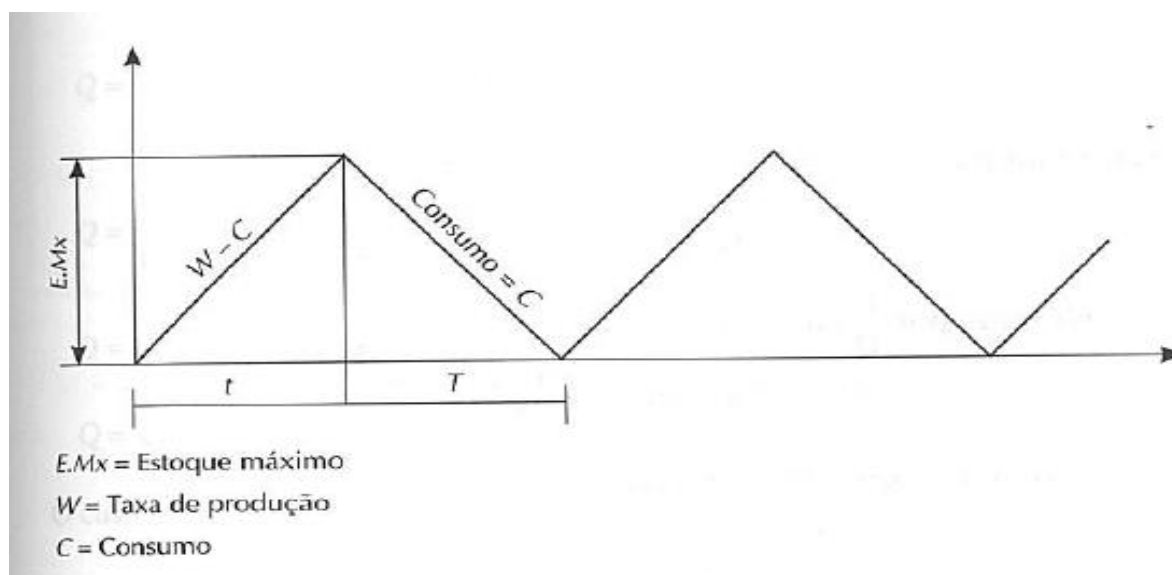
$$Q = \frac{\sqrt{2 \times 4000 \times 30,00}}{1,50} = 400$$

Logo a 400 peças é a quantidade econômica que a empresa deve solicitar a cada encomenda.

2.8 Lote econômico de fabricação

“As hipóteses básicas que devem ser obedecidas neste modelo são as mesmas do lote de compra, com uma única exceção. A quantidade produzida é finita e maior que o consumo”. (DIAS, 2010, p.86).

Figura 3 - Lote Econômico sem faltas.



Fonte: (DIAS,2010 P.87).

Segundo Martins (2012), o lote de fabricação se aplica quando uma empresa, normalmente manufatureira, fabrica internamente itens peças ou componentes utilizados em outra parte do processo produtivo. Assim podemos considerar três casos.

$V > D$, $V = D$ e $V < D$.

Quando $V > D$, a velocidade (V) com que a peça é fabricada, também chamada de cadência de fabricação, é maior que a demanda (D), que é a velocidade em que é consumida. Neste caso a acumulação de peças fabricadas que se justifica o lote de fabricação.

Para apresentar a fórmula, vamos antes apresentar individualmente cada componente dela: Iremos fabricar um lote para atender a uma demanda que chamaremos (matematicamente) de D ;

– O tamanho de cada lote fabricado será chamado de Q – obviamente Q é menor do que D , ou se

Fabricarmos apenas um lote, $Q = D$;

– Assim, o número de lotes fabricados será chamado de N e pode ser calculado por D/Q ;

– O custo de fabricação de uma peça (custo unitário) é C_f ;

– O custo de setup da máquina (preparação) é C_s ;

– Taxa de juros do período é i ;

Assim como no Lote Econômico de Compras, o Lote Econômico de Produção também tem algumas suposições para tornar a fórmula e sua aplicação mais simples. Dentre elas estão: fabricação instantânea, consumo constante do estoque, dados conhecidos com certeza (sem variações estatísticas) e o custo de estoque pode ser aproximado pelo estoque médio. Então, o custo total de fabricação (CTF) é dado pela fórmula:

Equação 4 - Lote econômico de fabricação.

$$CTF = Cf \cdot D + Cs \cdot \frac{D}{Q} + i$$

Onde:

CF = O custo de fabricação de uma peça

D = Demanda

CS = O custo de setup da máquina (preparação)

Q = O tamanho de cada lote fabricado

I = Taxa de juros do período

Com uma matemática não muito complexa (derivada do custo total em relação ao tamanho do lote, para minimizar o custo total de fabricação), chega-se ao valor do Lote Econômico de Fabricação Q^* :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Cs}{Cf}}$$

E a quantidade de lotes de tamanho Q^* que devem ser fabricados é D/Q^* .

Vale lembrar que é possível deixar esta fórmula mais completa se adicionarmos taxas de produção e taxas de consumo, quebrando algumas suposições iniciais do modelo.

O estudo de lote econômico de compra e de fabricação são tópicos tradicionais do estudo contexto industrial, em que se procura produção em lotes cada vez menores (one piece Flow), ainda assim fazem parte do programa de qualquer curso de sobre administração de materiais, pois trazem consigo a preocupação, sempre presente de minimização de custos. (MATINS; CAMPOS,2012 p.23)

2.9. Análise ABC

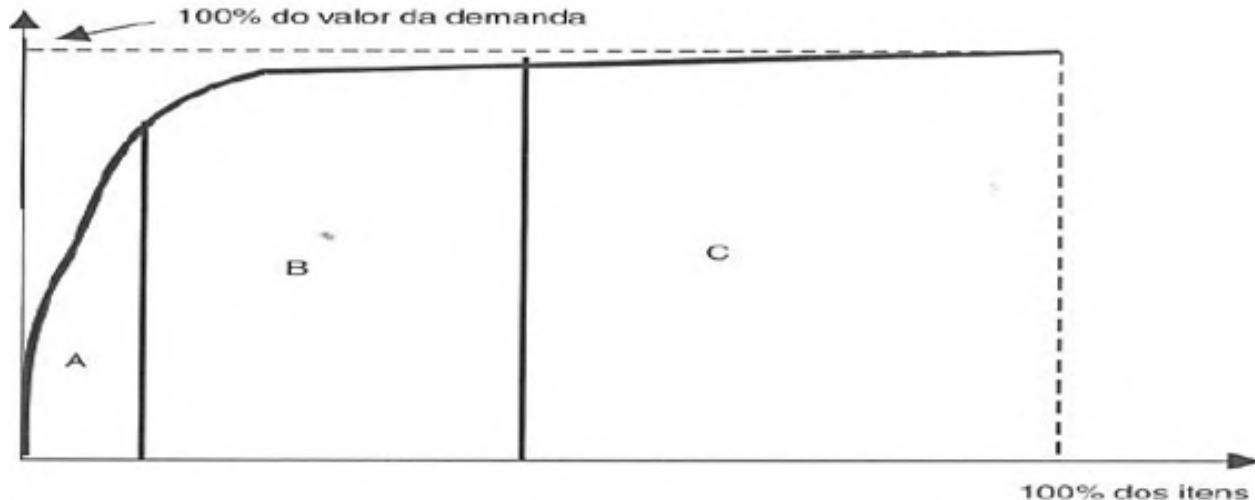
Conforme Martins (2012), a análise ABC, é uma das formas mais usuais de examinar estoques. Essa análise consiste na verificação, em certo espaço de tempo (normalmente 6 meses ou 1 ano), do consumo, em valor monetário ou qualidade, dos itens de estoque, para que eles possam ser classificados em ordem decrescente ou de importância. Aos itens de maior importância de

todos, segundo a ótica da qualidade ou do valor, dá-se a denominação de item classe A, aos intermediários, item classe, e aos menos importantes classe C.

Segundo Martins, (2012), os Itens são classificados como:

- Itens classe A: são os itens de maiores importâncias, pois são aqueles 20% de itens de valor mais alto valor que representam 80% do valor do estoque.
- Itens classe B: são os itens de média importância, são aqueles tens de valor médio, usualmente os seguintes 30% de itens que representam 10% do valor total.
- Os itens de classe C: são aqueles itens de baixa importância e baixo valor que, apesar de compreender 50% do total de itens em estoque, representam somente 10% do valor total de itens estocados.

Figura 4 - Curva ABC.



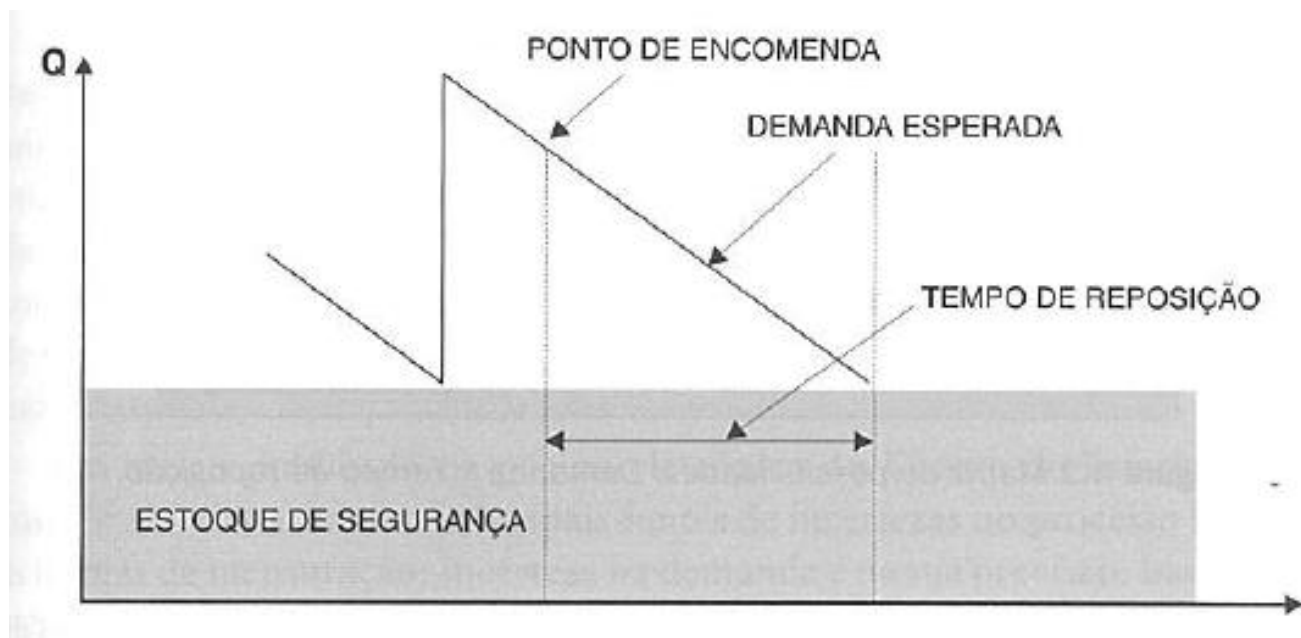
Fonte:(GONÇALVES,2010 p.170).

O objetivo da análise ABC é identificar os itens de maior valor de demanda e sobre eles exercer uma gestão bem mais refinada, especialmente porque representam altos valores de investimento e seu controle mais apurado permite grandes reduções nos custos dos estoques. (GOLÇALVES,2010 p.170)

2.10 Estoque de segurança

De acordo com Gonçalves (2010), é evidente que a taxa de consumo e o período necessário para o ressurgimento do produto, conhecido como tempo de reposição ou lead-time, poderão sofrer alterações, não sendo assim uma constante. Esse fato decorre de erros nas previsões de demanda, dos atrasos nas entregas das quebras de máquinas, dos acidentes de percursos, que de uma forma ou de outra tem impacto no desempenho do estoque.

Figura 5 - Comportamento do estoque e principais parâmetros.



Fonte:(GONÇALVES 2010 p.113).

Analisando mais detalhadamente a figura verificamos que, a partir do ponto de encomenda, começamos a entrar em uma fase crítica do estoque, visto que estaremos dependendo de dois fatores básicos: o comportamento da demanda e a possibilidade do tempo de reposição sofrer alterações. (GONÇALVES, 2010, p.112).

2.10.1 Fórmula do estoque de segurança

Estoque de Segurança = Demanda média (vendas) diária x tempo de entrega (em dias)

Vamos ver um exemplo para facilitar. Supondo que você tem uma franquia de venda de pizzas e costuma vender em média 100 pizzas por dia.

Normalmente, o tempo de entrega de novos pedidos para o seu franqueador é de 3 dias. Só com esses dados já conseguimos fazer o cálculo

Usando a fórmula.

Equação 5 - Estoque de segurança

$$\text{Estoque de Segurança} = 100 \times 3 = 300$$

Ou seja, você precisa ter 300 pizzas em estoque no mínimo. Qualquer valor igual ou abaixo desse já é um indicador que você precisa fazer um novo pedido para seus fornecedores.

3. MÉTODO

3.1 Oportunidade de melhoria

A pesquisa ocorreu na empresa XPTO, uma gráfica de grande porte especializada em impressão de cartas tipo boleto bancário, com sede em São Paulo capital, após a proposta de parceria com um grande banco internacional, a empresa percebeu que estava muito distante dos valores comercializados normalmente, então passou a rever o seu processo com o foco em reduzir os seus custos e ganhar competitividade no mercado.

A pesquisa iniciou com esse foco, sendo dividida em 4 passos:

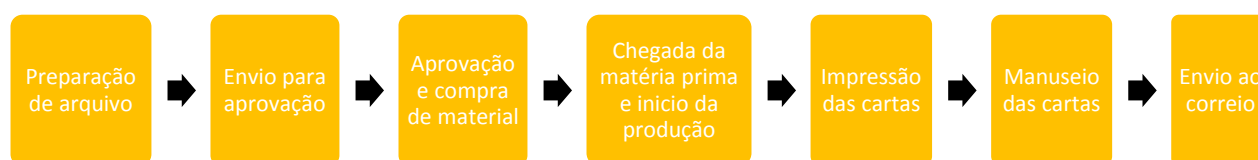
- ✓ O 1º passo desta pesquisa, foi entender o processo de produção de cartas tipo boleto;
- ✓ O 2º, foi identificar os gargalos deste processo;
- ✓ O 3º, identificar ferramentais de como minimizar os gargalos ou destruí-los;
- ✓ O 4º, controlar as ferramentas utilizadas, para identificar as melhorias do processo.

Os passos foram divididos desta forma afim de transformar a pesquisa mais eficiente, eficaz e mais clara a todos os envolvidos no processo.

3.2 Mapeamento do Processo

O processo de produção de cartas, se divide em algumas etapas simples, mais com ordem de processamento definidas, que são:

Figura 6 - Detalhamento do processo de produção de cartas.



Fonte:(O autor,2018).

O processo de produção se inicia no processamento ocorre dos arquivos das cartas que ocorre de forma rápida, pois o cliente manda o arquivo em TXT, e a da gráfica os convertem em PDF. Esse processo demora em média 1 dia.

A aprovação dos arquivos, são conferidas por diversos colaboradores do nosso cliente, levando esse processo a demorar e media 1 dia.

Após a aprovação do cliente, iniciamos o processo de compra dos insumos que são:

- Papel (Off set 90g);
- Tinta (monogramática);

O papel e a tinta são comprados em um fornecedor, demorando em média 3 dias, desde o departamento de compra receber a autorização, de compra até a chegada do material.

Com a chegada da matéria prima, ela é enviada ao estoque e com a liberação da impressora, é dado início ao processo de produção.

A primeira fase da produção é o corte do papel (Off - Set 90g), do formato 666x960mm para o formato 210x297mm. Em seguida o papel é colocado na impressora e enviado o arquivo para dar início a produção. O tempo de produção varia muito da demanda de cartas para a sua impressão, mas em média de 3 horas.

Quando as folhas terminam de ser impressas vem a parte de manuseio, para fazê-las ficarem no formato adequado de uma carta e com os cantos serrilhados. Esse processo tem duração de mais 3 horas dependendo da demanda.

Com o manuseio, termina a parte de produção das cartas e inicia a parte de entrega, das cartas no centro de distribuição, que demora em média 1 dia.

3.3 Ferramentas utilizadas para melhoria

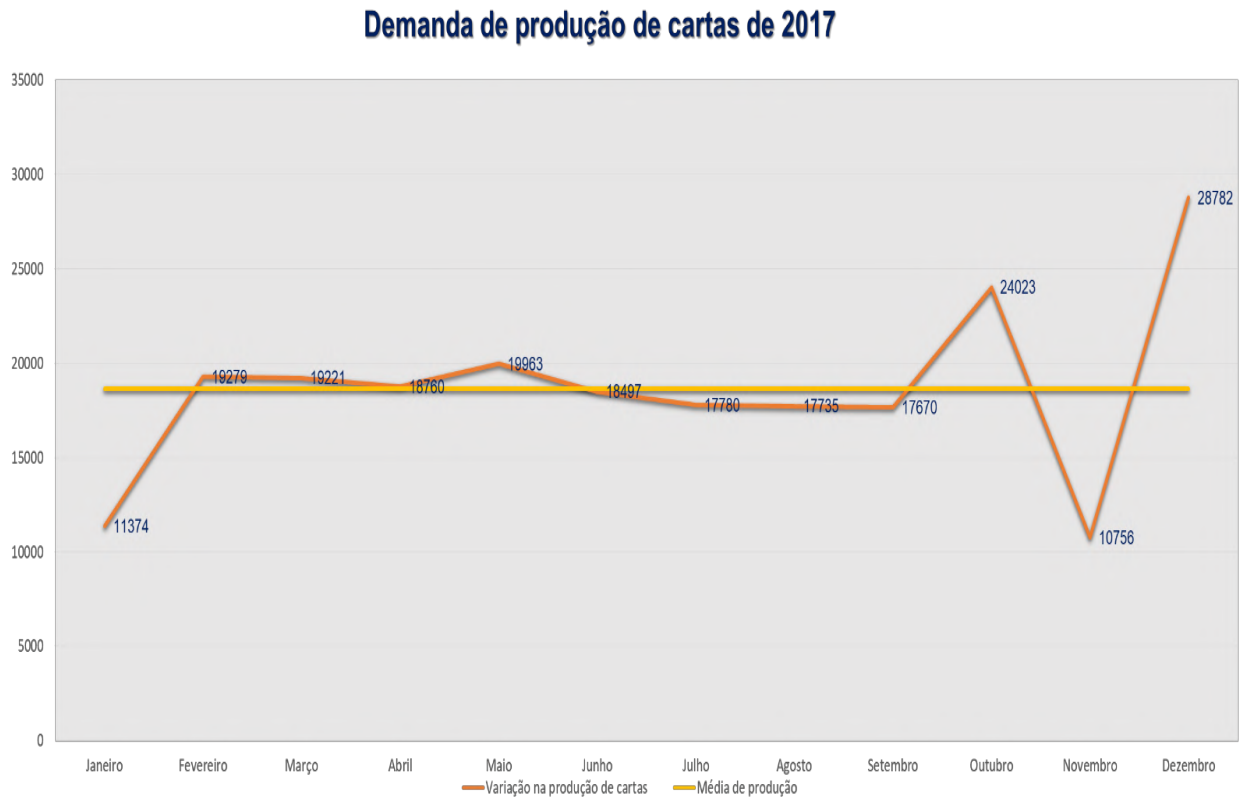
3.3.1 Análise da demanda

Com os dados de como é o processo de produção passaram a analisar a demanda de cartas do maior cliente da empresa, com o objetivo de identificar o tipo de demanda e conseguir identificar um ou mais gargalos.

- Segundo Gonçalves, Paulo Sergio, (2010 p.19), a previsão de demanda tem três requisitos fundamentais, que são:
- O primeiro dele envolve a habilidade de interpretar cada fator que exerce influência sobre a demanda. Eventualmente, um fator esporádico pode ter proporcionado uma elevação considerável do consumo em um curto período de tempo, não se refletindo nos consumos futuros.
- O segundo é fazer uma boa avaliação dos dados históricos e da coerência dos dados.
- O terceiro se refere ao conjunto de dados a serem incorporados ao modelo de previsão. Assim uma aceleração ou desaceleração do consumo de um produto (alto e baixo) em um curto espaço de tempo pode ter sido provocada por um fenômeno tipo “bolha”, não se refletindo nas futuras demandas. Se esse fato não for observado, ou seja, se não for efetuado um expurgo dos dados referentes a esses períodos, o

modelo apresentará flutuações indesejadas que não se refletirão o comportamento da demanda futura.

Gráfico 1 - Análise da demanda de 2017.



Fonte: (O Autor,2017).

Após a análise do gráfico, com base na teoria de Patrono G. Martins e Fernando Piero Laugeni, a demanda encontrada se caracteriza, como uma demanda sazonal, onde alguns meses cresce e outros decresce sem nenhuma explicação muito clara.

Conforme mostra o gráfico, a linha amarela mostra a média de produção de cartas, utilizando o método de médias móveis.

Média Móvel da produção de cartas referente a 2017:

Equação 6 - Equação 6 - Demanda móvel aplicada ao processo

$$\frac{11374 + 19279 + 19221 + 18760 + 19963 + 18497 + 17780 + 17735 + 17670 + 24023 + 10756 + 28782}{12} \approx 18.564$$

Portanto, a média móvel da demanda para a produção neste período foi de 18.654 cartas mês.

Os dados de análise de demanda, foram muito úteis para a diversas áreas da empresa, pois a partir deles conjunto com a análise de processo, forma identificados os seguintes gargalos, o estoque era comprado de forma desenfreada baseado no pedido do cliente, fazendo com que o mesmo não desse para a demanda total do mês, fazendo com que a área de compras fizesse diversos pedidos e alguns meses o estoque ficasse cheio de matéria prima e outros, meses menos do necessário para produção.

3.4 Estoque mínimo de produção

Com a descoberta da média de produção mês, foi elaborado um projeto de estruturar o estoque mínimo de matéria prima, utilizando uma conta matemática simples: Um toner de tinta, produz 2.500 páginas, portanto 500 cartas tipo boleto frente e verso. Utilizando a lógica adotada o estoque mínimo da organização será:

- Demanda média mensal = 18.654 impressões de cartas
- 1 Toner produz = 2.500 impressões (média)

Equação 7 - Estoque mínimo aplicada ao processo

Portanto para produzir 18.654 precisamos de $18.654/2.500 = 75$ cartuchos de tonner.

O papel é comprado no formato 660x960mm, corando ele se dá 9 folhas no formato 210x297mm.

Portanto para se ter 18.654 folhas no formato A4 (210x297) se precisa de 2.073 folhas de Off-set, no formato 660x960mm.

Com esses dados foi estabelecido que o mínimo de estoque que a partir daquele momento passou a ser 2.073 folhas de Off- set no formato 660x960 e 75 cartuchos de toners de tinta.

3.5 LEC – Lote mínimo de compra

Utilizando a teoria do lote mínimo de compra, a empresa passou a utilizar a ferramenta conforme a teoria de considerando ainda o fluxo de materiais de uma empresa, verificamos que frequentemente teremos de renovar os estoques de cada item em particular. Essa renovação do estoque tem custo que retarda todo o processo: Solicitação de compra, realização de pesquisa de preço com o mercado fornecedor previamente escolhido, e entrega da matéria. Esse custo, conhecido como custo de reposição podem ressaltar em repercussões indesejadas na administração dos materiais.

$$Q = \frac{\sqrt{2 \cdot D \cdot C_p}}{C_e}$$

E com os dados conquistados acima, foi feita a equação ideal da quantidade de compra ideal de papel e tonner de tinta.

O após a busca de dados, foi identificado o custo de colocação de pedido o custo do material no estoque.

Equação 8 - Lote econômico de compra aplicado ao processo

Q = Quantidade ideal de compra

D = 18.654 unidades (quantidade ideal de produto)

C_p = R\$25,00 (custo de colocação de pedido)

C_e = R\$2,50 (custo unitário de estocagem)

$$Q = \frac{\sqrt{2 \times 18.654 \times 25}}{2,50} = 610$$

Logo 610 é o estoque ideal de compra de papel para cada produto por pedido.

Com essa informação a empresa, passou a comprar somente a quantidade necessária e não comprar de forma imprecisa e imprudente, gerando vários pedidos ou fazendo as matérias primas ficarem muito tempo paradas em seu estoque.

Gerando uma redução do trabalho do setor de compras, redução do custo de colocação de pedidos e principalmente, eliminando esse gargalo foi identificado que o setor de compras acabava comprava 5% a mais do que o necessário em todas as solicitações, gerando perda de matéria prima que poderia ser utilizada em outras demandas ao redor dos meses.

3.6 Estoque de Segurança

Utilizando a teoria, do Gonçalves, é evidente que a taxa de consumo e o período necessário para o fornecimento de matéria prima, conhecido como tempo de reposição ou lead-time, poderão sofrer alterações, não sendo assim uma constante. Esse fato decorre de erros nas previsões de demanda, dos atrasos nas entregas das quebras de maquinas, dos acidentes de percursos, que de uma forma ou de outra tem impacto no desempenho do estoque.

Passamos a pensar, o nível mínimo do estoque para que em qualquer situação adversa impactam o menor possível e utilizando a formula do estoque de segurança, e analisando os seguintes dados:

- Estoque de segurança = Demanda média x tempo de entrega.
- A demanda diária, foi obtida, utilizando a seguinte equação:
- Demanda diária=Lote mínimo de compra mês / dias trabalhados
- Demanda diária = $\frac{2.075}{23} \equiv 91 \text{ folhas demanda diaria}$
- Tempo médio de entrega = 3 dias

Baseado, nos dados apresentados acima chegamos a seguinte equação:

- ✓ Estoque de segurança de papel = $91 \times 3 = 273$ (Off – set 660x960mm)
- ✓ Portanto o nosso estoque de segurança de papel é de 273 folhas.
- ✓ O estoque mínimo de tonner de tinta, foi dado pelas seguintes equações:

- ✓ Demanda média diária = Lote mínimo de compra/ dias trabalhados
- ✓ Demanda média diária = $\frac{75}{23} = 4$, portanto 4 é a demanda média diária.
- ✓ Tempo médio de entrega = 2 dias
- ✓ Estoque de segurança, tonner de tinta = $4 \times 2 = 8$,é o nosso estoque de segurança de tonner.

Com os dados acima, foi estabelecido o estoque de segurança do material, garantindo que mesmo com atrasos ou falhas dos fornecedores ou no maquinário a empresa tem matéria prima por pelo menos 2 dias de tonner de tinta e 3 dias de papel, dando tempo e condições para que ela possa tomar ações corretivas, minimizando o impacto ao seu cliente.

4. ANALISE E DISCUSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Estratificação das ferramentas na resolução dos problemas

As ferramentas foram fundamentais para esse trabalho de pesquisa, pois a partir delas podemos enxergar de forma mais detalhada o processo e com isso foi se abrindo oportunidades de melhorias no processo, desde a entrada, na solicitação do cliente a saída, quando o material está pronto para entrega.

4.2 Mapeamento do novo processo produtivo

Conforme, a identificação dos problemas foram acontecendo e apresentadas ferramentas o processo de produção foi sendo alterado de maneira gradual, chegando a esse novo processo:

Figura 7 - Organograma do processo maximizado de produção de cartas.



Fonte:(O autor, 2018)

Com o envio do arquivo, o almoxarifado é acionado imediatamente para verificar se tem a matéria prima necessária para suprir essa demanda. Caso tenha a matéria prima necessária para a sua produção, ela ocorre naturalmente pulando a etapa de compra, caso não tenha o setor de compra é acionado imediatamente e ele providencia, a compra da matéria prima necessária, seguindo os dados obtido pela estratificação da demanda.

A parte de arquivos ocorre normalmente, pois os arquivos continuam sendo processados de TXT, para PDF e enviados para a aprovação, porem assim que o arquivo é enviado para aprovação o tonner de tinta e o papel são retirados do estoque e encaminhados para a produção, o papel já é cortado imediatamente, agilizando o processo.

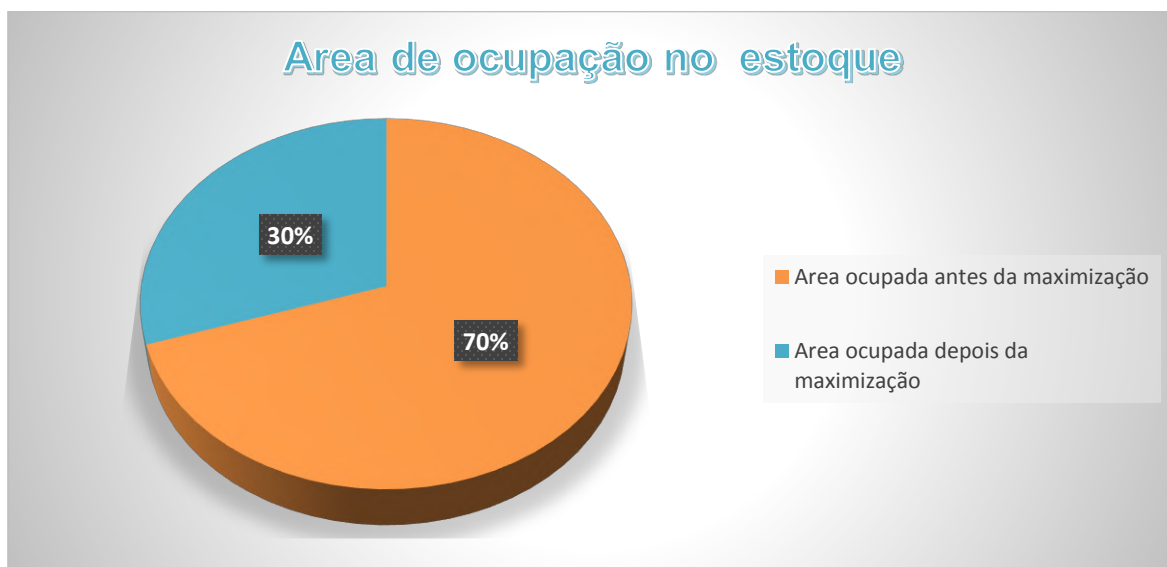
A parte de Produção e manuseio não foram alteradas do que já se tinha sido apresentada no processo anterior, contudo foi acordado com a empresa que faz a postagem a retirada deste material, fazendo com que os custos com transportes fossem diminuídos e o tempo de entrega até o centro de postagem também.

4.3 Ganhos do novo processo

O novo processo apresentou alguns resultados muito satisfatórios comparado, com ele antes das modificações os principais ganhos foram:

- Apartar da análise da demanda foi identificado a necessidade de matéria prima para o mês seguinte, e a partir disso o setor de compras, passou a planejar a necessidade do cliente e passou a comprar o material dias antes da chegada da solicitação do cliente, fazendo o estoque se tornar mais otimizado, fazendo a diminuição **do custo dos materiais em estoque, e área ocupada dentro do estoque;**

Gráfico 2 – Ocupação de estoque.



Fonte: (O autor, 2018).

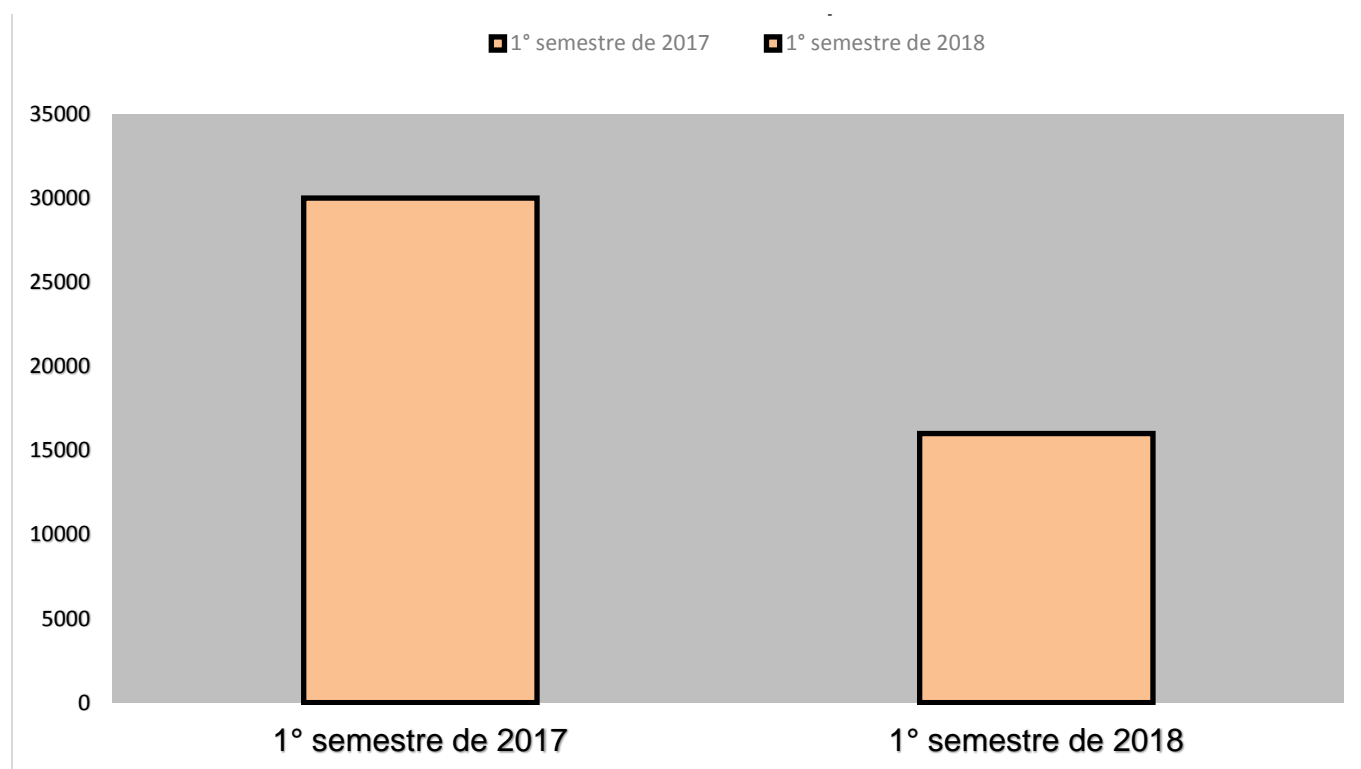
- **Redução na solicitação de pedidos no departamento de compras**, no processo anterior foi verificado que o departamento de compras era acionado de 3 a 5 vezes no mês para compra de matérias primas para esse processo, com o processo maximizado, o departamento de compra é acionado de 1 a 2 vezes no mês;

Tabela 1 - Solicitações de compra 2017 e 2018.

Mês	Solicitações de compra em 2017	Solicitações de compra em 2018
Janeiro	3	2
Fevereiro	5	1
Março	4	1
Abril	2	2
Maio	2	1
Junho	1	1

Fonte: (O autor, 2018).

- **Redução do custo com matérias primas**, pois com o planejamento do departamento de compras e sabendo a quantidade exata de matéria prima que será utilizada, a produção passou a receber somente a matéria prima que será utilizada, muito diferente do que acontecia anteriormente, onde a produção recebia em média 20% de matéria prima a mais e utilizava no processo, gerando desperdício.

Gráfico 3 - Custo da compra de matéria prima.

Fonte:(O autor, 2018).

- **Maximização no tempo de processo**, o processo anterior tinha duração média de 5 dias, o novo processo passou a ser feito em 3 dias, tendo um ganho de 40% na velocidade do processo.

Tabela 2 - Comparação do tempo de processo.

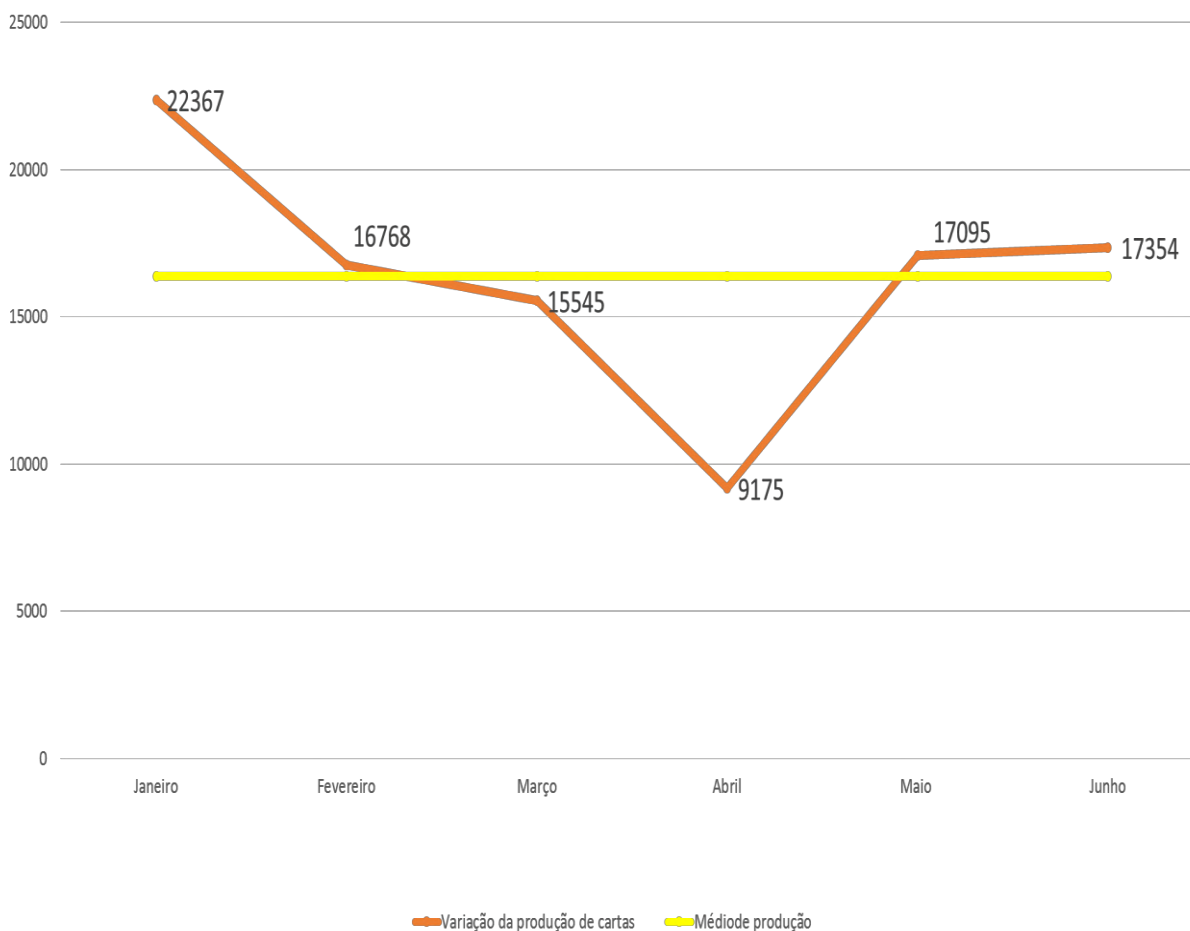
Processo 2017:	Dias de processo:	Processo maximizado (2018)	Dias de processo:
Preparação de arquivo	1° dia	Preparação dos arquivos e compra da matéria prima	1° dia
Envio para aprovação	1° dia	Envio para aprovação	1° dia
Aprovação e compra da matéria prima	2° dia	Aprovação	2° dia
Chegada da matéria prima e início da produção	4° dia	Impressão das cartas	3° dia
Impressão das cartas	4° dia	Manuseio das cartas	3° dia
Manuseio das cartas	4° dia	Retirada das cartas	3° dia
Entrega do material	5° dia	-----	-----
Tempo total do processo	5 dias	Tempo total do processo	3 dias

Fonte: (O autor, 2018).

4.4 Nova demanda

O gráfico abaixo, mostra a variação da demanda referente aos seis primeiros meses do ano de 2018.

Gráfico 2 - Análise da demanda dos seis primeiros meses de 2018.



Fonte:(O autor, 2018).

Conforme, observamos no gráfico acima, percebemos que a demanda foi alterada com a mudança de ano, gerado uma nova demanda, porém essa é uma característica comum em demandas variáveis, pois a sua variação uma sazonalidade muito grande só que o diferencial é que continuamos a seguir o padrão de demanda do ano anterior, e com a mudança de ano será analisada a nova demanda encontrada e os cálculos serão refeitos buscando ter o maior controle do estoque e do processo.

5. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, podemos identificar a importância do detalhamento de um processo produtivo e como a partir desse detalhamento aparecem, possibilidades de melhoria muita das vezes ocultas para os trabalhadores e para a gerencia do processo.

A partir das melhorias simples apresentadas a empresa, passou a ter uma economia no primeiro ano de 20% no processo, atingindo um valor competitivo no mercado de produção de cartas novamente e gerando possibilidades de crescimento no setor.

Portando concluimos que a melhor maneira de se melhorar um processo é entende-lo e buscando oportunidades de melhoria conforme apresentadas no desenvolvimento desta pesquisa, gerando resultados frente a um mercado cada vez mais competitivo.

Essa pesquisa também deixa em aberto a possibilidade de melhoria da nova demanda parcial do ano de 2018, gerando possibilidade de descobertas de novos gargalos e ações para soluçona-los.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e serviços**. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2012.

COELHO, Leandro Callegari. **O que é e como calcular o Lote Econômico de Produção (ou Fabricação)**, 2011. Disponível em: <https://www.logisticadescomplicada.com/o-que-e-e-como-calculer-o-lote-economico-de-producao-ou-fabricacao/>. Acesso em 14 de setembro de 2018

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração dos materiais: Uma abordagem logística**. 5.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2010.

GONÇALVES, Paulo Sergio. **Administração de Materiais**.3.ed. São Paulo: Editora Campus, 2010.

MARTINS, Petrônio Garcia; CAMPUS, Paulo Renato Alt. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

SLACK, Nigel; STUART, Chambers; ROBERT, Jhonston. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A,2009.