

ESTUDO DA CAPACIDADE PRODUTIVA ATRAVES DA IMPLANTAÇÃO DA CRONOANÁLISE A FIM DE OTIMIZAR O PROCESSO EM UMA EMPRESA DE COSMÉTICOS

Bárbara Tosta Urzedo¹

barbaratostaurzedo@hotmail.com

Guilherme Queiroz Carvelo²

guilherme.carvelo@hotmail.com

Jéssica Rosa Venâncio da Cunha³

jeh.cunha@hotmail.com

Wagner Cardoso⁴

wagner.cardoso@uniube.br

RESUMO

A concorrência dos mercados faz com que as empresas busquem melhorias no processo a fim de otimizar a produção para minimizar os custos e maximizar os lucros. Para isso, são diversas as estratégias utilizadas e, com consumidores cada vez mais exigentes, as empresas investem em estudos e análises que possam ajudar a atingir o objetivo esperado. O trabalho teve como objetivo realizar o estudo de tempos para determinação da capacidade produtiva de uma empresa de cosméticos. Nesse sentido, foi possível a comparação da capacidade atual com a encontrada no estudo. A cronoanálise foi uma ferramenta utilizada para conhecer detalhadamente cada etapa do processo e para mensurar o tempo padrão. Foi importante para a realização do trabalho, montar o fluxograma do processo, desmembrando as operações em etapas para melhor cronometragem dos tempos. Com isso, descobriu-se a etapa que restringia o processo, que segundo a teoria das restrições dita a capacidade produtiva. Os resultados do estudo geram oportunidade para o aumento da produtividade e dados importantes para trabalhos futuros que influenciará diretamente no planejamento da empresa.

Palavras-Chaves: Cronoanálise; Gargalo; Capacidade Produtiva.

¹Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade de Uberaba

²Graduando em Engenharia de Produção na Universidade de Uberaba

³Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade de Uberaba

⁴Orientador da Universidade de Uberaba, graduado em Engenharia de Produção e Mestre em Engenharia de Produção

STUDY OF PRODUCTIVE CAPACITY THROUGH THE IMPLEMENTATION OF CHRONOANALYSIS IN ORDER TO OPTIMIZE THE PROCESS IN A COSMETICS COMPANY

ABSTRACT

Market competition drives companies to seek process improvements to optimize production to minimize costs and maximize profits. For this, the strategies used are diverse and, with consumers increasingly demanding, companies invest in studies and analyzes that can help achieve the expected goal. The objective of this study was to study time to determine the productive capacity of a cosmetics company. In this sense, it was possible to compare the current capacity with that found in the study. The chronoanalysis was a tool used to know in detail each step of the process and to measure the standard time. It was important to carry out the work, to assemble the process flow diagram, dismembering the operations in steps for better timekeeping. With this, the stage was discovered that restricted the process, that according to the theory of the restrictions dictates the productive capacity. The study results provide opportunity for increased productivity and important data for future work that will directly influence the planning of the company.

Keywords: Cronoanalysis; Bottleneck; Productive Capacity.

1. INTRODUÇÃO

No século atual, a competitividade por mercados faz com que as indústrias de manufatura busquem o melhor desempenho de seus processos para obterem vantagem competitiva e sobrevivência global, seja ela com redução de custos, aumento de produtividade, agregação de valor ao produto ou estratégias específicas a depender de seu setor de atuação.

De acordo com Contador (2010) produtividade é a capacidade de manufaturar ou é o aprendizado em que se fornece a produção. Moreira (2008) constata que as estratégias e procedimentos referentes a otimização da capacidade de produzir com rendimento, consegue e deve operar como um sinal para assessorar no

reconhecimento de qualquer circunstância contemporânea, como para conduzir os resultados de transição nas práticas administrativas e no dia a dia de trabalho.

Com consumidores cada vez mais exigentes, as empresas se veem no dever de otimizar seus processos produtivos. Planejamento de capacidade produtiva, previsão de demanda e monitoramento das perdas de produção são tarefas necessárias á qualquer empresa que procure se estabelecer no mercado.

O presente projeto foi idealizado em uma empresa de cosméticos, que atua com produção de shampoos, condicionadores, cremes hidratantes e desodorantes. Diante do cenário, foi escolhido realizar o estudo de tempo, a fim de determinar a capacidade produtiva da linha de produção que fabrica o produto mais vendido da empresa (carro chefe).

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é utilizar a ferramenta da cronoanálise a fim de definir um tempo padrão de uma linha de produção, onde o produto carro chefe da empresa é produzido e propor soluções para as deficiências existentes. Já os objetivos específicos incluem a determinação da capacidade produtiva e do gargalo do processo, análise do fluxo de produção e ainda propostas de melhorias para projetos futuros.

Para Barnes (1977) estudo de tempos e métodos tem como objetivo desenvolver e padronizar o sistema e o método escolhido, determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica e orientar o treinamento de trabalho no método perfeito.

Com isso, o problema desta pesquisa se resume à questão: A partir da cronoanálise, como a determinação da capacidade produtiva afetará o planejamento e controle da produção?

2. ESTUDO DE TEMPOS

2.1. Histórico da administração da produção

No século XVIII, na Inglaterra, desenvolve-se uma nova economia baseada no surgimento de fabricas e invenções, como a máquina a vapor de James Watt em 1764. O surgimento da máquina a vapor fez com que a produção aumentasse e

consequentemente gerasse maior lucratividade e menor custo devido à redução do número de trabalhadores utilizados.

“Esse avanço envolveu dois elementos principais: a difundida substituição da força humana e da água pela forma mecanizada e o estabelecimento do sistema fabril” (GAITHER; FRAZIER, 2002, p. 7). Este marco histórico, caracterizado pela Revolução Industrial, se reestabeleceu como fato gerador da administração em razão dos avanços nas tecnologias e sistemas de produção fabril (PEINADO; GRAEML, 2007).

A partir dessas mudanças, no século XIX, Frederick W. Taylor, considerado hoje o pai da Administração Científica, introduz o conceito de produtividade e apresenta uma abordagem sistêmica a manufatura. Taylor “tratava a administração como ciência baseada na observação, medição, análise e aprimoramento dos métodos de trabalhos” (QUELHAS et al. 2008, p. 1).

Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que “administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços”.

Boff (2013) relata que no início do século XX, Henry Ford cria a linha de montagem em movimento para fabricação de automóvel Ford e manifesta-se o conceito de produção em massa, caracterizada por grandes volumes de produtos extremamente padronizados.

Mabert (2007) citou que Henry Ford aplicou a matemática para estabelecer tamanhos de lote de fabricação.

Ainda no século XX, “um núcleo de engenheiros, executivos comerciais, consultores, educadores e pesquisadores desenvolveram os métodos e a filosofia denominada administração científica” (GAITHER; FRAZIER, 2002 p. 8).

Ainda segundo GAITHER; FRAZIER (2002), os trabalhos de Taylor abriram caminhos para outros cientistas, como Frank Gilbreth, que desenvolveu os estudos de movimentos e tempos, e Henry Gantt, que introduziu um método de programação de produção com bases em cálculos e gráficos.

Segundo Oliveira (2009) nesse contexto surgiu o estudo dos tempos e movimentos que deu origem a cronoanálise, determinada em conhecer detalhadamente cada parte do processo, evitando fadigas e tempos ociosos em máquinas e operadores, e detectando pontos falhos a serem melhorados.

Por isso, o estudo de tempos é essencial para redução de movimentos desnecessários, com análises que propõem métodos adequados e racionais, e avaliação de processos de produção. E a partir disso, as empresas buscam melhorias no processo atendendo as suas necessidades a fim de otimizar o processo para maior qualidade e menor custo.

Segundo Barnes (1977) Taylor ao trabalhar na Bethlehem Steet Works, buscou métodos de aprimoramento das técnicas empregadas pela empresa para realizar estudos de otimização da movimentação de materiais e da minimização de recursos disponíveis. Nesse contexto houve a racionalização do trabalho operário, pois o mesmo estava sendo executado de forma mais econômica eliminando tempos desnecessários.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), estudo de tempos é a cronometragem do tempo necessário para a execução de atividade estabelecida. A cronoanálise é empregada nas empresas para mensurar o tempo padrão de cada etapa do processo.

Segundo Sugai (2003), a cronoanálise surgiu com os estudos de Frederick Taylor, que destacou a divisão de operações em um processo de produção, e a real capacidade do operador, e de Frank Gilbreth que salientou a parte de movimentos englobando aspectos ligados à fadiga, economia de movimentos desnecessários, criando tabela de movimentos com seus respectivos valores e símbolos.

Nesta época já se pensava que a fadiga afetava a produtividade. Antes segundo Toledo Junior (2004), o que determinava a capacidade do operador para determinada tarefa era sua experiência anterior, onde essa experiência podia ser aproveitada ou não. Depois já eram analisadas as qualidades, aptidões ou habilidades do operador, o partir de treinamentos e seleções.

2.2. Fluxograma do processo

Para análise do fluxo do processo, é comum utilizar o fluxograma para um melhor entendimento, Francischini (2010) afirma que o apontamento dos fluxogramas tende à melhoria como, por exemplo, em transporte de materiais em

meio a atividade e outra, ou dos tempos de cada operação, descobrindo seguimentos das atividades atingidas em certo procedimento.

Nessa perspectiva, Peinado e Graeml (2007) salienta a simbologia do fluxograma de processos empregados para processos industriais:

○ Operação: Sucede quando transforma um determinado elemento em alguma de suas propriedades físicas ou químicas.

⇒ Transporte: Sucede quando um elemento ou matéria-prima é conduzido de um local para outro.

□ Inspeção: Sucede quando um elemento ou matéria-prima é testado para seu reconhecimento, quantia ou chance de qualidade.

D Espera: Sucede quando um elemento ou matéria-prima mantém esperando preparação ou seguimento.

▽ Estoque: Sucede quando um elemento ou matéria-prima é conservado em um local protegido na forma de armazenamento.

2.3. Definição de estudo de tempos

Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 259) afirma que:

O 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 especializadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho.

Com isso, o estudo de tempos deve ser visto como um mecanismo para contribuir na percepção de impasses e na otimização do desempenho dos funcionários no sistema de produção.

Nesse sentido, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o estudo de tempos, ou medição do trabalho, trata-se da aplicação de técnicas estabelecidas para determinar o tempo necessário em que um trabalhador qualificado e especificado venha realizar a tarefa em um nível definido de desempenho. Assim, Razmi e Shakhs-Niykee (2008) afirmam que para a melhoria do estudo há técnicas

para classificar as operações necessárias para executar uma determinada tarefa, atribuindo padrões de tempo para estas atividades.

Esclarece Toledo Junior (2004) que apenas o tempo padrão eremítico não surge resultado, pois é uma ação mecânica onde o cronometrista, seguindo uma norma de execução, determina um tempo de produção em uma folha de papel que, sendo apenas armazenado, não trará nenhum privilégio.

Conforme Cruz (2008), o tempo-padrão possibilita a pesquisa da capacidade produtiva de um processo considerando todos os aspectos que têm impacto no tempo necessário para a fabricação de um produto. Ele está inserido nos princípios e conceitos da administração científica, visando ao aumento dos níveis de produtividade a partir da racionalização do trabalho.

Oliveira (2009) considera a cronoanálise como o método utilizado para cronometrar e realizar análises do tempo que um operador leva para realizar uma tarefa no fluxo produtivo, permitindo um tempo de tolerância para as necessidades fisiológicas, possíveis quebras de maquinários, entre outras.

Para o estudo de tempos, tanto o método da cronoanálise quanto a amostragem do trabalho são procedimentos de diagnóstico direto que atinge o mesmo propósito, a determinação do tempo padrão e da capacidade produtiva.

Segundo Mazzarolo (2008) “Depois de cronometrados os tempos, algumas medições irão apresentar valores fora do contexto normal da atividade executada, muitas vezes, por uma queda de equipamento, interferência externa, etc”. Esses valores têm que ser retirados da análise através de uma observação entre os tempos maiores e os tempos menores para analisar sua discrepância. É importante observar quais fatores estão influenciando para ocorrer irregularidades no processo, as condições de trabalho devem ser próximas ao método padrão de trabalho, pois maquinário desregulados e componentes sem condições de uso para se obter tempos normais não têm nenhum valor prático para o método.

2.3.1 – Fator de ritmo

A definição do fator de ritmo é uma das etapas mais relevantes e árduas do estudo de tempo, pois o observador precisa avaliar a velocidade do operador enquanto estiver analisando.

Slack, Chambers e Johnston (2009) definem a avaliação do ritmo dos tempos como um processo de análise da velocidade de trabalho realizado pelo operador, considerando um desempenho padrão. O observador leva em consideração um ou mais fatores considerados importantes na realização da tarefa, como a velocidade de movimento, esforço, destreza e consistência.

Para avaliar o ritmo, Barnes (1977) define várias técnicas a serem aplicadas:

- Avaliação do ritmo através da habilidade e do esforço: esta análise fundamenta-se em estudos de tempos e os padrões conclusivos. Abrange a observação da habilidade e do esforço do operador utilizando uma tabela de tolerância para fadigas.

- Sistema Westinghouse: É uma estratégia para avaliar a eficiência do operador considerando quatro fatores: habilidade, esforço, condições e estabilidade.

- Avaliação sintética do ritmo: É um recurso para classificar a velocidade do colaborador relacionando com os valores da tabela de tempos. Logo, é necessário comparar o resultado com o maior valor sucinto para o componente correspondente.

- Avaliação objetiva do ritmo: A princípio é analisada a velocidade do colaborador em relação a um padrão de velocidade única, que não importa a complexidade da operação. Neste passo, o analista leva em consideração a velocidade do movimento, desconsiderando a operação em um todo.

- Desempenho de ritmo: É o conjunto de avaliação que conceitua a velocidade do operador, o ritmo e o tempo em um único termo, definidos em porcentagem, ou em outras unidades. Calcula a velocidade do colaborador ou o ritmo, associado ao ritmo normal.

O quadro 1 a seguir relata as faixas de eficiência.

HABILIDADE	ESFORÇO
<p>FRACA Não adaptado ao trabalho, comete erros e seus movimentos são inseguros.</p> <p>REGULAR Adaptado relativamente ao trabalho comete menos erros e seus movimentos são quase inseguros</p> <p>NORMAL Trabalha com uma exatidão satisfatória, o ritmo se mantém razoavelmente constante</p> <p>BOA Tem confiança em si mesmo, ritmo constante, com raras hesitações.</p> <p>EXCELENTE Precisão nos movimentos, nenhuma hesitação e ausência de erros.</p> <p>SUPERIOR Movimentos sempre iguais, mecânicos, comparáveis ao de uma máquina.</p>	<p>FRACO Falta de interesse ao trabalho e utiliza métodos inadequados.</p> <p>REGULAR As mesmas tendências, porém com menos intensidades.</p> <p>NORMAL Trabalha com constância e se esforça satisfatoriamente.</p> <p>BOM Trabalha com constância e confiança, muito pouco ou nenhum tempo perdido.</p> <p>EXCELENTE Trabalha com rapidez e com movimentos precisos.</p> <p>EXCESSIVO Se lança numa marcha impossível de manter. Não serve para estudos de tempos.</p>

Figura 01: Faixas de eficiência

Fonte: Toledo Junior; Kiratomi, 1977, p. 73.

O quadro 1 são as informações para a análise do ritmo de cada colaborador, referente à habilidade e o esforço executado na realização das tarefas.

2.3.2. Determinação das tolerâncias

Há necessidade de considerar durante as observações, os diversos tipos de fatores de tolerância que consome uma pequena parte do tempo de realização da operação. Segundo Peinado e Graeml (2007) esses fatores podem ser:

- Para os colaboradores que trabalham oito horas por dia, é essencial a tolerância de 10 a 24 minutos para atender as necessidades pessoais;
- Em uma etapa de trabalho de oito horas por dia há tolerância que dissipa de 72 a 96 minutos para alívio da fadiga.
- Em relação ao intervalo para o trabalho ou aguardo de material para realizar a tarefa, é viável mensurar a partir de análises particulares.

É capaz de descobrir o fator de tolerância a partir da Equação 1, de acordo com Peinado e Graeml (2007 p.103).

$$FT = 1 / 1 - p \quad [1]$$

Onde:

FT= Fator de tolerância

P= tempo de intervalo dado dividido pelo tempo de trabalho.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), é introduzido o fator de tolerância ao tempo normal do processo em um intervalo de tempo em que a produção esteja parada. É impossível aguardar que um funcionário trabalhe o expediente inteiro sem intervalos. Nesse sentido, é importante ter uma previsão destes intervalos para evitar fadiga no trabalho, proveniente não só do trabalho realizado, mas também das condições de ambiente do local de trabalho.

2.4. Etapas de desenvolvimento de estudo de tempo

A cronometragem é uma das ferramentas utilizadas para medir o tempo de trabalho, para que sejam estipulados padrões para a produção. As etapas a serem desenvolvidas para a determinação do tempo padrão de uma operação, segundo Cardoso (2018) são as seguintes:

- Consiga e anote informações a respeito do processo e do funcionário que serão analisados;
- Decomponha o processo em elementos e descreva seus procedimentos;
- Cronometre o período utilizado pelo funcionário;
- Descubra o número de ciclos a ser cronometrado;
- Meça o ritmo do funcionário;
- Confira se foi anotado o tempo do procedimento uma quantidade satisfatória de ciclos;
- Descubra as tolerâncias;
- Encontre o tempo-padrão para o processo.

2.4.1. Número de ciclos a ser cronometrado

De acordo com Cardoso (2018) 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 Equação 2 de Cardoso (2018, p.20):

$$N' = \left(\frac{40 \cdot \sqrt{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 [2]$$

A seguir o quadro 01 traz os significados dos símbolos da equação 2.

Quadro 01: Símbolos da fórmula

Símbolo	Significado
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
$\sum X$	Somatória das leituras

Fonte: Cardoso (2018, p.20)

3. CAPACIDADE PRODUTIVA

3.1. Definições de capacidade produtiva

Slack, Chambers e Johnston (2009), o nível máximo de atividade de valor adicionado que pode ser conseguida em condições normais de operação durante determinado período de tempo é a capacidade produtiva de uma operação.

Corrêa e Corrêa (2005) explicam que as decisões da capacidade envolvem grandes somas de capital investido, e precisam ser tomadas com antecedência. Expõe ainda a capacidade produtiva, como sendo o volume máximo potencial de tarefas de agregação de valor que pode ser atingido por uma unidade de produção perante, circunstâncias normais de operação.

Para Davis, Aquilano e Chase (1999) se a capacidade é inadequada, uma empresa pode perder clientes pela lentidão no serviço ou por permitir que

competidores entrem no mercado. Se a capacidade é excessiva, uma empresa pode ter que reduzir seus preços para estimular a demanda, subutilizar sua força de trabalho, produzir estoque em excesso ou buscar produtos adicionais e menos lucrativos para continuar no negócio.

Para Boff (2013) a capacidade produtiva de uma organização determina seus limites competitivos posto que represente o volume máximo de produção que esta unidade produtiva pode chegar. Por esta razão, é fundamental prever a capacidade de satisfazer a demanda de mercado atual e futura e procurar um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda para a geração de resultados positivos.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) para se permanecer competitiva no mercado e atender sua demanda de forma propícia, e mantendo os clientes satisfeitos, é necessário obter a capacidade produtiva de todos os setores da empresa, posto que há uma ligação entre eles. De nada adianta a empresa ter um setor atuando com sucesso se no próximo posto de trabalho existe um que não consegue produzir a tempo, gerando atrasos em todos os processos seguintes. Cada setor deve controlar suas atividades de forma satisfatória a todos no final do processo, a fim de atender a demanda e contribuir para a redução de custos nos processos.

Boff (2013) relata que a capacidade define seu potencial de execução de atividades produtivas. E é função de uma unidade de produção atender sua demanda de clientes e é função do gestor garantir que a unidade tenha a capacidade necessária e suficiente para atender o mercado consumidor.

Um dos objetivos do planejamento é a garantia da qualidade dos produtos que pode diminuir devido à falta de mão de obra qualificada e bem treinada para execução das tarefas, podendo ocasionar falhas e redução da capacidade. Já o controle da capacidade é o atendimento ao cliente que será melhor, pois a previsão dos lotes de produção poderá ser calculada de acordo com essa capacidade, sabendo quanto tempo será necessário e quando o produto estará pronto para o cliente (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009).

De acordo com Peinado e Graeml (2007, p 243) a capacidade produtiva se subdivide em:

1 - Capacidade instalada: é a capacidade máxima produzida trabalhando ininterruptamente sem considerada as perdas.

2 - Capacidade disponível: é a quantidade produzida durante uma jornada de trabalho sem considerar as perdas.

3 - Capacidade efetiva: é quando são subtraídas da Capacidade Disponível as perdas planejadas.

4- Capacidade Realizada: é resultante da subtração das perdas não planejadas da capacidade efetiva. Podemos chamar de capacidade real.

3.2. Medir a capacidade

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) a complexidade dos processos produtivos é o principal problema da medição da capacidade. Quando a produção é altamente padronizada e repetitiva é fácil definir a capacidade sem ambiguidade. Já quando há uma gama muito ampla de produtos, apresenta demanda variáveis para o processo as medidas de volume de produção são menos úteis.

Hopp e Spearman (2001, apud GILSA, 2012, p.808) nos mostram os seguintes pressupostos sobre o gerenciamento da capacidade produtiva em sistemas:

- I) Uma linha de fluxo desequilibrada com um gargalo conhecido é mais fácil de administrar e demonstra um comportamento logístico melhor quando comparado com uma linha em equilíbrio, onde os tempos de processamento das operações são semelhantes;
- II) A capacidade está geralmente disponível apenas em tamanhos incrementais pré-determinados, ou seja, podemos comprar um ou dois recursos, mas não um e meio e pode ser impossível ajustar a capacidade de determinada operação com a meta de produção;
- III) O custo da capacidade, geralmente, não é o mesmo em cada estação de trabalho e é mais barato manter capacidade em excesso em algumas estações do que em outras.

Segundo Moreira (2008, p.149), “capacidade é a quantidade máxima de produtos e serviços que podem ser produzidos numa unidade produtiva, num dado intervalo de tempo”.

Segundo Peinado e Graeml (2007) a “capacidade de produção é o tempo de trabalho dividido pelo tempo necessário para produzir uma peça na linha de

produção”. Sendo assim é possível compreender os limites da unidade de produtiva e determinar um posicionamento estratégico com o intuito de manter a produção e a demanda sempre alinhadas e atender as necessidades do mercado a fim de evitar estoques desnecessários.

A capacidade de um processo é a medida de sua variabilidade em relação ao padrão estabelecido. Um processo é capaz quando os resultados do processo estão dentro desse limite, se não, diz-se então que o processo é incapaz.

3.3. Estratégias da capacidade produtiva

Corrêa e Corrêa (2005, apud LACERDA, 2009, P.2) explicam que as decisões da capacidade produtiva têm impacto estratégico importante, pelo envolvimento com grandes somas de capital investido, precisam ser tomadas com antecedência e se for equivocada tem impacto direto no desempenho operacional da unidade produtiva. Ele define a capacidade produtiva, como o volume máximo potencial de atividade de agregação de valor que pode ser atingido por uma unidade produtiva sob condições normais de operação.

Tais decisões “...têm um impacto potencial sobre a habilidade da empresa em atender a demanda futura, pois a capacidade planejada dá o limite de atendimento possível” (MOREIRA, 2008, p. 140).

Conforme Moreira (2008) se há produtos diferentes as necessidades e recursos são diferentes para as diversas combinações. Logo, quando muda a composição dos produtos, como resultado, muda a capacidade em termos de unidades.

Para a determinação da necessidade de equipamentos, segue o trecho de Moreira (2008, p. 146):

É preciso que se analise cada um dos itens que serão produzidos e as operações envolvidas. Estima-se então o tempo de processamento t (em minutos, por exemplo) para cada operação. Como os equipamentos não operam durante todo o tempo, devido a paradas inevitáveis para preparação para as operações, a manutenção e as provisões para falhas, deve-se estima a eficiência e da operação, ou seja, a fração do tempo em que se espera que o equipamento esteja operando.

Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), a capacidade produtiva é afetada por fatores internos como: projeto de produto e serviço pessoal e empregos; layout de planta e fluxo de processos, capacidades e manutenção de equipamentos, administração de materiais, sistemas de controle de qualidade; capacidades de administração. E externos como legislação governamental (horas de trabalho, segurança, poluição); acordos com sindicatos; capacidades do fornecedor.

No contexto, também se remete a um maior nível da capacidade de produção exigir menor nível de estoque, e viceversa, o que caracteriza um trade-off (KLASSEN; MENOR, 2007; SANDRINI; MESQUITA, 2008).

3.4. Teorias das restrições em estudos da capacidade

A Teoria das Restrições (TOC) foi criada pelo Físico israelense Eliyahu M. Goldratt. Goldratt introduziu em 1984 a Teoria das Restrições ao publicar o livro A Meta.

A TOC exibe como alternativa para prática de melhorias no sistema, controlar de forma simplificada os custos e direcionar a organização para o seu caminho, a meta, que é o lucro. (GOLDRATT e COX, 1997).

Segundo Goldratt, o que determina a resistência, “a força” de uma corrente, é seu elo fraco. Este elo fraco restringe o melhor desempenho de todo o processo. Essa restrição ou gargalo é que deve ser seguidamente trabalhada. Eliminada a primeira restrição, outras restrições, outros elos fracos da corrente, irão surgir num contínuo aperfeiçoamento e fortalecimento do processo produtivo empresarial.

A restrição de capacidade é o gargalo do sistema, que é indicado como sendo o método cuja capacidade disponível é menor do que a capacidade necessária para atender a demanda, num determinado período de tempo (ANTUNES, 1998 apud GILSA, 2012, pag. 807).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), para que um sistema produtivo opere de forma eficiente, todas as operações do processo devem ter a mesma capacidade. Entretanto, caso sejam diferentes, a capacidade total será definida pela operação mais lenta.

3.5. Inter-relação de estudo de tempo e capacidade produtiva

Para Costa (2008), o estudo de tempos e movimentos objetiva a determinação da capacidade produtiva de um setor ou de uma linha de produção. Desta forma, é possível a comparação com a capacidade real, gerando informações para tomada de decisões.

4. ESTUDO DE CASO

O Estudo de caso baseia-se nas observações feitas durante a utilização da metodologia do estudo de tempo e de entrevistas informais mantidas com os colaboradores durante as coletas de informações em uma indústria de cosméticos localizada na cidade de Uberaba-Mg. Para o desenvolvimento deste estudo, foi adotada a coleta de dados, utilizando um cronômetro, prancheta e a folha de observação para anotação, totalizando 30 dias na fábrica.

Para o estudo foi definido a cronometragem do processo produtivo, desde a rotulação dos potes, que já chegam prontos para serem rotulados, até o encaixotamento e expedição do mesmo, de uma linha de produção na qual produz o carro chefe da empresa, ou seja, o mais vendido.

4.1. Caracterização da empresa

Para a realização do estudo foi escolhida uma empresa de médio porte do setor de cosmético situada na cidade de Uberaba, Minas Gerais. Atualmente o seu quadro de funcionários é de aproximadamente 300 colaboradores e produz diversos tipos de produtos, como por exemplo, hidratante corporal, desodorante rollon, cremes de tratamento para cabelo, shampoo e condicionador em 14 linhas de produção.

Neste estudo, considerou-se o carro chefe da empresa, creme de tratamento capilar, programado por lotes de em média 3000 kg em uma linha de produção, sendo expedida em caixas, contendo seis unidades cada. O processo deste produto é composto por quatro etapas, sendo elas, formulação das matérias-primas, rotulação das embalagens, envase e expedição.

A empresa está presente em todo o território nacional e exporta para mais de 40 países, principalmente para América Latina e países Árabes, em média por dia a empresa expede 230 mil produtos para a logística.

4.2. Fluxograma do processo

A seguir a figura 02 traz o fluxograma do processo produtivo da indústria de cosméticos.

Operação	Distância	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1		●	⇒	□	D	▽	Pegar a caixa com os potes e abri-la
2		●	⇒	□	D	▽	Abastecer com os potes, a esteira da máquina de rotular
3		●	⇒	□	D	▽	Rotular
4	2,3 m	○	⇒	□	D	▽	Esteira transportando até a gaiola
5		○	⇒	□	D	▽	Armazenagem até reunir 992 potes
6	33 m	○	⇒	□	D	▽	Gaiola transportando até o envase
7		●	⇒	□	D	▽	Abastecer com os potes rotulados, a esteira da máquina de envasar
8		●	⇒	□	D	▽	Envasar
9	1,8 m	○	⇒	□	D	▽	Esteira até tampadeira
10		●	⇒	□	D	▽	Tampar
11		●	⇒	□	D	▽	Rosquear
12	23,4 m	○	⇒	□	D	▽	Esteira transportando até o setor de encaixotamento
13		●	⇒	□	D	▽	Encaixotar
14	8,8 m	○	⇒	□	D	▽	Esteira transportando até a máquina de lacrar
15		●	⇒	□	D	▽	Lacrar
16	5,6 m	○	⇒	□	D	▽	Esteira transportando até a montagem de pallet
17		●	⇒	□	D	▽	Montar pallet

Figura 02: Fluxograma do processo produtivo da indústria de cosméticos
Fonte: Autores (2018)

A seguir a figura 03 traz o esquema do processo produtivo da indústria de cosmético.

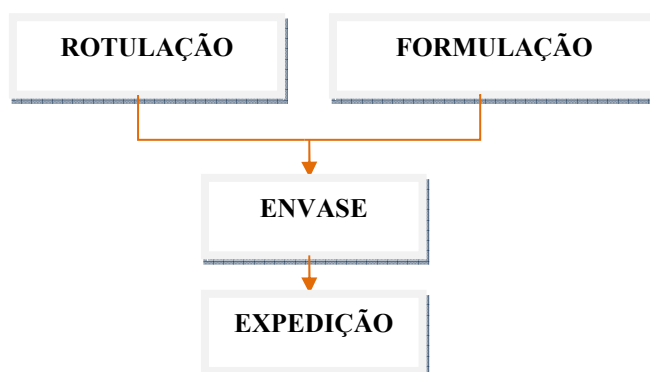


Figura 03: Esquema do processo produtivo da indústria de cosmético.
Fonte: Autores (2018).

4.4. Estudo de tempos

Para efetuar o estudo de tempos na empresa, dividiu-se as operações em elementos e registou-se uma descrição completa do método, conforme mostrados anteriormente na figura 02.

Posteriormente, registrou-se 10 tempos de todos os elementos do processo, e elevou-se ao quadrado.

A seguir a tabela 01 traz os tempos cronometrados e seus resultados elevados ao quadrado do elemento: pegar e abrir caixa, da rotulação.

Tabela 01: Tempos cronometrados para achar N'.

Operação: ROTULAÇÃO	
Elemento: Pegar e abrir caixa	
Leituras individuais (segundos)	Quadrado das leituras individuais
X	X ²
2,00	4,00
1,66	2,76
1,57	2,47
2,31	5,34
1,46	2,13
1,20	1,44
1,27	1,62
2,06	4,24
1,64	2,69
1,82	3,30
16,992	29,99

Fonte: Autores (2018).

Utilizou-se então a formula [2] para descobrir o número de ciclos a serem cronometrados.

$$N' = \left(\frac{40 \cdot \sqrt{10 \cdot 29,99 - (16,99)^2}}{16,99} \right)^2 = \left(\frac{40 \cdot \sqrt{299,9 - 288,66}}{16,99} \right)^2 \Rightarrow N' \cong 62 \text{ Observações}$$

A seguir o quadro 02 traz o N' de todas as etapas do processo, seguindo o mesmo raciocínio.

Quadro 02: N' das etapas do processo.

Operação	Elemento	N'
Formulação	Formular	7
	Análise no laboratório	13
Rotulação	Pegar caixa e abrir	62
	Abastecer esteira	17
	Rotular	14
	Esteira transportando para gaiola	8
	Encher gaiola	9
	Gaiola levada até máquina de envase	16
Envase	Abastecer esteira	25
	Envasar	4
	Esteira até tampadeira	4
	Tampar	7
	Rosquear	6
	Esteira Transporte	1
	Encaixotar	22
Expedição	Lacrar	7
	Esteira até montagem de pallet	10
	Montagem Pallet	24

Fonte: Autores (2018).

Então, cronometrou-se cada etapa do processo o número de vezes encontradas no N', para preencher assim, a folha de observações.

A seguir a tabela 02 traz a folha de observações da formulação.

Tabela 02: Folha de observações da formulação.

FOLHA DE OBSERVAÇÕES DATA: 20/04/2018							TEMPO TOTAL	Nº DE OBSERVAÇÕES	TEMPO MÍNIMO	TEMPO MÉDIO	AVALIAÇÃO DO RITMO	TEMPO NORMAL
OPERAÇÃO: FORMULAÇÃO												
Nº	ELEMENTOS	1	2	3	4	5						
1	Formular	2,79	3,53	2,98	2,83	3,2	21,33	7	2,79	3,05	100%	3,05
		3,09	2,91									
2	Análise no laboratório	0,83	0,58	0,7	0,79	0,58	9,29	13	0,58	0,71	95%	0,67
		0,75	0,67	0,71	0,75	0,84						
		0,63	0,82	0,64								
(A) TEMPO NORMAL TOTAL, EM SEGUNDOS											3,72	
(B) TOLERÂNCIAS (PESSOAL= 0%) + (FADIGA= 18,29%) + (MÁQUINA = 0,3%)											0,69	
(C) TEMPO PADRAO TOTAL, EM SEGUNDOS POR CAIXA (A + B = C)											4,41	
(D) PRODUÇÃO HORÁRIA EM CAIXAS											1.180,33	

Fonte: Autores (2018).

Onde:

- TEMPO TOTAL: é a soma de todos os tempos cronometrados da etapa.
- Nº DE OBSERVAÇÕES: é a quantidade de tempos cronometrados, descoberta em N'.
- TEMPO MÍNIMO: é o menor tempo cronometrado.
- TEMPO MÉDIO: é a média dos tempos cronometrados.
- AVALIAÇÃO DO RITMO: utilizou-se a avaliação objetiva do ritmo, analisando a velocidade do colaborador em relação a um tempo padrão.
- TEMPO NORMAL: O fator de ritmo foi aplicado ao tempo médio para fornecer o tempo normal. Sendo que as etapas automatizadas tinham o ritmo de 100%, e as manuais, eram comparadas a um tempo padrão.

Na etapa análise no laboratório, o tempo normal foi 0,71 vezes 95%, já que o operador estava mantendo 95% do ritmo, obtendo-se assim 0,67 segundos por caixa.

- (A): é a soma do tempo normal de todas as etapas da folha de observações.

- (B): é a soma das tolerâncias, sendo a pessoal 0%, pois o operador da máquina substitui o operador da etapa, caso necessário. De acordo com a teoria, deve-se considerar 96 minutos para alívio da fadiga, então em uma jornada de 8 horas e 45 minutos, 96 minutos equivalem a 18,29%. E por último 0,3% tolerância de máquinas, utilizando-se a porcentagem do tempo de parada na formulação de 2,44 horas nos últimos 5 meses, dado histórico da empresa.

- (C): é a soma das tolerâncias ao tempo normal, contabilizando o tempo total de formulação por caixa de 6 unidades.

- (D): é o número de caixas formuladas por hora, sendo que segundo a teoria das restrições, é 3.600 segundos dividido pelo tempo da etapa mais lenta, que na operação formulação é 3,05 segundos.

Obteve-se a capacidade de 1.180,33 caixas por hora na operação formulação.

Abaixo a tabela 03 traz a folha de observações da rotulação. As únicas alterações comparadas a tabela 02 foram:

- TEMPO NORMAL: Na etapa pegar caixa e abrir, o tempo normal foi 1,48 vezes 96%, já que o operador estava mantendo 96% do ritmo, obtendo-se assim 1,42 segundos por caixa.

Na etapa gaiola levada até máquina de envase, o tempo normal foi 0,19 vezes 94%, já que o operador estava mantendo 94% do ritmo, obtendo-se assim 0,18 segundos por caixa.

- (B): Tolerância pessoal 0%, fadiga 18,29%. E por último 1,98% tolerância de máquinas, utilizando-se a porcentagem do tempo de parada na rotulação de 16,3 horas nos últimos 5 meses.

- (D): É 3.600 segundos dividido pelo tempo da etapa mais lenta, que na operação rotulação é 4,19 segundos.

Obteve-se a capacidade de 859,19 caixas por hora na operação rotulação.

Tabela 03: Folha de observações da rotulação.

FOLHA DE OBSERVAÇÕES DATA: 20/04/2018							TEMPO TOTAL	Nº DE OBSERVAÇÕES	TEMPO MÍNIMO	TEMPO MÉDIO	AVALIAÇÃO DO RITMO	TEMPO NORMAL
OPERAÇÃO: ROTULAÇÃO												
Nº	ELEMENTOS	1	2	3	4	5						
1	Pegar caixa e abrir	1,45	1,39	1,81	1,34	1,86	92,42	62	1,22	1,48	96%	1,42
		1,47	1,53	1,32	1,46	1,59						
		1,65	1,40	1,43	1,38	1,37						
		1,30	1,22	1,55	1,39	1,69						
		1,83	1,63	1,66	1,66	1,42						
		1,44	1,40	1,42	1,31	1,26						
		1,27	1,47	1,39	1,44	1,35						
		1,33	1,39	1,71	1,48	1,51						
		1,39	1,62	1,59	1,49	1,37						
		1,48	1,41	1,44	1,44	1,54						
		1,32	1,45	1,59	1,53	1,49						
		1,62	1,56	1,61	1,51	2,09						
		1,46	1,44									
2	Abastecer esteira	3,53	2,31	2,84	2,28	3,19	46,12	17	2,22	2,71	100%	2,71
		2,68	3,33	2,22	2,72	2,74						
		2,64	2,47	2,91	2,28	2,56						
		3,12	2,30									
3	Rotular	2,83	2,39	2,43	2,96	3,07	39,06	14	2,39	2,79	100%	2,79
		2,68	3,45	2,66	3,09	2,74						
		2,60	2,65	2,68	2,83							
4	Encher Gaiola	3,33	2,82	2,97	2,75	3,29	27,62	9	2,75	3,07	100%	3,07
		3,04	3,40	3,18	2,84							
5	Esteira transportando para gaiola	4,39	4,61	4,20	4,22	4,05	33,51	8	3,81	4,19	100%	4,19
		3,81	4,08	4,14								
6	Gaiola levada até máquina de envase	0,21	0,19	0,21	0,21	0,22	3,11	16	0,17	0,19	94%	0,18
		0,19	0,18	0,21	0,19	0,17						
		0,18	0,19	0,21	0,17	0,21						
		0,17										
(A) TEMPO NORMAL TOTAL, EM SEGUNDOS											14,36	
(B) TOLERÂNCIAS (PESSOAL = 0%) + (FADIGA = 18,29%) + (MÁQUINA = 1,98%)											2,91	
(C) TEMPO PADRAO TOTAL, EM SEGUNDOS POR CAIXA (A + B = C)											17,27	
(D) PRODUÇÃO HORÁRIA EM CAIXAS											859,19	

Fonte: Autores (2018).

A seguir a tabela 04 traz a folha de observações do envase.

Tabela 04: Folha de observações do envase.

FOLHA DE OBSERVAÇÕES DATA: 20/04/2018 OPERAÇÃO: ENVASE						TEMPO TOTAL	Nº DE OBSERVAÇÕES	TEMPO MÍNIMO	TEMPO MÉDIO	AVALIAÇÃO DO RITMO	TEMPO NORMAL	
Nº	ELEMENTOS	1	2	3	4							5
1	Abastecer esteira	4,26	3,77	3,82	4,23	3,57	90,64	25	3,12	3,78	92%	3,48
		3,41	3,95	4,24	4,01	3,55						
		3,26	3,14	4,9	3,95	3,72						
		3,78	3,12	4,05	3,24	3,98						
		3,33	3,39	4,16	3,64	3,41						
2	Envasar	3,32	3,13	3,27	3,2		9,6	4	3,13	3,23	100%	3,23
3	Esteira até tampadeira	5,58	5,42	6,04	5,36		22,4	4	5,36	5,60	100%	5,60
4	Tampar	3,39	2,65	2,87	2,73	2,91	20,71	7	2,65	2,96	100%	2,96
		3,17	2,99									
5	Rosquear	3,66	3,98	4,07	3,69	4,12	23,37	6	3,66	3,90	100%	3,90
		3,85										
6	Esteira Transporte	6,12					6,12	1	6,12	6,12	100%	6,12
7	Encaixotar	7,98	7,09	6,91	8,34	7,32	163,48	22	6,41	7,43	98%	7,28
		7,29	7,71	7,57	6,41	7,23						
		7,63	6,82	8,02	6,88	8,37						
		8,17	8,02	7,41	6,95	7,01						
		7,05	7,3									
(A) TEMPO NORMAL TOTAL, EM SEGUNDOS											32,57	
(B) TOLERÂNCIAS (PESSOAL = 0%) + (FADIGA =18,29%) + (MÁQUINA = 2,37%)											6,73	
(C) TEMPO PADRAO TOTAL, EM SEGUNDOS POR CAIXA (A + B = C)											39,3	
(D) PRODUÇÃO HORÁRIA EM CAIXAS											494,51	

Fonte: Autores (2018).

As únicas alterações comparadas a tabela 02 foram:

- TEMPO NORMAL: Na etapa abastecer esteira, o tempo normal foi 3,78 vezes 92%, já que o operador estava mantendo 92% do ritmo, obtendo-se assim 3,48 segundos por caixa.

Na etapa encaixotar, o tempo normal foi 7,43 vezes 98%, já que o operador estava mantendo 98% do ritmo, obtendo-se assim 7,28 segundos por caixa.

- (B): Tolerância pessoal 0%, fadiga 18,29%. E por último 2,37% tolerância de máquinas, utilizando-se o a porcentagem do tempo de parada no envase de 19,5 horas nos últimos 5 meses.

- (D): É 3.600 segundos dividido pelo tempo da etapa mais lenta, que na operação envase é 7,28 segundos.

Obteve-se a capacidade de 494,51 caixas por hora na operação envase.

A seguir a tabela 05 traz a folha de observações da expedição.

Tabela 05: Folha de observações da expedição.

FOLHA DE OBSERVAÇÕES							TEMPO TOTAL	Nº DE OBSERVAÇÕES	TEMPO MÍNIMO	TEMPO MÉDIO	AVALIAÇÃO DO RITMO	TEMPO NORMAL
DATA: 20/04/2018												
OPERAÇÃO: EXPEDIÇÃO												
Nº	ELEMENTOS	1	2	3	4	5						
1	Lacrar	2,69	2,34	2,3	2,65	2,22	17,11	7	2,22	2,44	100%	2,44
		2,34	2,57									
2	Esteira até montagem de pallet	1,68	1,77	1,69	1,71	1,68	17,21	10	1,63	1,72	100%	1,72
		1,84	1,63	1,7	1,88	1,63						
3	Montagem Pallet	4,52	5,09	6,43	4,27	4,45	120,21	24	4,13	5,01	95%	4,76
		4,73	5,62	5,32	4,85	4,73						
		5,13	4,39	4,51	4,8	4,58						
		4,67	5,14	4,89	6,21	4,13						
		4,92	6,25	5,07	5,51							
(A) TEMPO NORMAL TOTAL, EM SEGUNDOS											8,92	
(B) TOLERÂNCIAS (PESSOAL = 0%) + (FADIGA = 18,29%) + (MÁQUIN A = 0,19%)											1,65	
(C) TEMPO PADRAO TOTAL, EM SEGUNDOS POR CAIXA (A + B = C)											10,57	
(D) PRODUÇÃO HORÁRIA EM CAIXAS											756,30	

Fonte: Autores (2018).

As únicas alterações comparadas a tabela 02 foram:

- TEMPO NORMAL: Na etapa montagem pallet, o tempo normal foi 5,01 vezes 95%, já que o operador estava mantendo 95% do ritmo, obtendo-se assim 4,76 segundos por caixa.

- (B): Tolerância pessoal 0%, fadiga 18,29%. E por último 0,19% tolerância de máquinas, utilizando-se o a porcentagem do tempo de parada na expedição de 1,55 horas nos últimos 5 meses.

- (D): É 3.600 segundos dividido pelo tempo da etapa mais lenta, que na operação expedição é 4,76 segundos.

Obteve-se a capacidade de 756,30 caixas por hora na operação expedição.

4.5. Capacidade produtiva

De acordo com a teoria das restrições, citada na revisão bibliográfica, a capacidade produtiva desse processo industrial é determinada pelo gargalo. Nesse sentido, a etapa encaixotar, por possuir o maior tempo contabilizado, é o gargalo, comprovando assim a real eficiência e aplicabilidade da teoria das restrições.

Ao dividir o tempo de horas trabalhadas pelo tempo da etapa encaixotar, obteve-se:

$$31500s / 7,28s = 4327 \text{ caixas por dia}$$

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Conclusões

O presente trabalho apresentou um método de cronoanálise através do estudo de tempo, considerando fatores de ritmo e tolerâncias a fim de determinar capacidade produtiva integrando o conceito da teoria das restrições. A correlação entre estudo de tempo e capacidade produtiva possibilita determinar o melhor gerenciamento dos recursos e suas capacidades, a melhor forma de programar a produção no chão de fábrica e de atender às demandas programadas em seu ambiente.

Considerando 4.041 caixas, a média diária produzida nos últimos três meses, ao colocar-se uma meta atingível com base no estudo de tempos e capacidades, de 4.327 caixas por dia, a empresa aumentará a capacidade em média 286 caixas por dia. Em um mês com 21 dias trabalhados, produziria 6.006 caixas a mais. Ou seja, reforçando, se o estudo de tempos proposto for implantado, logo a empresa terá a

capacidade produtiva real, e poderá planejar a produção sem achismos e sem desperdícios.

A cronoanálise é a ferramenta mais eficaz em processos mais básicos, pois há uma padronização das atividades e pois possibilita um melhor planejamento da produção dentre eles de prazo de entrega de mercadorias garantindo a fidelização do cliente.

5.2 – Resultados

Através do estudo de tempos conseguiu-se definir o tempo padrão para cada operação, valor fundamental para um balanceamento eficaz da linha de produção e possibilitando um aproveitamento máximo da capacidade de mão-de-obra e de maquinário gerando economia de matérias primas. Esse tempo por operação (formulação, rotulação, envase e expedição) é um excelente indicador de produção.

Os fatores relevantes como tolerâncias e avaliação de ritmo, devem ser considerados de acordo com ambientes de trabalho e com a disposição dos operadores, logo são fundamentais para um cálculo real de tempo padrão.

Definiu-se que o gargalo do processo é a fase encaixotar, por ser feita manualmente e ser a mais demorada de todas as operações. Pode-se dizer que o processo permite finalizar 4327 caixas por dia, comprovando a teoria das restrições na prática.

5.2. Propostas e trabalhos futuros

A partir deste estudo, criam-se oportunidades através do balanceamento de linha, da demanda de vendas, além de levantar dados suficientes para contabilidade de custos e precificação, fatores essenciais para controle da lucratividade e planejamento do processo.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6ª edição americana. São Paulo: Blucher, 1977.

BOFF, C. P. **ESTUDO DO GERENCIAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA NA EMPRESA ISCA TECNOLOGIAS LTDA**. 2013. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (unijuí), Ijuí, Rs, 2013.

CARDOSO, W. **Engenharia de métodos e produtividade: A teoria na pratica**. Ananindeua: Itacaiúnas, 2018.

CONTADOR, J. C. **Gestão de operações: A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

COSTA JÚNIOR, E.D. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba: Ibpex, 2008.

CRUZ, J.M. **Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.

DAVIS, M. MARK; AQUILANO, J. NICHOLAS; CHASE, B. RICHARD. **Fundamentos da Administração da Produção**. São Paulo. Bookman, 1999.

FERREIRA, T. **MELHORIA DA PRODUTIVIDADE EM UMA INDÚSTRIA GRÁFICA POR MEIO DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE**. 2011. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

FRANCISCHINI, P. G. Estudo de tempos. In: CONTADOR, J. C. (Coord.). **Gestão de operações**: A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. Ed São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GILSA, C. V.; GOLDMEYER, D. B.; JUNIOR, J. A. V. A.; LACERDA, D. P.; PACHECO, D. A.J. **MODELO DE GERENCIAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA: INTEGRANDO TEORIA DAS RESTRIÇÕES E O ÍNDICE DE RENDIMENTO OPERACIONAL GLOBAL (IROG)**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – Florianópolis, SC, v.12, n. 3, p. 806-826, jul./set. 2012.

GOLDRATT, E.M.; COX, J. **A meta**: um processo de aprimoramento contínuo. 7. ed. São Paulo: Educator, 1997. 385 p.

KLASSEN, R.; MENOR, L. **The process management triangle**: An empirical investigation of process trade-offs. *Journal of Operations Management*, v.25, p. 1015-1034, 2007.

LACERDA, J. M. **AUMENTO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO: ÁREA: 4**. Administração da produção e de projetos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE SISTEMAS INDUSTRIAIS E AUTOMAÇÃO, 4., 2009, Belo Horizonte, Mg. Belo Horizonte, Mg, 2009. p. 01 - 08.

MABERT, V. A. **The early road to material requirements planning**. *Journal of Operations Management* 25 (2007) 346–356. Kelley School of Business, Indiana University, Bloomington, IN 47405, United States.

MALTA, A. E.; VASCONCELOS, G. R. **ANÁLISE DO ALINHAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA E DEMANDA EM UMA FÁBRICA DE RAÇÕES DO SUDOESTE GOIANO**. 2017. 19 f. Universidade de Rio Verde – Unirv, Rio Verde, 2017.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAZZAROLO, Fernando Jorge Bueno. **Estudo de melhorias através da análise do tempo padrão em uma empresa de higiene pessoal**. 2008. 12 f. Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia de Produção. Itajubá, 2008.

MENEGON, D.; NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F. **Relacionamento entre desperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, MG, 2003.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. amp. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OLIVEIRA, C. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, Minas Gerais, 2009.

PEINADO, J.; GRAEL, A. R. **Administração da Produção: (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Biblioteca do Unicenp, 2007. 750 p.

QUELHAS, O. L. G.; COSTA, H. G.; LUSTOSA, L. J.; NANJI, L. C.; SCAVARDA, L. F.; SALLES, M. T.; MESQUITA, M. A.; OLIVEIRA, J. de O.; CARVALHO, R. A. de; GUTIERREZ, R. H.; SIMÃO, V. G. **Planejamento e controle da produção**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 357 p.

RAZMI, J.; SHAKHS, N. M. Developing a specific predetermined time study approach: an empirical study in a car industry. **Prod. Plan. Control Manag. Operations**, v. 19, n. 5, p. 454-460, 2008.

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

SUGAI, Miguel. **Avaliação do uso do MTM (Methods-Time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica**. 2003. 115 f. Dissertação de mestrado (Mestre em Engenharia mecânica)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

TOLEDO JÚNIOR, I.F.B. **Tempos & Métodos**. Mogi das Cruzes SP 8° edição – Assessoria Escola Editora, 2004.