

DEFINIÇÃO DE LOTE MÍNIMO DE PRODUÇÃO

Gizeli Angélica de Almeida Dalbo
Orientador: Prof. Dr. Lars Meyer Sanches

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
Departamento de Geotecnia e Transportes
Curso de Especialização Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística

RESUMO

As empresas precisam buscar a excelência em seus processos, para que elas possam oferecer produtos e serviços melhores em qualidade e preços competitivos. Este estudo visa definir o lote mínimo de produção, com objetivo de otimização dos recursos produtivos bem como a redução dos custos de setup.

ABSTRACT

The companies need to seek excellency in its processes, in order to be able to offer better products and services in terms of quality and competitive prices. This research has the goal of setting a minimum production lot, having in view the optimization of production resources as well as the reduction of the setup costs.

1. INTRODUÇÃO

Vivemos num momento da história em que todas as empresas precisam buscar a excelência em seus processos, para que elas possam oferecer produtos e serviços cada vez melhores em qualidade, a preços competitivos. Tal busca não é mais considerada uma opção nos dias de hoje, e sim uma questão de sobrevivência frente ao mercado fortemente competitivo de dimensão global.

Dentre todos os projetos de melhorias que as empresas vêm implementando em seus processos, não fica de fora a busca maximização do tempo de produção, sabendo que quanto mais peças forem processadas no tempo disponível, menor será o custo unitário, possibilitando menores custos e maiores margens de lucro.

O objetivo principal deste estudo é a definição de lotes mínimos de produção, visando otimização dos recursos produtivos bem como a redução dos custos de setups que devem proporcionar aumento do retorno financeiro para a empresa em estudo. Caso esta política comprove tal retorno, passa ser implementada na empresa em questão.

Este trabalho foi desenvolvido no setor de planejamento programação e controle da produção, abordando o processo de programação da fábrica, que deve conciliar a produção com a demanda. Este estudo visa apresentar uma política para equilibrar estes custos, encontrando lotes mínimos para produção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão de produção e operações

A gestão da manufatura lida com a maneira como as organizações produzem bens e serviço, fazendo a gestão dos recursos escassos (humanos, financeiros, físicos, tecnológicos e outros), com vistas ao atendimento das necessidades e desejos do público alvo. Toda organização quer seja, com ou sem fins lucrativos, possui interiormente uma função de operações com maior o

menor intensidade, pois gera algum “pacote de valor” para clientes e consumidores, isto inclui um composto de produtos e serviços.

A gestão da manufatura estratégica possui muitas atividades sendo as mais importantes:

- Desenvolver estratégias de produção que vá de encontro com os objetivos propostos pelo nível estratégico da organização;
- Projeto de produtos, serviços e processos de produção;
- Planejamento e controle da produção;
- Melhoria contínua da performance do sistema produtivo.

O processo de manufatura pode auxiliar a organização a alcançar certas vantagens competitivas tais como:

- Como realizadora dos objetivos estratégicos da organização por meio da operacionalização, em busca da eficácia e eficiência.
- Como apoiadora dos planos estabelecidos pelo nível estratégico, sustentando uma estrutura enxuta e capaz a fim de atingir os objetivos.
- Como impulsionadora da estratégia organizacional, deixando de desempenhar um papel reativo, que apenas reagia segundo as solicitações de outros setores, para proativo onde a manufatura contribui ativamente com objetivo de proporcionar vantagens competitivas que sejam superiores aos seus concorrentes.

2.2 Ambiente de Manufatura

Conforme Martins e Laugeni (2005) os ambientes de manufaturas podem ser classificados como:

- MTS: Fabricação para estoque (*make-to-stoke*), neste ambiente o produto tem a sua fabricação iniciada pela previsão de demanda, os produtos são padronizados não possuindo nenhum produto customizado. A vantagem deste ambiente é a agilidade na entrega dos produtos solicitados, em contra partida geraram altos níveis de estoques, onde as empresas estocam o produto pronto. Ex: Uma linha de bolachas;
- ATO: Montagem sob encomenda (*assembly-to-order*), neste ambiente ás empresas já conhecem os subconjuntos, mas o produto final é montado pelo conforme a necessidade do cliente. Na maioria das vezes, as empresas estocam os subconjuntos, somente após o recebimento do pedido do cliente ou do consumidor, inicia-se o processo de montagem do produto final. Ex: Indústria computadores;
- MTO: Fabricação sob encomenda (*make-to-order*); neste ambiente o produto final só é produzido a partir de contato com cliente, cujo os prazos de entrega são longo, isto se deve porque todos os produtos são projetados simultaneamente e produzidos. Ex: Embalem de para produtos alimentícios
- ETO: Engenharia sob encomenda (*engineering-to-order*), neste ambiente o projeto e a produção dos componentes e montagem são realizados a partir das decisões do cliente. Portanto não havendo possibilidade de manter estoque. No ETO, e necessário o uso de

técnicas específicas para programação da produção de redes CPM (*critical path method*) e PERT (*programevaluation and reviewtechnique*). Ex. Projeto e fabricação de um navio.

2.3 Estratégia da função produção

Segundo Corrêa L. e Corrêa A. (2008) existem três áreas funcionais principais na organização, é o departamento de produção é uma delas, que envolve boa parte dos recursos da empresa e tem como objetivo produzir bens e serviços por meio do processo de transformação de entradas “os inputs” em saídas “output’s”. Nas entradas encontramos os recursos transformados que sofrem a ação “matéria prima, informações e consumidores” e os de transformação que realizam a ação, “instalações, máquinas e pessoas”, que após o processo resultam em saídas, produtos e serviços que devem atender os desejos e necessidades dos clientes e consumidores.

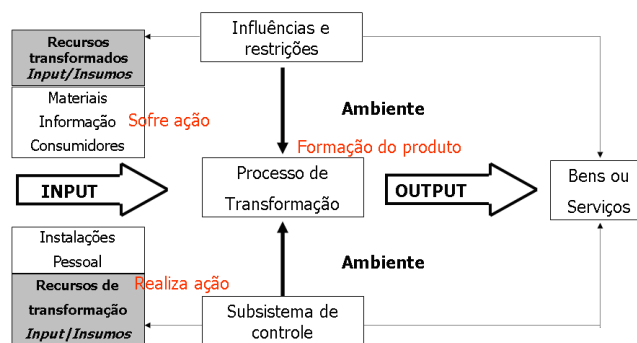


Figura 1: O Modelo de gestão de manufatura
Fonte: Slack, Chambers e Johnston 1999, p.29

As organizações são vistas como uma instituição que visa como objetivo principal o lucro, e sofrem influência econômica sendo forçada a avaliar constantemente, (o que produzir como produzir e para quem produzir) levando em consideração as modificações em função aos ambientes em que atuam.

O PCP, “Planejamento e controle da produção” é um departamento que veio a planejar e controlar a produção do mês ou períodos, Atividade essencial para definir os recursos e itens diretamente ligados a produção. Podemos dizer que o PCP está pronto quando ele responde as seguintes questões:

- O que produzir?
- Quando produzir?
- Onde produzir?
- Como produzir?
- Quando produzir?
- Com o que produzir?
- Com quem produzir?

O Plano Mestre de Produção (PMP) só pode ser gerado a partir do momento que as perguntas acima forem respondidas. Este plano o (PMP) é a diretriz de produção, conforme a figura apresentada abaixo:

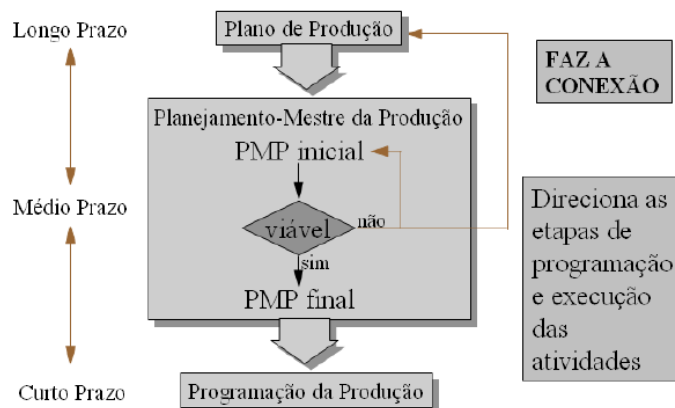


Figura 2: O papel do setor de PCP
 Fonte: Tubino, 2007, p. 89

2.4 Conceito de Planejamento

Para Slack, Chambers e Johnston (1999) o planejamento deve dizer sobre a identificação das necessidades do mercado (demanda) como também, ao “o que?” as organizações têm a ofertar, em suma, as atividades de planejamento proporcionam os sistemas, procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos da oferta e da demanda.

O planejamento de produção é uma atividade essencial, que deve ser feito com labor e crível, para que não haja excesso, gerando gastos desnecessários, nem aquém, gerando ruptura de produto em relação à demanda, ou seja, proporcionando, através de novas tecnologias, tais como maquinarias de ponta e automatizadas, maior produtividade com maior qualidade.

2.5 O que é Controle?

Para Slack, Chambers e Johnston (1999) o controle é uma das formas de se lidar com as alterações que possam a vir a ocorrer na execução de um processo, e é a forma mais fácil de colocar a operação de volta aos “eixos”, sendo, o controle, necessário para identificar ajustes que permitam que a operação atinja os objetivos pré-estabelecidos pelo planejamento.

2.6 Planejamento Mestre de Produção

Segundo Moreira (2008), O objetivo do plano Mestre de produção procura nivelar a produção com a demanda, a um menor custo possível, avaliando um grupo de opções previamente selecionadas, traçando um plano com horizonte de planejamento que pode variar de 6 a 12, estabelecendo quanto e quando será produzido, programando os recursos escassos disponíveis para a realização da demanda a ser produzidas, como mão-de-obra, equipamentos, matéria primas, horas extras, subcontratações, etc.

De acordo com Segundo Corrêa L. e Corrêa A. (2008) o PMP é o processo que tem a responsabilidade de garantir os planos de manufatura, através da integração plena com o planejamento estratégico da organização com os demais planos funcionais. Por meio do PMP são declaradas as quantidades que foram planejadas, baseadas nas estimativas da demanda presente e futura e nos recursos com os quais a empresa possui atualmente e vai precisar no futuro.

Para Slack, Chambers e Johnston (1999) definem o PMP como sendo um documento que descreve a quantidade dos produtos que vão ser produzidos e os momentos em que eles entraram em produção.

	Julho				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Demanda prevista	50	50	50	50	60	60	60	60
Demanda Confirmada	55	40	10	5	0	0	0	0
Recebimentos Programados	100							
Estoques Projetados	5	50	100	50	100	140	80	120
PMP		100		100	100		100	

Figura 3: Calculo de demanda

Fonte: Tubino, 2007, p. 92

Para Moreira (1999) uma vez definido o Plano Mestre, dá início a programação e o controle a produção e sua obediência, atividades marcante e operacional, que termina um ciclo de planejamento mais longo que iniciou com Planejamento da Capacidade Produtiva e a fase intermediaria com o Planejamento Agregado.

Os Principais objetivos da programação da produção:

- Permitir que os produtos tenham qualidade especificas;
- Fazer com que as maquinarias e pessoas operem com certos níveis desejados de produtividade;
- Reduzir os níveis de estoques e os custos operacionais;
- Manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente.

Diz Moreira (2008) para redução dos custos operacionais é necessário reduzir os custos de matérias-primas, material em processo e dos produtos acabados, ao atingir tal redução requer um esforço maior, aumentando ocupação e desempenho de máquinas e pessoas envolvidas no processo, na maioria das vezes não alcançadas, o que acaba elevando os níveis de estoques. Para manter, ou melhorar, o nível de atendimento aos clientes requer maior eficiência dos recursos, ainda mais se a demanda de mercado for flutuante.

Técnicas adotadas para programação de produção variam de acordo com a natureza do sistema produtivo, motivo pelo qual são observadas separadamente em função da estrutura produtiva particular, são elas: Sistemas de volumes intermediários, onde vários produtos são produzidos na mesma linha, onde requer tempo para setups, envolvendo custo de preparação, de máquina que pode ser solucionado com o estudo e criação de Lotes econômicos (LEF).

2.7 Sequenciamento e Produção

De acordo com Segundo Corrêa L. e Corrêa A. (2008) sequenciar a produção é um processo decisório onde vai ser determinado que tarefa fazer primeiro em determinado centro de trabalho e denominado. Neste processo são utilizadas regras ou disciplina de sequenciamento na obtenção dessa definição de prioridades. Essas podem ser simples ou mais complexas. Essas regras levam em conta informações como:

- Regras Estáticas, onde não alteram as prioridades quando ocorrem mudanças no sistema produtivo;
- Regras dinâmicas, estas acompanham as mudanças alternadas as prioridades;
- Regras Globais consistem as informações dos outros recursos, principalmente do antecessor e do sucessor na definição das prioridades.

Assim, existem várias regras de sequenciamento, como (Tubino 2007):

- PEPS – Primeira que Entra Primeira que Sai: os lotes são processados de acordo com sua ordem de chegada ao recurso;
- MTP – Menor Tempo de Processamento: os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso escolhido;
- MDE – Menor Data de Entrega: os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega na empresa;
- IPI – Índice de Prioridade: os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto;
- ICR – Índice Crítico: os lotes serão processados de acordo com o menor valor do resultado de: (data de entrega) - (data atual) / (tempo de processamento)
- IFO - Índice de Folga: os lotes serão processados de acordo com o menor valor do resultado de:(menor valor de data de entrega) - (somatório dos tempos de processamento) / (número de operações restantes)
- IFA – Índice de Falta: os lotes serão processados de acordo com o menor valor do resultado de (quantidade em estoque) / (taxa de demanda)

Sabendo que não há uma regra de sequenciamento mágica que maximize o desempenho da unidade produtiva em todos os aspectos.

2.8 Sequenciamento de sistemas de capacidade infinita e finita

De acordo com Segundo Corrêa L. e Corrêa A. (2008) o sequenciamento de sistemas de carregamento de capacidade infinito acontece quando tarefas são alocadas a recursos simplesmente com base nas necessidades de atendimento dos prazos. Chama-se infinito, pois programa as atividades, não consideram as restrições de capacidade, ou seja, considerando os recursos como se fossem infinitos. O MRP é um sistema de programação infinita.

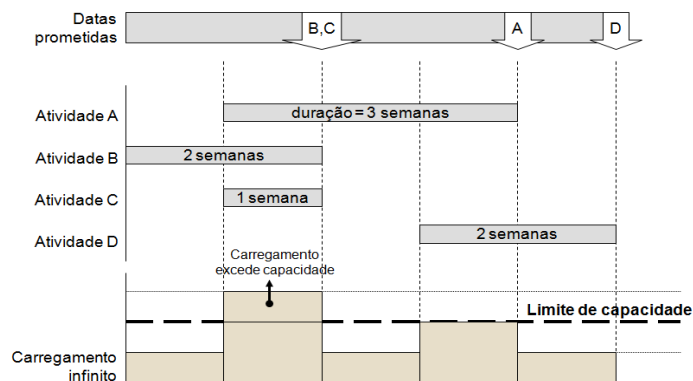


Figura 4: 18.3 Ilustração de sistema de carregamento infinito

Fonte: Corrêa L e Corrêa A, 2008 p.402

Ainda argumenta Corrêa L. e Corrêa A. (2008) que o carregamento finito ocorre quando a programação considera a utilização e disponibilidade do recurso, detalhada no momento do carregamento e não é feito programações ou atividade para um intervalo de tempo em que o recurso não esteja disponível. Em outras palavras, considera que os recursos são finitos durante o processo de geração do programa.

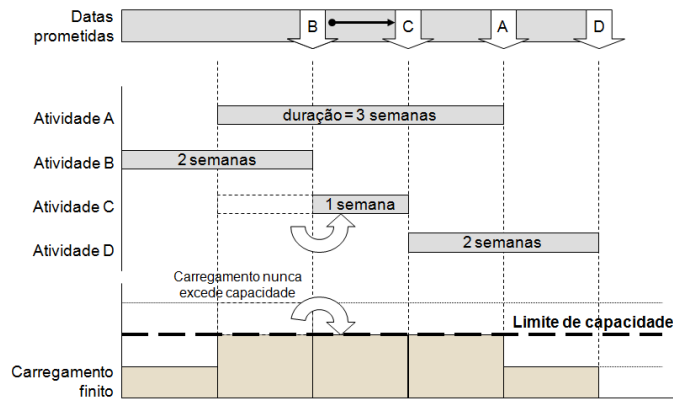


Figura 5: 18.4 Ilustração de sistema de carregamento finito
 Fonte: Corrêa L e Corrêa A, 2008 p.403

2.9 Planejamento de lotes mínimos de produção

Para Peinado e Graeml (2007) não é raro encontrar empresas onde o processo de planejamento de produção praticamente inexistente ou ocorre deficientemente. Geralmente a área comercial, realiza a previsão de vendas considerando a quantidade total, não se importando com o mix a ser vendido. Sem as previsões corretas do mix a ser vendido a área de produção fica a mercê da área comercial sendo responsável pelas rupturas. O fruto de um bom trabalho do departamento comercial é entregar uma previsão crível, com o grau de desagregação dos produtos a serem produzidos no nível necessário e com a qual a área de produção se compromete.

2.10 Tempo de preparação (*set-up*)

Segundo Slack (1999), o tempo de *setup* pode ser definido como o tempo decorrido na troca do processo para outra atividade.

Para Moreira (2008) o tempo de *setup* são todas as atividades necessárias desde o momento de término da última peça do lote anterior até o momento que é produzido a primeira peça do lote posterior.

Partindo de que os tempos de setups são grandes a possibilidade de se produzir lotes grandes, é uma alternativa fácil de se reduzir os custos de setup, e otimizando a utilização da máquina (Sistema Ford ou produção em massa).

A Toyota encontrou outra forma, reduzindo os tempos de setup e aumentando a flexibilidade da produção em entregar lotes menores e um maior mix de produtos, obtendo uma produção sincronizada com a demanda

O sistema Ford de produção defende grandes lotes que trazem consigo grandes quantidades, como consequência movimenta muito inventário. Por outro lado, o sistema Toyota defende

eliminar a superprodução, reduzindo custos de inventários. Para se obter uma produção sincronizada é necessário ter lotes pequenos e trabalhando com melhorias nos setups.

2.11 Lote Mínimo de Fabricação

Diz Peinado e Graeml (2007) que o lote mínimo de fabricação é equivalente ao menor lote possível a ser produzido de forma que o aumento do tempo dos *set-ups* não supere a capacidade disponível.

Os lotes mínimos de fabricação são calculados por meio da fórmula:

$$LM_i = \frac{D_i}{\text{Números de Ciclos}} \text{ sendo :}$$

$$\text{Número de Ciclos} = \frac{\text{Capacidade disponível} - \text{Capacidade efetiva}}{\sum \text{Set ups}}$$

Onde :

LM_i = lote mínimo de fabricação do produto i

D_i = demanda do produto i no período

$N^\circ \text{ de ciclos}$ = Quantidade de “rodadas” completas de fabricação

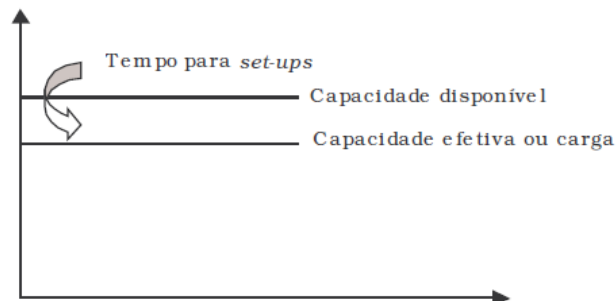


Figura 6: Tempo livre para set-up
Fonte: PEINADO; GRAEML, 2007, p. 250

2.12 Lote econômico de Fabricação (reposição progressiva)

O lote econômico de fabricação com a reposição progressiva de produção acontece ao mesmo tempo em que a demanda está acontecendo. Neste caso é necessário considerar e comparar o ritmo de produção e da demanda. A produção poderá ser menor, igual ou maior que a demanda.

- **Produção maior que a demanda (P>D) ou (V>D)** - Esta situação é a mais comum, em que a velocidade da produção é maior que a velocidade de consumo da demanda.

- **Produção igual à demanda (P=D) ou (V=D)** - Neste caso a taxa de produção é igual a demanda, isto indica que todo material produzido será consumido num curto prazo de tempo. Neste caso, não existe acúmulo, tampouco a necessidade de estoque cíclico.
- **Produção menor que a demanda (P<D) ou (V<D)** - Caso a taxa de produção (número de peças fabricadas por período) seja menor que a taxa de demanda (número de peças consumidas por período), natural mente, a produção não será suficiente para suprir a demanda.

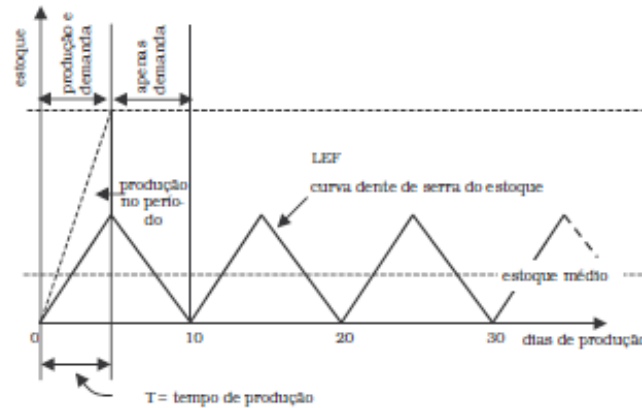


Figura 7: Lote econômico de fabricação – reposição progressiva
 Fonte: PEINADO; GRAEML, 2007, p. 699

Custo total com reposição progressiva e obtido por meio da fórmula:

$$CT = t \times Cu \times \left[\frac{1}{2} LF \times \left(1 - \frac{D}{P} \right) \right] + Cp \times \frac{D}{LF}$$

$$LEF = \sqrt{\frac{2 \times Cp \times D}{(t \times Cu) \times \left(1 - \frac{D}{P} \right)}}$$

Onde: Cp = Custo do pedido (setup)
 D = Demanda no período
 t = Taxa de manutenção de estoque no período
 Cu = Custo unitário de produção da peça
 P = Taxa de produção

3. MÉTODO

A metodologia aplicada a este trabalho foi a de pesquisa bibliográfica, através de leituras de livros e revistas e anotações de aulas e pesquisa de campo através de estudo de caso.

Foi utilizado o método descritivo com base quantitativa, efetuando um estudo de caso, que é pode ser considerado uma ferramenta muito importante na condução do estudo, mas para que seja realístico, deve estar baseado em procedimentos sistemáticos, que possam garantir que a conclusão final seja atingida por diferentes pesquisadores.

No esquema abaixo apresenta às sequencias e os componentes da metodologia utilizada no trabalho de forma detalhada.

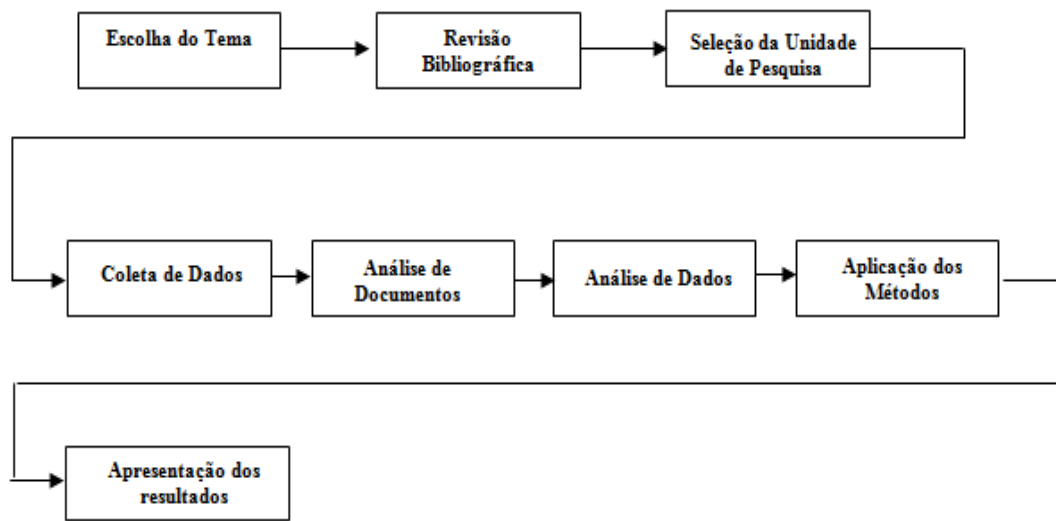


Figura 8: Estrutura de desenvolvimento do estudo

Fonte: Autor

Após a escolha da empresa, foi feita a coleta dos dados por meio de planilhas eletrônicas de controle de produção, entrevistas com operadores de máquinas e mecânicos, que contribuíram para conhecimento que possibilitou a análise da operação da produção. Para desenvolvimento do estudo utilizamos a classificação ABC para determinar o produto da Curva A que seria objeto do estudo.

E por fim aplicação dos cálculos necessários para encontrar a melhor solução aplicável ao estudo.

4. Aplicação prática:

Com base nos temas abordados ao longo do curso, juntamente com os assuntos abordados ao decorrer deste estudo, foi proposto à empresa objeto desse estudo o lote mínimo de produção.

A empresa estuda pertence ao ramo alimentício, possuindo um armazém com aproximadamente 7.100 m², com 8.000 posições paletes destinadas ao armazenamento de produtos acabados.

A maneira atual de planejamento da produção está no focada em atender a demanda, sem se preocupar com os tempos de setup, nem com as quantidades produzidas, também não se importando com a quantidade armazenada e o tempo. É importante ressaltar que não é realizado nenhum cálculo de lote econômico, fazendo com que se produza somente analisando o estoque e o atendimento da demanda.

Para obtenção dos dados, foi necessário coletar em linha de produção os tempos de setups de linha, para o produto carro chefe, PROD001. Levantamos as ferramentas e número de trabalhadores envolvidos na atividade, conforme tabela apresentada abaixo:

Tabela 1: Coleta de Dados para o PROD001

DADOS	TEMPOS E VALORES	
SETUP	2 HORAS	
MOD	2	
FERRAMENTAS	CARRINHO HIDRÁULICO, JOGO DE CHAVES.	
CUSTOS MDO	R\$	8.400,00
CUSTOS SETUP	R\$	46.896,00
OUTROS	R\$	25,00

Fonte: Autor

4.1 Resultados alcançados

Através do lote econômico de produção foi definido um valor onde, existe um ponto de equilíbrio de custo, onde é definido a quantidade mínima que vale a pena produzir sem prejuízos.

Seu cálculo pode ser obtido pela seguinte equação:

$$LEF = \sqrt{\frac{2 \times Cp \times D}{(t \times Cu) \times \left(1 - \frac{D}{P}\right)}} \quad \text{Onde: } \begin{array}{l} Cp = \text{Custo do pedido (setup)} \\ D = \text{Demanda no período} \\ t = \text{Taxa de manutenção de estoque no período} \\ Cu = \text{Custo unitário de produção da peça} \\ P = \text{Taxa de produção} \end{array}$$

$$LEF = \sqrt{\frac{2 \times 46.997 \times 91764}{(28 \times 19,33) \times \left(1 - \frac{91.764}{633.600}\right)}} = 4.316 \text{ bandeijas}$$

Após encontrarmos o lote econômico de produção foi aplicada a fórmula do Custo total com reposição progressiva para verificar qual seria o menor custo anual.

$$CT = t \times Cu \times \left[\frac{1}{2} LF \times \left(1 - \frac{D}{P}\right) \right] + Cp \times \frac{D}{LF}$$

$$CT = 28 \times 19,33 \times \left[\frac{1}{2} 4.316 \times \left(1 - \frac{91.765}{633.600}\right) \right] + R\$46.997,00 \times \frac{91.765}{4.316} = R\$1.998.063,11$$

No gráfico na figura 9, demonstra que lotes abaixo de 4.136 bandejas para o SKU PROD001 geram prejuízos para a empresa. Produções que são feitas com 1.500 bandejas faz com que a empresa tenha prejuízo financeiro.

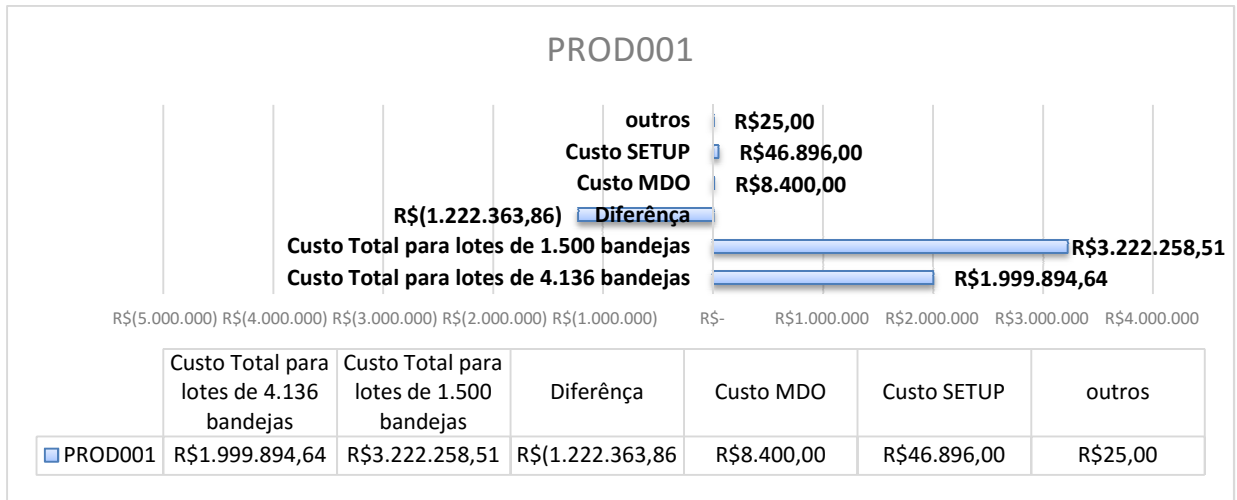


Figura 9: Custo Total para lotes de 1.500 bandejas para o PROD001
 Fonte: Autor

5. Considerações finais

A partir da análise e dos cálculos de lote econômico serão estabelecidos volumes mínimos de produção que otimizem seus custos globais. Os lotes econômicos de produção determinados através dos cálculos serão de extrema importância para a produtividade, trazendo a margem desejada para cada SKU produzido. Que proporcionar, uma boa programação da produção, com operações padronizadas que implica em melhorias no âmbito da qualidade de processos, e conseqüentemente no produto final.

Neste estudo foi levado em consideração o item que tem maior demanda nos pedidos de licenciados e clientes específicos. Estes pedidos geram produções pequenas e não rentáveis em relação a custos.

O resultado do trabalho levou ao time comercial rever os pedidos feitos pelos clientes, para conseguirmos melhorar os custos ou repassa-los. Durante o acompanhamento dos setups com os operadores de máquinas, líderes de produção, e o time de OPEX, realizamos levantamento das ferramentas utilizadas nas trocas, MOD, e os tempos empregados, o resultado deste trabalho também levou o time de OPEX a um projeto relacionado a SMED, trabalhando também para separar os setups internos dos externos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORREA, H; CORRÊA, Carlos. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** São Paulo: Atlas, 2008.

MOREIRA, Daniel A . **Administração da Produção e Operações.** São Paulo. Cengage Learning. 2008.

MARTINS; LAUGENI. **Administração da Produção.** São Paulo. Saraiva. 2005.

PEINADO ,Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba :UnicenP, 2007.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção.** São Paulo. Atlas. 1999

TUBINO, D.F. **Planejamento e controle da produção.** São Paulo: Atlas, 2007.