**CASSIO RESENDE DE MOURA**

**GUSTAVO DE MELO BORGES**

**DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA ATRAVÉS DO ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS E BALANCEAMENTO DE LINHA EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS ELETRÔNICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a banca examinadora da Uniube para obtenção do titulo de bacharel em engenharia de produção sob a orientação do Prof. Esp. Wagner Cardoso.

**UBERABA**

**2016**

**RESUMO**

Atualmente, as organizações fabris buscam otimizar seus processos produtivos visando maior competitividade no mercado e ampliação no faturamento. Um estudo detalhado com uma grande gama teórica, baseada em administração da produção, se faz necessário para sua realização e eficácia. Este estudo de caso tem como objetivo harmonizar a demanda comercial a capacidade produtiva da empresa através de ferramentas utilizadas no âmbito da Engenharia de Produção. O estudo e observação do processo produtivo, tomadas de tempos, cronoanalise, balanceamento de linha se fez necessário para o dimensionamento da real capacidade produtiva da empresa, que visa atender a necessidade da empresa.

**Palavras-Chave:** Estudo de tempos e movimentos; Balanceamento de linha; Capacidade produtiva.

**ABSTRACT**

**Keywords:**

# INTRODUÇÃO

A capacidade produtiva de uma indústria se encontra em constante reformulação há décadas por meio de pesquisas e estudos, sempre buscado alternativas que visam melhoria em seu processo produtivo, a fim de trazer benefícios para a empresa, como redução de mão de obra e consequentemente, menor custo.

Wilker (2011) diz que determinar o nível ótimo de produção para atender a demanda é fundamental para a eficiência e eficácia da administração da produção. O desafio é adequar, em todos os níveis, o grau de capacidade produtiva com o nível de demanda a ser atendida com o menor custo possível. Para isso é fundamental o planejamento e controle da capacidade produtiva.

Demonstrando os conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação em Engenharia de Produção será exposto como se dimensionar a capacidade produtiva de uma empresa fabricante de produtos eletrônicos, cujo seu segmento é direcionado ao mercado de acessórios automotivos. Este dimensionamento será feito através do estudo de tempos e movimentos e balanceamento de linha.

Nas atuais condições do país, que neste ano de 2016 se encontra em forte crise política econômica, as oscilações de mercado são evidentes. A empresa estudada atende todo território nacional e por este motivo aumenta sua necessidade de criar estratégias que agreguem valores ao seu produto. Saber a real capacidade produtiva da empresa é o caminho para lidar com a situação, pois não ter o dimensionamento de produção, não identificará seu real custo, não permitindo assim, o conhecimento da probabilidade do lucro ou prejuízo, o controle da produção, a eficiência e a produtividade e até mesmo o layout e o fluxo de produção inadequado.

É de extrema importância estar ciente do potencial manufatureiro de sua organização, para que assim tenha condições de realizar estratégias de mercado diante de seus concorrentes, mesmo em época de crise. Visto que a empresa em questão não tem dados comprobatórios que demonstrem sua real capacidade produtiva, pergunta-se: “Como dimensionar a real capacidade produtiva de uma indústria de produtos eletrônicos? ”

Este estudo tem como objetivo a realização do dimensionamento da real capacidade produtiva de uma indústria de produtos eletrônicos automotivos através dos estudos de tempos e movimentos e balanceamento de linha.

Para este estudo utilizou-se a metodologia qualitativa, realizando visitas técnicas na indústria, onde se observou os métodos de trabalho de todos colaboradores em seus devidos postos de trabalho, dando assim sequência ao processo de cronometragem de tempo por atividade. Diante dos resultados coletados se analisou os tempos cronometrados, identificando tempo e ritmo de trabalho e dimensionou-se a capacidade produtiva.

Neste estudo de caso escolheu-se um produto que se encontra em linha de produção e com base neste modelo será capaz avaliar e demonstrar a real capacidade de produção da empresa de acordo com sua situação atual, exclusiva para o produto analisado.

Levando em consideração seu atual Procedimento Operacional Padrão (POP) que consistirá em planilhas organizacionais que apresentarão o planejamento do trabalho a ser executado, e com o quadro de colaboradores, tornará possível, através da análise de tempos produzir mais sem afetar a qualidade do produto para que assim não haja um eventual atraso por oscilação de demanda.

Durante o estudo de campo cronometrou-se os tempos das operações, os quais foram lançados em banco de dados, possibilitando o início da cronoanálise, ou seja, a análise dos tempos cronometrados. Com as informações adquiridas será possível saber o tempo de processo em cada operação que o produto passa enquanto é transformado.

Assim sendo, o balanceamento de linha, que consiste num conjunto de postos de trabalho que independem da quantidade de colaborares designados para determinada função, mostrará o real tempo gasto pelo processo produtivo, desde a preparação da matéria prima até a chegada do produto acabado ao estoque, ou seja, tempo de ciclo. Vale ressaltar que será considerado todo e qualquer percentual médio para prezar a integridade física e psíquica de todas as pessoas envolvidas, ou seja, tolerâncias.

 Cardoso (2008), cita que para mensurar a real capacidade produtiva instalada é preciso, principalmente, dos tempos-padrão dos produtos a serem fabricados. Aliado a isso, precisa-se também da disponibilidade de horas para trabalhar, do número de homens e máquinas envolvidos no processo e da quantidade de matéria-prima disponível, pois esses são os fatores limitantes de capacidade, ou seja, pode até ter, por exemplo, horas, homens e máquinas disponíveis, porém se faltar matéria-prima a capacidade fica aquém do esperado.

Com o dimensionamento da capacidade produtiva se tem condições de avaliar as necessidades que variam de acordo com o mercado, como a de mão de obra. Também poderá ser alinhada a previsão de vendas, feita pelo comercial, para que tenha condições de antecipar a tomada de decisão diante de uma eventual oscilação de vendas, diminuindo assim ao máximo não só o atraso na entrega, mas também a insatisfação dos seus clientes. Com isso, se tem a certeza de que o estudo trará resultados que terão grande utilidade para tomadas de decisão.

# ESTUDO DE MOVIMENTOS E TEMPOS

## História e Definição

“Existe uma maneira certa, que descoberta e adotada, maximizará a eficiência do trabalho. E a forma de descobri-la é analisar o trabalho em suas diferentes fases.” (Taylor 1856 – 1915 aput, Silva, 2005)

Taylor iniciou sua vida profissional como operário, passando a capataz, contramestre, chefe de oficina, e finalmente engenheiro. Preocupado em eliminar o desperdício e perdas das indústrias americanas, e ainda aumentar o nível de produtividade, aplicou métodos e técnicas desenvolvidas pela engenharia industrial. Sua abordagem dá ênfase às tarefas e a denominação deve-se à tentativa de aplicação de métodos científicos a problemas da Administração, sendo os mesmos observados e mensurados. (SILVA 2008)

Ainda Silva (2008) diz que o choque entre patrões e operários levou Taylor a estudar o problema da produção em seus mínimos detalhes, concluiu-se que havia a necessidade de uma divisão de responsabilidades, entre patrões e empregados e aprofundou seus estudos os quais podem ser abordados em dois períodos.

No primeiro período, começou seus estudos e experiências pelo trabalho do operário, generalizando suas conclusões para a Administração. Preocupava-se exclusivamente com as técnicas de racionalização do trabalho operário, através do “Estudo dos Tempos e Movimentos”.

Barnes (1977), assim define o Estudo de Movimentos e de Tempos, evidenciando seus objetivos:

“O estudo de movimentos e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num timo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido. ”

O segundo período iniciou por volta de 1911, Taylor concluiu que a racionalização do trabalho operário deveria ser acompanhada de uma estruturação geral da empresa, possibilitando a aplicação de seus princípios. Achava ele que três eram os fatores que acarretavam problemas às indústrias sendo o primeiro a vadiagem dos operários, que reduziam a produção a um terço normal, evitando assim a redução de salários, segundo a gerência desconhecia as rotinas de trabalho e o tempo de sua realização e por fim, o terceiro fator sendo a falta de uniformidade das técnicas e métodos de trabalho. (SILVA 2008).

Para resolver estes problemas, Taylor idealizou o método “Gerência Científica”, onde a Organização e Administração deveriam ser estudadas e tratadas cientificamente.

Administração científica consiste fundamentalmente de certos princípios gerais amplos, certa filosofia, que pode ser aplicada de muitos modos, e de uma descrição do que qualquer homem ou homens podem acreditar ser o melhor mecanismo para aplicação destes princípios gerais, o que de modo algum poder ser confundido com os próprios princípios” (SILVA 2005).

Frank e Gillian Gilberht realizaram estudos de micro movimentos e sua posição física, disposição das ferramentas e o seu manuseio. Estes trabalhos foram denominados “a ciência dos movimentos”. Entretanto, o seu trabalho mais importante para a administração cientifica foi oestudo da fadiga humana. (SILVA 2005).

 Considerou a alta fonte de redução da eficácia. Concluiu que a fadiga é responsável pela diminuição da produtividade e qualidade do trabalho; perda de tempo; aumento da rotatividade de pessoal; doenças e acidentes e pela diminuição da capacidade de esforço. (SILVA 2008).

## Estudo de Tempos: Caracterização e definição

##

Segundo Silva (2008), em 1881, Taylor, ainda operário, iniciou o Estudo de Tempos. Racionalizou o manejo de materiais (lingotes de ferro) e o tempo-padrão para cada operação, determinando ainda os requisitos físicos para o operário-padrão.

Segundo Cardoso (2008) o estudo de tempos é usado na determinação de tempo necessário para uma pessoa qualificada e bem treinada em ritmo normal, executar uma tarefa especificada.

Slack, Chambers e Johnston (2009) assim define o estudo de tempo:

Estudo do tempo é “uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com o nível definido de desempenho”.

Com estudos e análises, a racionalização do trabalho permitiu que um homem realizasse o trabalho de quatro homens, e, ainda, conseguisse reduzir o custo da manipulação dos materiais. (SILVA 2008).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) a técnica para obter o tempo básico para os elementos do trabalho constitui-se em três etapas: (1) observar e medir o tempo necessário para realizar cada elemento do trabalho; (2) ajustar ou “normalizar” cada tempo observado e (3) calcular a média dos tempos ajustados para obter o tempo básico para o elemento.

Nos estudos, Taylor considerou também, os aspectos, que estabeleceu como básicos a seleção do operário, a padronização dos métodos de produção, a remuneração adequada, a análise das tarefas e sua ordenação em passos simplificados. (SILVA 2008).

## Metodologia de Análise de Estudo de Tempo

A cronometragem direta é o método mais empregado na indústria para a medida do trabalho. O resultado do estudo de tempos é o tempo que uma pessoa apta a realizar o trabalho e completamente treinada no método específico levará para executar a tarefa trabalhando em um ritmo considerado normal durante toda a jornada de trabalho, ou seja, tempo-padrão para a operação, segundo Barnes (1977).

Martins e Laugeni (2005) citam os equipamentos mais utilizados para o estudo de tempos, sendo:

* Cronômetro de hora centesimal: é o cronômetro mais utilizado, e uma volta do ponteiro maior corresponde a 1/100 de hora, ou 36 segundos. Podem, contudo, ser utilizados outros tipos de cronômetros, inclusive cronômetros comuns;
* Filmadora: este é um equipamento auxiliar que apresenta a vantagem de registrar fielmente todos os diversos movimentos executados pelo operador, auxiliando o analista do trabalho a verificar se o método do trabalho foi integralmente respeitado pelo operador e auxiliando na verificação da velocidade com que a operação foi realizada;
* Folha de observações: para que os tempos e demais informações relativas à operação cronometrada possam ser adequadamente registradas. Esta folha de observações estará no estudo de caso que segue neste estudo.
* Prancheta para observações: é necessária para que se apoie nela a folha de observações e o cronômetro.

### Execução do estudo de tempos

Barnes (1977) apresenta os oito passos necessários a ser seguido na execução do estudo de tempo.

* Obtenha e registre informações sobre a operação e o operador em estudo;
* Divida a operação em elementos e registre uma descrição completa do trabalho;
* Observe e registre o tempo gasto pelo operador;
* Determine o número de ciclos a ser cronometrado;
* Avalie o ritmo do operador;
* Verifique se foi cronometrado um número suficiente de ciclos;
* Determine as tolerâncias;
* Determine o tempo-padrão para a operação.

### Determinação do número de ciclos a serem cronometrados

Cardoso (2008) diz que a fórmula mais usual em Estudo de Tempos para cálculo do número de ciclos a serem cronometrados adota um nível de confiança de 95%, e erro relativo de 5%. Abaixo segue a fórmula 1:

$$N'=\left(\frac{40. \sqrt{∑X^{2}-\left(∑X\right)^{2}}}{∑X}\right)^{2}(1)$$

Em que:

N’ = número necessário de observações para prever o tempo verdadeiro com erro relativo de 5% e 95% de confiança.

N = número de observações feitas para o teste.

X = duração do elemento.

∑X = somatória das leituras.

### Determinação das tolerâncias

#### Tolerância para atendimento às necessidades pessoais

Quanto à tolerância para atendimento às necessidades pessoais, considera-se suficiente um tempo entre 10min e 25min (5% aproximadamente) por dia de trabalho de 8 horas (MARTINS e LAUGENI 2005).

#### Tolerância para alívio da fadiga

Geralmente adota-se uma tolerância variando entre 15% e 20% do tempo (fator tolerância entre 1,15 e 1,20) para trabalhos em um ambiente normal, para empresas indústrias e outros ambientes. (MARTINS e LAUGENI 2005).

### Determinação do tempo padrão

Martins e Laugeni (2005) mostram que uma vez que obtidas as *n* cronometragens válidas, deve-se calcular a média das cronometragens, obtendo-se o tempo cronometrado (TC), ou tempo médio (TM). A partir daí é calculado o tempo normal (TN), como segue na fórmula 2:

TN = TC X V (2)

Onde:

TN = Tempo Normal

TC ou TM = Tempo cronometrado ou tempo médio, respectivamente;

V = Velocidade média do Operador

Por fim, chega-se a fórmula do tempo padrão (TP) definida pela fórmula 3.

TP = TN x FT (3)

Onde:

TP = Tempo Padrão;

TN = Tempo Normal;

FT = Fator Tolerância.

## Estudo de Movimentos: Definição

Barnes (1977), detalha o estudo de movimentos: Encontrar o melhor método de se executar a tarefa e o estudo de tempos; determinar o tempo-padrão para executar uma tarefa específica.

A paciente analise das tarefas de cada operário, decompondo os seus movimentos e processos de trabalho, aperfeiçoando-os e racionalizando-os, possibilitou concluir que o operário médio produzia muito menos do que era potencialmente capaz.

## Processo Geral de solução de Problemas e Movimentos

Barnes (1977) descreve que o projeto de método para realizar uma operação quando um novo produto deve entrar em produção, ou a melhoria de um método já estabelecido, é parte importante do estudo de movimentos e tempos. Como o projeto é uma forma criativa de resolução de problemas, apresenta-se em detalhes o processo geral de solução de problemas. Os cinco passos aqui descritos formam um modo lógico e sistemático de procurar a solução de qualquer problema:

* Definição do problema;
* Análise do problema;
* Pesquisa de possíveis alternativas;
* Avaliação das alternativas;
* Recomendação para ação.

## PrincÍpio de Economia de Movimentos

SANTOS, WYSK e TORRES (1972) cita que o trabalho de Frank e Gillian Gilberht definia o tempo padrão de operação, listando e medindo elementos de trabalho. Ao analisar uma operação completa, eles a dividiram em pequenas tarefas chamadas *therbligs*. Eles reagruparam e otimizaram essas tarefas para formar, de várias formas a operação completa. Resultando, assim os princípios da economia dos movimentos.

MARTINS e LAUGENI (2005) descrevem os princípios da economia dos movimentos que podem ser aplicados proficientemente em trabalhos de fábrica e escritório, sendo eles os princípios para economia do uso do corpo humano, princípios da economia para o local de trabalho, princípios da economia para as ferramentas e para equipamentos, descritos abaixo.

### Princípios para economia do uso do corpo humano

* As mãos devem iniciar os movimentos ao mesmo tempo;
* As mãos não devem permanecer paradas ao mesmo tempo (a não ser em períodos de descanso);
* Os braços devem ser movimentados simetricamente e em sentidos opostos;
* O movimento das mãos deve ser o mais simples possível;
* Deve-se utilizar o impulso;
* As mãos devem executar movimentos suaves e contínuos;
* Devem ser utilizados movimentos balísticos, por serem mais precisos;
* Deve-se manter o ritmo do trabalho.

###  Princípios da economia para o local de trabalho

* Deve se haver um local predeterminado para todos os materiais, ferramentas e demais objetos;
* Os materiais, as ferramentas e demais objetos devem ser dispostos obedecendo aos aspectos antropométricos do operador;
* Deve ser utilizada a alimentação de peças por gravidade;
* Devem ser utilizados alimentadores de peças que possibilitem retiradas fácil da peça pelo operador;
* Os objetos devem ser posicionados de maneira a permitir uma sequência adequada de utilização;
* Deve haver boas condições ambientais (luz, ruído, temperatura, umidade).
* O assento deve seguir os conceitos ergonômicos;
* O conjunto mesa-assento deve permitir que o operador possa trabalhar alternadamente sentado e em pé.

### Princípios da economia para as ferramentas e para os equipamentos

* Devem ser utilizados gabaritos e suportes para livrar as mãos de segurar objetos.
* Duas ou mais ferramentas devem ser combinadas;
* Os objetos devem estar disponíveis para uso;
* Em trabalhos que utilizam a força dos dedos, a carga de trabalho de cada dedo deve ser distribuída de acordo com a força de cada um deles;
* Os cabos das ferramentas devem seguir um projeto ergonômico;
* As alavancas e demais acionadores de máquinas devem seguir um projeto ergonômico.

# BALANCEAMENTO DE LINHA

## Definição

Moreira (2002) descreve que a linha de montagem representa o caso clássico do fluxo de operações em um sistema contínuo. Na linha de montagem, o produto (ou parte dele) é dividido em certo número de operações (ou tarefas) que devem ser distribuídas por postos de trabalho.

Martins e Laugeni (2005) entende como linha de montagem uma série de trabalhos comandados pelo operador, que devem ser executados em sequência e que são divididos em postos de trabalho.

Para Moreira (2002) a tarefa do balanceamento de linha é atribuir as tarefas aos postos de trabalho de forma a atingir uma dada taxa de produção, e de forma que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos.

Martins e Laugeni (2005) ainda aponta que a procuração nesse tipo de layout é otimizar o tempo dos operadores e das máquinas, realizando o que se denomina balanceamento de linha.

## Procedimentos do Balanceamento de Linha

Peinado e Graeml (2007) detalha os procedimentos do balanceamento de linha da seguinte forma:

* Dividir as operações de trabalho em elementos de trabalho que possam ser executados de modo independente;
* Levantar o tempo padrão para cada um dos elementos de trabalho, por meio de criteriosa cronoanálise;
* Definir a sequência de tarefas e suas predecessoras;

# Desenhar o diagrama de precedências;

# Calcular o tempo de duração do ciclo e determinar o número mínimo de estações de trabalho;

# Atribuir as tarefas às estações de trabalho seguindo a ordem natural de montagem. A seguinte regra deve ser seguida para determinar as tarefas que podem ser atribuídas a cada estação:

1. Todas as tarefas precedentes já devem ter sido alocadas;
2. O tempo da tarefa a ser alocada não deve ser superior ao tempo que resta para a estação de trabalho;
3. Quando houver mais de uma tarefa que pode ser alocada, dar preferência à tarefa que tenha maior duração, ou à que esteja mais no início da montagem, ou seja, que tenha mais tarefas subsequentes;
4. Se ainda houver empate, escolha uma tarefa arbitrariamente.
* Quando não houver nenhuma tarefa que possa ser alocada para a estação de trabalho, passar para a estação de trabalho seguinte, até completar toda a linha de produção;

# Verificar se não existe uma forma melhor de balanceamento, buscando deixar a mesma quantidade de tempos ociosos em cada estação de trabalho;

# Calcular o percentual de tempo ocioso e o índice de eficiência para a linha de produção;

* Se todos os passos anteriores tiverem sido seguidos, a única forma de balancear melhor a linha será pela utilização de estações em paralelo para realizar operações elementares demoradas, que não podem ser subdivididas. Duas estações de trabalho paralelas, realizando a mesma operação, são capazes de dobrar a velocidade de produção daquele “elo” do processo produtivo.

## Metodologia e Cálculo do Balanceamento de Linha

Segundo Peinado (2007) quando uma tarefa tem seu tempo de execução significativamente maior ou menor que o tempo médio de execução das demais tarefas da linha de montagem, a linha de montagem fica desbalanceada, neste caso poderá ocorrer uma das seguintes situações:

* O operador mais carregado de trabalho tenta compensar: quando existir uma ou mais tarefas com maior tempo de montagem, os operadores designados para estas tarefas, não raro, vão tentar compensar a desvantagem, trabalhando em ritmo acelerado. Isto pode gerar problemas de fadiga e doenças do trabalho. É comum encontrar este problema em linhas de produção mais artesanais;
* Muitas vezes se alocam os operadores mais ágeis e velozes para os postos de trabalho mais difíceis. Este procedimento pode trazer consequências futuras ao gestor da produção pelos problemas de saúde, já citados, quando um funcionário trabalha muito tempo em ritmo acelerado;
* A soma do tempo ocioso dos demais operadores, com tarefas de menor duração, será alta, elevando os custos por falta de aproveitamento da mão-de-obra;
* A velocidade da linha de produção será a velocidade da operação mais lenta, com maior tempo de duração. Em outras palavras, a linha de produção estará subordinada à operação do gargalo.

### Tempo de ciclo

Peinado (2007) define o tempo de ciclo como o tempo que uma linha de produção demora a montar uma peça. Ou seja, é o tempo máximo permitido para cada estação de trabalho antes que a tarefa seja passada para a estação seguinte.

Para Martins e Laugeni (ANO), para o balanceamento, deve-se primeiro determinar o tempo de ciclo.

Tubino (2009) apresenta a fórmula para o cálculo do tempo de ciclo:

$$TC=\frac{TD}{D}$$

Onde:

TC = tempo de ciclo em minutos por unidade;

TD = tempo disponível para produção em minutos por dia;

D = demanda média em unidades por dia.

## Benefícios da implantação do Balanceamento de Linha

Mendes Jr, et.al. (1997) descreve que, como o balanceamento de linha indica o ritmo de execução da obra ao longo das unidades pode ser facilmente utilizada para determinar em qualquer instante:

* As atividades ou processos que estão abaixo do desejado e requerem ritmos mais acelerados para satisfazer as quantidades de produção planejadas;
* As atividades ou processos que estão adiantados e que podem resultar em recursos operacionais além do necessário;
* Uma previsão das unidades concluídas por atividade, grupo de trabalho, ou processo para apoiar a programação de entrega ou conclusão da obra;
* Desvios de entrega de materiais que possam influir na produção;
* Materiais que estão sendo entregues em excesso e que podem causar manuseio adicional ou requerer mais espaço para estocar.

Ainda, Mendes Jr, et.al. (1997) cita que, através da adoção do conceito de balanceamento de linha as atividades seguirão ritmos de produção definidos. Nesta situação diz-se que a produção está balanceada. Este balanceamento permite definir quantas unidades (cômodos, apartamentos ou pavimentos) estarão concluídas num determinado tempo, permitindo: estudo de reaproveitamento de equipes, melhor programação das equipes, evitar interrupções do trabalho de uma equipe melhorando sua produtividade, minimização dos estoques e produtos em processo, melhores possibilidades de implantação do trabalho em grupo (células de produção), "pacotização" do trabalho com melhor definição de tarefas, e uma gerência facilitada - visual, entre os benefícios mais importantes.

# CAPACIDADE PRODUTIVA

## Definição

Federal Reserve Board, federação que mede e acompanha a produção e a capacidade industriais nos Estados Unidos, apud Gaither (2002) cita que o maior nível de produção que uma empresa pode manter dentro da estrutura de uma programação de trabalho realista, levando em conta um período de inatividade (downtime) normal e supondo uma disponibilidade suficiente de entradas para operar a maquinaria e o equipamento existentes.

 Hopp e Spearman (2013) citam que as opções de quanto e de que tipo de capacidade instalar têm influência direta no lucro das empresas. Além disso, pelo fato de o planejamento da capacidade estar no topo da hierarquia no planejamento das fábricas, as decisões sobre a capacidade têm grande impacto sobre todas as outras questões do planejamento da produção (por exemplo, sobre o planejamento agregado, sobre o gerenciamento da demanda, sobre o sequenciamento e a programação, sobre os controles do chão de fábrica).

 Corrêa e Corrêa (2008) descreve que a capacidade produtiva de uma unidade de operações pode ser entendida como o volume máximo potencial de atividade de agregação de valor que pode ser atingido por uma unidade produtiva sob condições normais de operação. Cita também que a capacidade deve ser vista como um potencial, um volume máximo possível de ser obtido e não deve, assim, ser confundida com os níveis de saída que a operação está produzindo em certo momento do tempo. Esse volume de saídas produtivas pode estar mais perto ou mais longe do potencial produtivo (da capacidade) da unidade, e essa relação entre o potencial e a parcela desse potencial que está sendo de fato utilizado pode ser um indicador de quão boa é a utilização da capacidade produtiva.

Chambers e Johnston (2002) descrevem que o planejamento e controle de capacidade é a tarefa de determinar a capacidade efetiva da operação produtiva, de forma que ela possa responder à demanda. Isso normalmente significa decidir como a operação deve reagir a flutuação na demanda.
 Ainda, Chambers e Johnston (2002) afirmam que o uso mais comum do termo capacidade é no sentido estático, físico do volume fixo de um recipiente ou do espaço em um edifício. Logo, a definição da capacidade de uma operação é o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo que o processo pode realizar sob condições normais de operação.

## Restrições da capacidade

Segundo Chambers e Johnston (2002), as decisões tomadas por gerentes de produção no planejamento de suas políticas de capacidade afetarão diversos aspectos de desempenho como:

* Os custos serão afetados pelo equilíbrio entre capacidade e demanda. Níveis de capacidade excedentes à demanda podem significar subutilização de capacidade e, portanto, alto custo unitário;
* As receitas também serão afetadas pelo equilíbrio entre capacidade e demanda, mas de forma oposta. Níveis de capacidades iguais ou superiores à demanda em qualquer momento assegurarão que toda a demanda seja atendida e não haja perda de receitas;
* O capital de giro será afetado se uma operação decidir produzir estoques de bens acabados antecipando-se à demanda. Isso pode permitir atender à demanda, mas a organização deve financiar o estoque até que seja vendido;
* A qualidade dos bens ou serviços pode ser afetada por um planejamento de capacidade, por meio da contratação de pessoal temporário, por exemplo. O pessoal novo e a interrupção do trabalho rotineiro da operação aumentariam a probabilidade de ocorrência de erros;
* A velocidade de resposta à demanda do cliente pode ser melhorada, seja pelo aumento dos estoques (permitindo que os clientes sejam atendidos diretamente pelo estoque em vez de terem que esperar a fabricação dos itens) ou pela provisão deliberada de capacidade excedente, evitando-se filas;
* A confiabilidade do fornecimento também será afetada pelo nível de proximidade entre os níveis de demanda e da capacidade máxima da operação: a confiabilidade do fornecimento de serviços e produtos será menor será menor, quanto mais próximo da capacidade total estiver a demanda, pois menos a operação conseguirá lidar com possíveis interrupções;
* A flexibilidade, especialmente a de volume, será melhorada por capacidade excedente. Se a demanda e a capacidade estiverem em equilíbrio, a operação não será capaz de responder a quaisquer aumentos inesperados de demanda.

## Metodologia e Cálculo

Cardoso (2008) cita que para mensurar a real capacidade produtiva instalada é preciso, principalmente, dos tempos-padrão dos produtos a serem fabricados. Aliado a isso, precisa-se da disponibilidade de horas para trabalhar, dos números de homens e máquinas envolvidos no processo e da quantidade de matéria prima disponível. De forma simples, o cálculo da real capacidade produtiva, é feito assim:

C = horas disponíveis por mês ÷ tempo padrão em horas por unidade

## Importância do Correto Dimensionamento da Capacidade Produtiva

Para, Slack (2009); Chambers e Johnston (2009, pág 313) prover a capacidade produtiva para satisfazer a demanda atual e futura é uma responsabilidade fundamental da administração da produção. Obtenha o equilíbrio adequado entre capacidade e demanda e você satisfará os seus clientes de forma eficaz em custo. Obtendo o equilíbrio errado deixará de atender a demanda e terá custos excessivos”.

Ainda, Slack (2009); Chambers e Johnston (2009, pág 345)

 “Em planejamento e controle de capacidade, a exatidão de uma previsão é importante porque, enquanto a demanda pode mudar instantaneamente, existe uma defasagem entre decidir alterar a capacidade e a mudança surtir efeito. Por isso muitos gerentes de produção defrontam com um dilema. Para tentar atender à demanda, muitas vezes precisam estabelecer o volume de produção antecipadamente, baseados em uma previsão que pode mudar antes que a demanda ocorra, ou pior ainda, que pode mostrar-se muito diferente da demanda real.

# ESTUDO DE CASO

## Apresentação da empresa

A empresa S.E., escolhida como alvo do estudo de caso, se encontra na cidade de Sacramento/MG e foi fundada no ano de 2008 e conta com um prédio de 1600m² para fabricação, estocagem, expedição e administração, contanto com 60 funcionários atualmente.

Com apenas 8 anos no mercado a organização já atende todo território nacional, ou seja, está presente em todos os estados brasileiros contando com 12 representantes diretos e 15 prepostos indiretos, todos comissionados. Sua política de comercialização preza atender distribuidores, assim visando vendas saudáveis e de maior porte. Neste ano de 2016 iniciou-se exportações diretas para Ásia, Europa, Mercosul e América do Norte.

A fonte automotiva, produto fabricado pela S.E., para usuários, comuns, de som automotivo é um carregador de baterias que possui a função de não deixar a energia do carro acabar enquanto o carro está desligado, mas com o som ligado, assim gerando melhor qualidade sonora e não necessitando de dar partida no carro em momentos de lazer, além de não correr risco de seu automóvel ficar com a bateria totalmente descarregada. Já para usuários avançados, neste caso os competidores de campeonato de som, a fonte de maior potência tem capacidade de recarregar dezenas de baterias simultaneamente e o não uso deste produto pode acarretar perda de qualidade no som, derrota na competição por ter menor tempo ativo e danos materiais aos outros equipamentos por falta de energia, como módulo de potência e alto falantes.

Hoje a empresa possui 16 produtos em seu catálogo, contando com equipamentos que atendem todos os tipos de som do mercado. Foi escolhido para este estudo um modelo de potência mediana que está na curva A do faturamento da empresa.

## Fluxograma do Processo Geral do Produto Alvo

Para produção das fontes automotivas, a empresa S.E, por lidar com grande quantidade de componentes para sua transformação, necessita de preparação de matérias prima de forma antecipada, onde algumas operações precisam de tempo de secagem da cola para dar sequência à manufatura. Por este motivo o fluxograma abaixo, que é apresentado pela figura 1, precisa estar pronto um dia antes.

Figura 1- Fluxograma de Preparação


**Fonte:** Dados dos autores

Diante das operações descritas acima prontas, é possível iniciar a transformação do produto em sua linha de montagem. Abaixo segue fluxograma do processo geral do produto alvo, apresentado pela figura 2.

Figura 2 - Fluxograma de processo geral do produto alvo


**Fonte:** Dados dos autores

##  Identificação do número de ciclos, tempos e tolerâncias

Nesta etapa é preciso identificar o grau de confiabilidade nas observações e para isto foi usado um nível de confiança de 95%, e erro relativo de 5%. Diante do estudo foi identificado o gargalo do processo e segue a metodologia detalhada no processo da operação 59 do setor solda, esta metodologia serviu para todas as operações descritas anteriormente e que serão apresentadas ao final deste estudo. As figuras 3 e 4 demonstram o processo de estudo.

Figura 3 - Folha de observações e tempos cronometrados da operação 59


**Fonte:** Dados dos autores

Figura 4 - Etapa de cálculo para identificação N'


**Fonte:** Dados dos autores.

 Utilizando a fórmula abaixo é possível verificar se os números de observações serão aceitos através da equação 1:

$N^{'}=\left(\frac{40. \sqrt{∑X^{2}-\left(∑X\right)^{2}}}{∑X}\right)^{2}= $7,35, assim será necessário no mínimo 8 observações, ou seja a quantidade de amostras são suficientes.

 Neste momento foi feita uma análise de ritmo pré-determinada pela empresa considerando habilidade e esforço do funcionário, sendo excelente para ambas. Também é considerado neste momento o esforço necessário para realização da operação, sendo avaliada como leve para esforço mental e médio para esforço físico. Assim sendo, a tabela 1 abaixo mostra como a operação é avaliada.

Tabela 1 - Avaliação da operação 59

|  |  |
| --- | --- |
| **Habilidade** | **Esforço** |
| 0,08 | B2 | Excelente | 0,10 | B1 | Excelente |
| **Esforço Mental** | **Esforço Físico** |
| 0,06 | Leve | - | 0,54 | Médio | - |

 **Fonte:** Dados dos autores

 Quanto às tolerâncias, foram consideradas de acordo com as quais a empresa já utiliza, sendo um total de 8,20%, levando em consideração a habilidade e esforço do operador e esforço mental e físico da operação, conforme é mostrado na tabela 1 acima.

 A partir desses dados calculou-se o tempo normal e tempo padrão, como pode ser observado abaixo.

 TN = 159 x 1,05 = 166,95s

 TP = 166,95 x 1,082 = 180,64s

 Assim, chega-se a aproximadamente 180,1 segundos para o tempo padrão para o operador responsável pela operação gargalo 59 do setor solda.

## Tempos das operações

Segue abaixo detalhamento de tempos de todas as operações que serão consideradas no balanceamento de linha para determinação da real capacidade produtiva da empresa S.E. Em destaque está a operação 59 onde se encontrou o gargalo do processo. A operação 48 não é considerada gargalo pois é um processo dependente de um ciclo de inserção de componentes e conta com 8 colaboradores neste processo, já as operações 64, 65 e 66 também não são consideradas gargalos do processo pois atualmente conta com 4 colaboradores para sua execução e são operadas simultaneamente, ou seja, cada colaborador efetua as 3 operações individualmente. As operações preenchidas com “X” significa transporte onde o tempo foi considerado desprezível pela curta locomoção, pois o processo é em linha. As figuras 5 e 6 expõem os resultados obtidos.

Figura 5 - Tempos 1


**Fonte:** Dados dos autores

Figura 6 - Tempos 2


**Fonte:** Dados dos autores

 A coluna concessão leva em consideração a habilidade e esforço do funcionário e esforço físico e mental da operação para chegar ao percentual de tolerância.

## Balanceamento de Linha

Nesta etapa é preciso avaliar a necessidade de funcionário para cada operação de acordo com tempo padrão de cada uma delas. Visto que o setor solda possui 6 funcionários operantes e a operação 59 é a que demanda mais tempo para sua execução, será necessário fazer um balanceamento para identificação da quantidade de funcionários necessários para execução de cada uma, assim todas tendo o mesmo ritmo e capacidade de produção.

 O balanceamento foi analisado em um fator de eficiência de 95%, assim percebeu-se que todas as demais operações podem ser realizadas com menor quantidade de operadores. Já operação 59 é a operação que exige maior mão de obra. Abaixo segue balanceamento, apresentada pela figura 7.

Figura 7 - Balanceamento de linha


**Fonte:** Dados da empresa

 Pode-se observar que a operação 59, que hoje é executada com apenas 1 funcionário, necessita de no mínimo 1,7 funcionário para executar sua tarefa, enquanto as demais podem ser executadas com apenas 1 ou menos, sendo assim, fica claro que será necessário um remanejamento de outro setor ou uma nova contratação para atingir a meta 300 peças/dia, que é a meta atual da empresa.

## Capacidade Produtiva

Diante dos resultados obtidos no estudo, será preciso definir o tempo ciclo da operação 59 para que assim seja capaz o dimensionamento da capacidade produtiva. Para isto, considerando o tempo disponível em 29520 segundos e demanda atual do setor 59 é 272 peças/dia, o cálculo abaixo nos mostra como chegar até o tempo de ciclo.

$$TC=\frac{TD}{D}= \frac{29520}{272}=108,56s$$

Com o tempo de ciclo definido, pode-se dizer que a empresa é capaz de fabricar 1 peça a cada 108,56 segundos a partir da primeira peça pronta.

Sabendo do tempo gasto para produzir uma peça boa, consegue-se definir a capacidade produtiva da empresa S.E, considerando o tempo disponível por dia em segundos assim como o tempo de ciclo por unidade do setor gargalo. Assim tem-se.

C = 29520 ÷ 108,56 = 271,91 peças/dia

 Considerando que a fábrica trabalha em formato de 22 dias úteis, tem-se sua capacidade produtiva sendo ditada pela operação gargalo conforme abaixo.

C = 271,91 x 22 = 5.982,02 peças/mês, ou seja, 5.982 peças/mês.

# RESULTADOS

 Tendo ciência que a atual capacidade produtiva da empresa não satisfaz a demanda de vendas, é preciso redefinir e melhorar esta operação. Visto que mesma não é capaz de atingir a meta, mesmo com 95% de eficiência, e mesmo assim tem-se a necessidade de mais de 1 operar executando esta operação. Foi proposto a contratação de 1 operário para esta função. Assim se chega a um novo dimensionamento, conforme é mostrado na figura X que segue abaixo demonstrado pela figura 8:

Figura 8 - Proposta de balanceamento de linha

 **Fonte:** Dados dos autores

Desta forma, se tem uma nova capacidade produtiva que atenderá a demanda comercial a empresa em questão. Utilizando-se de 7 funcionários no setor Solda, sendo 2 apenas para operação 59, sua nova capacidade passa a ser 317 peças/dia, assim atendendo a atual necessidade.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo de campo desenvolvido foi capaz de compreender as dificuldades enfrentadas por um Engenheiro de produção no âmbito prático de produção quando lhes é confiada a responsabilidade de desenvolver melhorias em prol da empresa através de estudos. Toda melhoria proposta no trabalho não é definitiva, podendo sempre ser revista e melhorada.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARNES, Ralph M**. Estudos de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho**: 6ª Edição. São Paulo-SP: Editora Blucher, 1977. 635 pág.

CARDOSO, Wagner. **Apostila de Planejamento e Controle de Produção**: Métodos de Controle e planejamentos, Uberaba: Atlas, 2008.

CORRÊA, Henrique L**. Planejamento, Programação e Controle da Produção**: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2ª Edição. São Paulo-SP. Editora Atlas, 2009. 190 pág.

MARTINS, Petrônio G. e LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2ª Edição: São Paulo-SP: Editora Saraiva, 2005. 562 pág.

MAXIMIANO, Antonio César Amaru. **Introdução à Administração**: 6ª Edição. São Paulo-SP: Editora Atlas, 2004. 434 pág

MENDES JR, Ricardo; VARGAS, Carlos Luciano; COELHO, Renato de Q. e HEINECK, Luiz Fernando. Artigo. Disponível em:<<http://www.cesec.ufpr.br/docente/mendesjr/lob/introd.htm>> Acesso em: Abril/2016.**GUT ESSE NÃO TEM NOME DO ARTIGO**

SANTOS, Javier; WYSK, Ricardo A. e TORRES, José M. **Otimizando a Produção com a Metodologia Lean.** São Paulo-SP: Editora Leopoldo, 2009. 267 pág.

SILVA, Reinaldo Oliveira. **Teorias da Administração**. São Paulo-SP: 5ª Edição. Pioneira Thomson Learning, 2005. 523 pág.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart e JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo-SP: 3ª Edição. Editora Atlas, S.A., 2009; 703 pág.

TERRY, George. **Administração CIP Curso de Instrução Programada**. 1ª Edição. São Paulo-SP: Editora Brasiliense, 1977. Volume 1. 159 pág.

WILKER, Bráulio. Artigo. **Gerenciamento da capacidade de produção**. Agosto 2011. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/producao-academica/gerenciamento-da-capacidade-de-producao/4337/>>. Acesso em abril/2016.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: operações industriais ede serviços.** Curitiba : UnicenP, 2007. 750 pág.

CORRêA, Henrique L.; CORRêA, Carlos A.. **Administração de Produção e Operação: Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 690 pág.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações.** 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002. 598 pág. José Carlos Barbosa dos Santos.

HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L**.. A Ciência da Fábrica.** 3. ed. São Paulo: Bookman, 2013. 692 pág. Paulo Noberto Migliavacca.

MOREIRA, Daniel A.. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Thomson, 2006. 619 pág.