



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ - FAPAC
ENGENHARIA DA PRODUÇÃO**

MARCUS VINÍCIUS BARBOSA SOARES

O PROCESSO DO ESTUDO DE TEMPOS

UBÁ/MG

MARCUS VINÍCIUS BARBOSA SOARES

O PROCESSO DO ESTUDO DE TEMPOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia da Produção da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá – FAPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro da Produção.

Orientador: M.Sc Carlos Augusto Ramos dos Reis

UBÁ/MG

O PROCESSO DO ESTUDO DE TEMPOS

Marcus Vinícius Barbosa Soares *

RESUMO

O presente trabalho demonstra o método do estudo de tempos, sendo uma ferramenta utilizada para analisar os processos produtivos. O estudo de tempos surgiu em 1881, sendo introduzido por Frederick Taylor. Esse estudo proporciona a determinação do tempo padrão, e análises de custos e eficiência das máquinas. O estudo de tempos apresenta uma relação com o *layout*, ergonomia e materiais. O objetivo do presente trabalho é revelar as fases do estudo de tempos, demonstrando o mecanismo de uso das fórmulas. Destacam-se os quatro tipos de *layouts* existentes, sendo o *layout* posicional, por processo, celular, e por produto (ou em linha). Uma empresa deve definir o *layout* de acordo com a particularidade do processo produtivo. O termo ergonomia é apresentado, sendo um fator importante para a produção. A ergonomia analisa o ambiente de trabalho, proporcionando bem estar ao ser humano e melhorias ao processo produtivo. Os suprimentos de uma empresa devem ser bem administrados no ato da compra, visando o atendimento das necessidades. A exploração do tema do presente trabalho é baseada na importância do mesmo para as empresas de diversos segmentos. O engenheiro da produção deve dominar o estudo de tempos, sendo um método usado na profissão. A metodologia do presente trabalho consiste numa revisão bibliográfica, baseada em pesquisas em livros e artigo científico. A seleção dos documentos consultados foi baseada em autores que dispusessem das informações concretamente. O estudo de tempos é um processo de análise, contendo diversas etapas. O cronometrista é o profissional que executa o estudo. Os principais equipamentos usados são o cronômetro e a filmadora. Utiliza-se uma folha de observações para a realização de anotações. Inicialmente deve-se buscar a colaboração dos líderes e colaboradores da empresa, de forma que o estudo atinja um resultado satisfatório. O estudo de tempos proporciona aspectos favoráveis à empresa. O mesmo deve ser analisado após a definição do *layout* adequado, ressaltando a aplicação dos conceitos da ergonomia.

Palavras-chave: Estudo de tempos, tempo padrão, cronometragens, ritmo.

*Acadêmico do 9º período do Curso de Engenharia da Produção da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá. E-mail: marcus_vinicius_soares@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento do consumo e exigência dos consumidores, as empresas buscam obter melhores resultados, focando a produção. Outro fator presente é a competição, que aumenta a cada dia. Diante desses fatores, a demanda por Engenheiros da Produção cresce. As organizações buscam esses profissionais para atuarem nas áreas de suprimentos, qualidade, desenvolvimento de produtos, gestão da produção e diversas outras funções. As empresas precisam obter um diferencial no mercado, sendo dinâmicas. O engenheiro da produção pode atuar em diversos tipos de indústrias.

Este trabalho demonstra a aplicação dos conceitos do estudo de tempos. Esse estudo surgiu em 1881, sendo introduzido por Frederick Taylor. O método possui diversas aplicabilidades. A principal utilização consiste na determinação do tempo padrão. Esse termo consiste no tempo necessário para que um operador execute uma operação, em ritmo normal. O estudo de tempos apresenta grande importância para as organizações. O mesmo permite uma análise técnica da produção, fornecendo dados confiáveis.

A análise dos tempos de produção está diretamente ligada ao *layout* empresarial. Esse fator influencia diretamente na produção, interferindo nos tempos de execução das atividades. A ergonomia também apresenta ligação com o estudo de tempos. O ambiente de trabalho interfere na produção e no operador. Assim como a ergonomia, os materiais usados na produção apresentam interatividade com a mesma. As características dos bens influenciam a produção e o produto final.

Portanto, o *layout*, ergonomia e gestão de materiais são assuntos de grande importância. As empresas devem abordar esses aspectos, pois, quando bem gerenciados, proporcionam redução de custos e qualidade. É conveniente que o estudo de tempos seja implantado após a definição adequada do *layout* e materiais a serem usados no processo. É fundamental que o ambiente de trabalho proporcione bem estar ao operador. O engenheiro da produção tem capacidade de desenvolver esses aspectos nas empresas.

1.1 Objetivo geral

Demonstrar o processo do estudo de tempos, destacando o surgimento do mesmo e o método de análise. Esse estudo é um fator importante para o desenvolvimento das empresas. O estudo de tempos consiste numa análise detalhada da produção. Destaca-se o *layout*, ergonomia e aspectos dos materiais, devido à relação dos mesmos com o estudo de tempos.

1.2 Objetivos específicos

- Demonstrar os quatro tipos de *layouts* existentes, e as suas particularidades.
- Ressaltar a ergonomia, sendo um fator que influencia no processo produtivo.
- Demonstrar os conceitos do estudo de tempos, relatando sobre o histórico e a aplicabilidade dessa ferramenta. Deve-se demonstrar o método de execução sobre cada etapa do estudo.

1.3 Justificativa

O estudo de tempos é importante para analisar a produção adequadamente, de forma técnica. As análises dos tempos de produção e de custos são aspectos exploráveis pelas empresas. O estudo de tempos permite o fornecimento de dados confiáveis. Com a competição empresarial acirrada, há necessidades de reduzir custos. O estudo de tempos auxilia essa análise. Portanto, o estudo de tempos tem aplicabilidade e importância para as organizações.

O Engenheiro da produção deve dominar o processo do estudo de tempos. Esse estudo é amplamente utilizado em suas atividades. O mesmo pode ser aplicado em diversos tipos de indústrias. Por ser um aspecto chave numa organização, a produção necessita receber análises técnicas. O estudo de tempos atende essa necessidade.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A criação do trabalho consistiu numa revisão bibliográfica. Executou-se uma pesquisa sobre livros e artigo científico. Os documentos foram selecionados de acordo com as particularidades dos assuntos trabalhados. Dentre eles destacam-se o estudo de tempos, ergonomia e *layout*. Dessa forma, recorreu-se aos autores que dispusessem concretamente dessas informações.

O foco do trabalho consiste no estudo de tempos. Previamente, buscaram-se explorar os conceitos sobre os suprimentos, *layout* e ergonomia, demonstrando a relação desses fatores com o estudo de tempos.

2.2 Referencial teórico

2.2.1 Aspectos favoráveis à produção

Para que uma organização tenha sucesso, a mesma deve produzir bens com eficiência e eficácia. O controle operacional verifica o funcionamento dos processos, como a produção. Além disso, o controle operacional avalia a capacidade do departamento de compras de fornecer os materiais com qualidade e custo baixo. Os produtos e serviços necessitam atender os parâmetros de qualidade estabelecidos pela empresa. Os equipamentos devem receber manutenção adequada (ROBBINS, 2003).

Conforme Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos apresenta um vínculo com a engenharia de métodos, projeto de trabalho e ergonomia. A engenharia de métodos também é denominada como engenharia industrial, engenharia de processo ou engenharia de manufatura. Essa classe desenvolve e melhora os processos e equipamentos. Outras funções consistem no estabelecimento do método de trabalho eficiente, otimizando o *layout*. O projeto de trabalho define a forma de relação entre as pessoas e as atividades. Já a ergonomia é a análise da adaptação do trabalho ao homem.

2.2.2 Cadeia de suprimentos

A gestão da cadeia de suprimentos está relacionada com a interconexão entre fornecedores e clientes. É necessário possuir uma visão holística dos processos, visando uma gestão eficaz e eficiente. Dessa forma, aumenta a probabilidade de satisfação dos consumidores finais, que é um dos maiores focos das empresas. Quando eles realizam os pedidos, os mesmos ativam toda a cadeia (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

A função de compras estabelece contratos com os fornecedores, com o intuito de adquirir produtos e serviços. Alguns bens adquiridos são utilizados diretamente na produção, como as matérias primas. Outros apoiam a produção, como as peças usadas nos equipamentos. O gestor de compras interliga a empresa e os fornecedores. O mesmo precisa entender sobre as necessidades da empresa e as capacidades dos fornecedores (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

Conforme Peinado e Graeml (2007), os insumos adquiridos são submetidos ao processo produtivo, dando origem ao produto final, ou seja, aos bens e serviços. A função produção executa essa transformação, utilizando os recursos transformadores.

2.2.3 Layout

Com o desenvolvimento tecnológico, as empresas estão mais atentas sobre os *layouts*. Esse aspecto é importante, sendo trabalhado em criações e modificações das instalações (ROCHA, 1995).

De acordo com Cury (2000), o termo *layout* consiste na organização dos postos de trabalho, envolvendo os móveis, máquinas, equipamentos e matérias primas. Um dos objetivos é otimizar as condições do ambiente de trabalho. Deve-se também minimizar a movimentação de pessoas, materiais, produtos.

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2007), existem diversos tipos de *layouts*, como, *layout* posicional, por processo, celular, e por produto (ou em linha). Os diversos tipos de *layouts* são apresentados a seguir.

- *Layout* posicional: É aplicado quando o produto permanece fixo na linha de produção. A principal razão da imobilidade é a dimensão do produto. Nesse tipo de *layout*, os equipamentos, instalações e as pessoas movem-se na medida do necessário. A construção de uma rodovia é um exemplo de *layout* posicional (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

- *Layout* por processo: Nesse tipo de *layout*, as máquinas são disponibilizadas de acordo com as naturezas de suas funções. Como exemplo, os tornos ficam no setor de torneamento e as fresas permanecem no setor de fresagem (CURY, 2000).

Os hospitais também apresentam o *layout* por processo. Como exemplo, o setor de radiologia, laboratório de processamento de sangue e salas de cirurgias apresentam diferentes processos. A usinagem de peças utilizadas em motores de aviões também exemplifica o *layout* por processo. Todas as peças que requerem a operação de esmerilhamento circulam no setor das esmerilhadeiras (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

- *Layout* celular: Esse tipo de *layout* também pode ser denominado como *layout* agrupado. Cada grupo possui produtos que requerem operações semelhantes (ROCHA, 1995).

Nesse tipo de arranjo físico, os produtos são inicialmente processados numa célula (grupo). Com a finalização desta etapa, o produto é destinado à outra célula (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

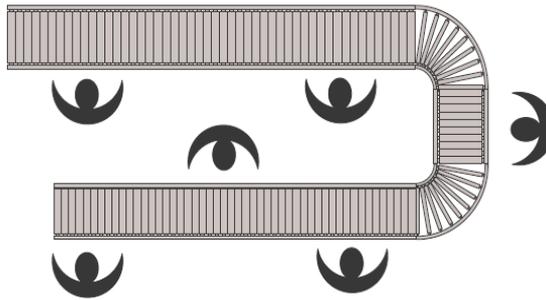
O *layout* celular tem aplicabilidade na manufatura e nos serviços. Uma montadora de peças de computadores pode reservar uma célula produtora que requer alto padrão de qualidade. No âmbito dos serviços, um supermercado pode dispor de lanchonetes e restaurantes. Os mesmos são dispostos de maneira que os consumidores não necessitem

percorrer todo o supermercado para alimentarem. Dessa maneira, cada setor atende uma necessidade dos consumidores (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

- *Layout* por produto ou em linha: As máquinas usadas no processo são dispostas de acordo com as particularidades dos produtos, formando um fluxo lógico. Os bens transformados percorrem a linha de produção. (CURY, 2000).

A FIG. 1 a seguir exemplifica um processo linear.

FIGURA 1 – Operação em linha



Fonte: PEINADO; GRAEML, 2007, p. 203

Os recursos transformadores adaptam às particularidades dos objetos transformados. As seqüências de disposições dos equipamentos equivalem ao atendimento dos processos necessários. Em certas ocasiões, denomina-se o termo *layout* em linha devido a essas condições (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

A montagem de automóveis utiliza o *layout* em linha. Praticamente todos os automóveis requerem os mesmos processos, e o fluxo de produção é linear. No setor de serviços, o exemplo do restaurante self-service demonstra que os clientes fluem entre as etapas de formação do prato principal, sobremesas, e bebidas. O processo exemplifica o *layout* em linha (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

2.2.4 Ergonomia

O termo ergonomia é derivado das palavras gregas *ergon* (trabalho), e *nomos* (regras, normas ou leis). A ergonomia surgiu entre os anos de 1939 e 1945. Nesse período ocorreu a segunda guerra mundial. Certos profissionais das áreas de exatas, humanas e biomédicas desenvolveram soluções para os problemas das operações de certos equipamentos. Dentre eles há os submarinos, aviões, tanques de guerra, radares e aparelhos de comunicação. Após a

guerra, os conceitos desenvolvidos foram disseminados nas indústrias (PEINADO; GRAEML, 2007).

De acordo com Barnes (1977), o objetivo da ergonomia é analisar a adaptação das tarefas e do ambiente de trabalho ao ser humano. Isso resulta na necessidade de criar melhores projetos de equipamentos.

O som, iluminação, temperatura e ruídos podem interferir no ambiente de trabalho. É preciso controlar esses fatores de forma que os mesmos não interfiram agressivamente sobre o ser humano e na produtividade (CONTADOR, 1998).

2.2.5 Estudo de tempos

O estudo de tempos surgiu em 1881 na Usina da Midvale Steel Company, Filadelfia, Estados Unidos. Frederick Taylor foi o introdutor dos estudos, quando começou a trabalhar na usina. O mesmo percebeu que a empresa enfrentava problemas com as suas operações. Era necessário alinhar os interesses da empresa com os interesses dos colaboradores, desenvolvendo uma carga justa de trabalho. Então, Taylor buscou entender sobre os processos, e ensinar as atividades aos operários. Após a fase de capacitação, seria possível determinar os tempos padrões das operações. Cada colaborador executava a tarefa que melhor enquadrava-se a ele. Durante vários anos na indústria, Taylor buscava a melhor maneira para executar uma tarefa. Após definida, padronizava-a (BARNES, 1977).

A introdução do estudo de tempos deve ser realizada após a conscientização de todos os envolvidos no processo. Deve-se buscar a colaboração dos líderes e demais colaboradores do setor analisado (MARTINS; LAUGENI, 2005).

O estudo de tempos é usado na determinação do tempo, em minutos, para que uma pessoa realize uma operação em ritmo normal. Este tempo é determinado como tempo padrão para a operação. O operador precisa ser treinado para executar a atividade. Esse treinamento pode ser orientado pelo cronoanalista, engenheiro da produção ou por um operário hábil (BARNES, 1977).

Os principais equipamentos usados no estudo de tempos são o cronômetro e a filmadora. Utiliza-se também uma folha de observações, sendo necessária para registrar as informações sobre a operação em estudo (BARNES, 1977).

De acordo com Martins e Laugeni (2005), o uso da filmadora apresenta benefícios. Esse equipamento registra fielmente todos os movimentos do operador. Dessa forma, o

analista usa esses dados para verificar se o método de trabalho está sendo cumprido, e se a velocidade da operação é ideal.

Os tempos padrões são influenciados de acordo com os materiais, processos escolhidos, tecnologia e características do trabalho. Os tempos de produção das linhas automatizadas apresentam baixas variações. De modo contrário, quanto maior o grau de intervenção humana sobre um processo, maior será o trabalho para mensurar os tempos. Cada operador possui características diferentes (MARTINS; LAUGENI, 2005).

2.2.5.1 Determinação do número de cronometragens

De acordo com Peinado e Graeml (2007), apenas uma amostra de cronometragem não é suficiente para determinar o tempo de execução de uma atividade. É necessário realizar várias cronometragens.

Conforme Barnes (1977), esse processo inicia-se com as cronometragens prévias de uma operação. Através dos resultados obtidos, é necessário definir o número adequado de cronometragens a serem realizadas, conforme a fórmula 1 abaixo.

Fórmula 1 – Determinação do número de cronometragens

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

Segundo Barnes (1977), as variáveis significam:

- N' = Número de cronometragens a realizar.
- N = Número de cronometragens realizadas inicialmente.
- X = tempos observados (em minutos).

Para o mesmo autor, no estudo de tempos utiliza-se o nível de confiança de 95% e um erro relativo de cerca de 5%.

Supondo que a média dos resultados de certas cronometragens seja 10 segundos. Com o nível de confiança de 95 % e um erro relativo de 5%, isto significa que, estatisticamente, existem 95 % de confiança de que o tempo real de duração da atividade está entre 9,5 e 10,5 segundos. Portanto poderá haver uma variação máxima de 5% entre o tempo encontrado na análise (média), e o tempo real de duração da atividade (PEINADO; GRAEML, 2007).

Conforme Barnes (1977), após realizar as cronometragens estipuladas pela fórmula 1, é necessário determinar o tempo representativo (TR) da operação. Esse tempo consiste na média aritmética das cronometragens.

Martins e Laugeni (2005), também confirmam o uso da média aritmética para determinar o tempo representativo.

2.2.5.2 Determinação do tempo normal

Para analisar o ritmo de trabalho, utiliza-se o sistema *Westinghouse*. Esse método possui quatro fatores, sendo a habilidade, esforço, condições, e consistência. O sistema *Westinghouse* fornece um quadro com os valores numéricos para cada fator, conforme a TAB. 1 abaixo (BARNES, 1977).

TABELA 1 - Sistema *Westinghouse*

Sistema <i>Westinghouse</i>					
Habilidade			Esforço		
0,15	A1	Super-hábil	0,13	A1	Excessivo
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Bom	0,05	C1	Bom
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	Médio	0	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
Condições			Consistência		
0,06	A	Ideal	0,04	A	Perfeita
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Boa	0,01	C	Boa
0	D	Média	0	D	Média
-0,03	E	Regular	-0,02	E	Regular
-0,07	F	Fraca	-0,04	F	Fraca

Fonte: BARNES, 1977, p. 298

Para Bertalot (2009), os quatro fatores são definidos conforme a seguir.

- Habilidade – Capacidade de seguir o método de trabalho.

- Esforço – vontade de realizar a tarefa.
- Condições – Envolve o ambiente de trabalho, avaliando o ruído, iluminação, umidade e temperatura.
- Consistência – persistência do operador com as atividades realizadas.

Para Barnes (1977), o cronometrista deve atribuir os valores analisando os quatro aspectos representados na TAB. 3. O fator de ritmo é obtido de acordo com a fórmula 2 a seguir.

Fórmula 2 – Determinação do fator de ritmo

$$FR = 1 + (\text{valor total das análises através do sistema } \textit{Westinghouse})$$

Para o mesmo autor, o tempo normal é gerado de acordo com a fórmula 3 a seguir.

Fórmula 3 – Determinação do tempo normal

$$TN = FR \times TR$$

Abaixo encontram-se os significados das variáveis.

- TN = tempo normal da operação
- FR = Fator de ritmo
- TR = Tempo representativo

2.2.5.3 Determinação das tolerâncias

Conforme Martins e Laugeni (2005), durante o período de trabalho, o ser humano necessita interromper a produção. As interrupções são designadas como tolerâncias para realizar as necessidades pessoais e tolerâncias para o alívio da fadiga. As duas modalidades de tolerâncias estão representadas a seguir.

-Tolerância para realizar as necessidades pessoais: Essa modalidade consiste no tempo em que o operador utiliza para realizar as suas necessidades pessoais. Esse tempo varia a uma taxa entre 10 a 25 minutos diários (2 a 5%, aproximadamente), considerando uma jornada de trabalho de oito horas (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Para Barnes (1977), se o colaborador executar trabalhos pesados, e em condições desfavoráveis, as tolerâncias para a realização das necessidades pessoais deve ser acima de 25 minutos diários.

-Tolerância para o alívio da fadiga: A fadiga no trabalho é proveniente das tarefas executadas e do ambiente. As tolerâncias concedidas para o alívio da fadiga situam-se entre 10% (trabalho leve em um bom ambiente), a 50%, para trabalhos pesados em condições inadequadas (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Para esse mesmo autor, as tolerâncias para realizar as necessidades pessoais e para o alívio da fadiga, devem equivaler a uma taxa entre 15 a 20% da carga horária diária de trabalho. Essa taxa deve ser aplicada em indústrias, considerando um ambiente e condições normais de trabalho.

Os períodos de descanso devem ser distribuídos entre os períodos da manhã e tarde. O tempo destinado ao descanso varia entre cinco a 15 minutos para cada turno. O trabalho pesado está diminuindo nas empresas modernas, devido ao maior uso de máquinas. Conseqüentemente, as tolerâncias para o alívio da fadiga devem diminuir, com o avanço tecnológico (BARNES, 1977).

2.2.5.4 Determinação do tempo padrão

Barnes (1977) afirma que o tempo padrão é o tempo para que uma pessoa realize uma operação em ritmo normal. Esse tempo é calculado através da fórmula 4 a seguir.

Fórmula 4 – Determinação do tempo padrão

$$TP = TN \times \left(\frac{100}{100 - TOLERÂNCIA(\%)} \right)$$

Os significados das variáveis encontram-se a seguir.

- TP = Tempo padrão.

- TN = Tempo normal.

2.2.5.5 Aplicação do tempo de setup

Após a determinação do tempo padrão é necessário realizar a aplicação do tempo de *setup*. Esse termo consiste no tempo necessário para preparar o equipamento para a produção. Dentro do tempo de *setup* inclui o *try-out*, sendo o tempo destinado à produção das primeiras peças. A finalidade do *try-out* é verificar a qualidade das peças e se o equipamento pode iniciar a produção normal. O tempo de *setup* ocorre no intervalo de produção de um lote de peças. O tempo de finalização consiste no período necessário para transportar as peças produzidas a um determinado local (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Para esse mesmo autor, os tempos de *setup* e de finalização são cronometrados separadamente da análise do tempo padrão para a operação. Após essas definições, o tempo padrão final é calculado de acordo com a fórmula 5 abaixo.

Fórmula 5 – Determinação do tempo padrão final

$$TP = \left(\frac{TS}{q} \right) + \left(\sum TP_i \right) + \left(\frac{TF}{L} \right)$$

A seguir encontram-se os significados das variáveis.

- TP = tempo padrão final.
- TS = tempo padrão de *setup*.
- q = quantidade de peças para as quais o *setup* é suficiente.
- TP_i = tempo padrão da operação i .
- l = lote de peças para que ocorra a finalização.
- TF = tempo padrão das atividades de finalização.

Barnes (1977), afirma que se o operador não conseguir cumprir a produção de acordo com o tempo estabelecido, deverá ser feito um novo estudo de tempos.

Conforme Peinado e Graeml (2007), a cronometragem continua sendo uma técnica largamente utilizada em grande parte das empresas brasileiras, com o objetivo de avaliar o desempenho do trabalho.

Para Martins e Laugeni (2005), a cronometragem é um dos métodos mais utilizados na indústria, com o objetivo de mensurar o trabalho. Essa metodologia continua sendo amplamente utilizada na determinação do tempo padrão e dos custos industriais.

Conforme Barnes (1977), o estudo de tempos tem maior aplicabilidade para a determinação do tempo padrão. Além disso o estudo pode ser realizado para atender os seguintes aspectos:

- Realizar programações e planejar o trabalho.
- Determinar os custos padrão.
- Estimar o custo de um produto antes do início de sua fabricação.
- Determinar a eficiência das máquinas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de tempos foi introduzido por Frederick Taylor em 1881, na usina da Midvale Steel Company, Filadelfia, Estados Unidos. A principal função do estudo de tempos é determinar o tempo padrão para uma operação. Demonstrou-se que esse tempo é determinado de acordo com um processo de análise, empregando diversas fórmulas. Esse estudo é importante para diversos tipos de indústrias. Outras finalidades do estudo de tempos consistem em estimar os custos, mensurar a eficiência das máquinas e planejar o trabalho.

O *layout* consiste na organização do espaço físico, envolvendo máquinas, móveis, pessoas, e produtos em processo. Demonstrou-se a existência dos quatro tipos de *layouts*, sendo *layout* posicional, por processo, celular, e por produto (ou em linha). O tipo de *layout* deve ser definido de acordo com o processo produtivo.

Relatou-se que a ergonomia surgiu entre os anos de 1939 e 1945. Nessa época ocorreu a segunda guerra mundial. O surgimento da ergonomia ocorreu através dos profissionais das áreas de exatas, humanas e biomédicas. Após a guerra, os conceitos da ergonomia foram disseminados nas indústrias. Percebe-se que a ergonomia é um fator inerente ao processo produtivo. A mesma deve ser analisada, visando a otimização do ambiente de trabalho. Consequentemente, há melhorias proporcionadas ao ser humano e à produção.

Demonstrou-se que o gestor de compras interliga a empresa e os seus fornecedores. O mesmo necessita entender sobre as necessidades de suprimentos, visando o atendimento das necessidades da organização. Os materiais usados no processo produtivo tem ligação com o estudo de tempos, pois a qualidade dos mesmos afetará a produção e o produto.

Portanto, o estudo de tempos é um método que deve ser analisado juntamente com o *layout*, ergonomia e materiais.

PROCESS STUDY OF TIMES

MARCUS VINICIUS BARBOSA SOARES

ABSTRACT

This paper demonstrates the method of time study, and a tool used to analyze production processes. The time study appeared in 1881, being introduced by Frederick Taylor. This study provides the determination of standard time, cost analysis and machine efficiency. The time study shows a relationship with the layout, ergonomics and materials. The objective of this study is to reveal the stages of study time, demonstrating the mechanism of use of formulas. Noteworthy are the four types of existing layouts, as the positional layout, per process, cellular, and product (or online). A company must define the layout according to the particularity of the production process. The term ergonomics is presented and is an important factor for production. Ergonomics looks at the work environment, providing welfare to human and improvements to the production process. Supplies of a company should be well administered at the time of purchase in order to meet the needs. The exploration of the theme of this work is based on the importance of it for companies in various segments. The engineer must master the production time study, one method used in this profession. The methodology of this study consists of a literature review, based on research in books and scientific articles. The selection of documents consulted was based on the authors if they had concrete information. The time study is an analysis process containing several steps. The timekeeper is the professional who performs the study. The main equipment used are the stopwatch and camcorder. Use an observation sheet for holding notes. Initially one should seek the cooperation of leaders and employees of the company, so that the study reaches a satisfactory result. The time study provides favorable aspects to the company. The same should be analyzed after setting the proper layout, emphasizing the application of the concepts of ergonomics.

Keywords: Time study, standard time, timekeeping, rhythm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos:** Projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1977. 635 p.

BERTALOT, F. **Estudo de tempos e métodos na fabricação de caixas acústicas amplificadas.** 2009. 117 f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Anhembimorumbi, São Paulo, 2009.

CONTADOR, J. C. **Gestão de operações:** A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1998. 593 p.

CURY, A. **Organização e métodos:** Uma visão holística. 7. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000. 589 p.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** 2. Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005. 562 p.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção:** Operações Industriais e de serviços. Curitiba: Unicenp, 2007. 748 p.

ROBBINS, S. P. **Administração:** Mudanças e perspectivas. São Paulo: Editora Saraiva, 2003. 524 p.

ROCHA, L. O. L. **Organização e métodos:** uma abordagem prática. 6. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 1995, 286 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 747 p.

APÊNDICE A – EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS

A seguir encontra-se um exemplo de processo, com o intuito de demonstrar a aplicação do estudo de tempos.

1. Determinação do número de cronometragens

Uma operação automática de furação de peças foi cronometrada cinco vezes. O operador insere as peças no equipamento, retira, e coloca as mesmas no interior de uma caixa. Os tempos revelados na TAB. 1 abaixo, equivalem à produção de uma peça.

TABELA 1 - Amostras de cronometragens da operação de furação

Amostras	Tempo da operação em minutos (X)	Tempo ao quadrado (X ²)
Amostra 1	2	4
Amostra 2	1,5	2,25
Amostra 3	1,7	2,89
Amostra 4	1,6	2,56
Amostra 5	1,5	2,25
Total	∑X = 8,3	∑X² = 13,95

Aplicando os valores na fórmula 1 abaixo, obtém-se a necessidade de realizar 20 cronometragens.

Fórmula 1 – Determinação do número de cronometragens

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

- N = Número de cronometragens realizadas inicialmente = 5

- ∑X = somatório dos tempos = 8,3

- ∑X² = somatório dos quadrados dos tempos = 13,95

- N' = Número de cronometragens a realizar = 20

2. Determinação do valor do tempo representativo (TR)

Esse tempo consiste na média dos valores das 20 cronometragens, conforme a tabela 2 abaixo.

TABELA 2 - Resultados das cronometragens

Resultados (em minutos)			
Amostra 1	2	Amostra 11	2
Amostra 2	1,5	Amostra 12	1,6
Amostra 3	1,6	Amostra 13	1,8
Amostra 4	1,7	Amostra 14	1,6
Amostra 5	1,5	Amostra 15	1,5
Amostra 6	1,6	Amostra 16	1,8
Amostra 7	1,8	Amostra 17	2
Amostra 8	1,5	Amostra 18	1,6
Amostra 9	1,6	Amostra 19	2
Amostra 10	2	Amostra 20	1,5
TR = 1,71 minutos			

3. Determinação do tempo normal

Inicialmente determina-se o fator de ritmo (FR), conforme a tabela 3 a seguir. O cronometrista deve atribuir um valor para cada aspecto representado na tabela, sendo a habilidade, esforço, condições e consistência.

TABELA 3 – Sistema *Westinghouse*

Sistema <i>Westinghouse</i>					
Habilidade			Esforço		
0,15	A1	Super-hábil	0,13	A1	Excessivo
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Bom	0,05	C1	Bom
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	Médio	0	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
Condições			Consistência		
0,06	A	Ideal	0,04	A	Perfeita
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Boa	0,01	C	Boa
0	D	Média	0	D	Média
-0,03	E	Regular	-0,02	E	Regular
-0,07	F	Fraca	-0,04	F	Fraca

Fonte: BARNES, 1977, p. 298

A tabela 4 a seguir demonstra os resultados da análise do cronometrista.

TABELA 4 - Resultados da análise do ritmo de trabalho

Aspecto	Índice	Coeficiente	Descrição
Habilidade	+ 0,06	C1	Bom
Esforço	+ 0,10	B1	Excelente
Condições	+ 0,02	C	Boa
Consistência	+ 0,03	B	Excelente
Total	0,21		

Então o fator de ritmo é determinado de acordo com a fórmula 2 abaixo.

Fórmula 2 – Determinação do fator de ritmo

$$FR = 1 + (\text{valor total das análises através do sistema } \textit{Westinghouse})$$

$$FR = 1 + 0,21 = 1,21$$

Após a determinação do fator de ritmo, determina-se o tempo normal conforme a fórmula 3 a seguir.

Fórmula 3 – Determinação do tempo normal

$$TN = FR \times TR$$

$$TN = 1,21 \times 1,71$$

$$TN = 2,07 \text{ minutos}$$

Os significados das variáveis encontram-se abaixo.

- TN = Tempo normal
- FR = Fator de ritmo
- TR = Tempo representativo

O valor do tempo representativo é 1,71 minutos e o fator de ritmo equivale a 1,21. Dessa forma, o tempo normal é 2,07 minutos, conforme o cálculo realizado na fórmula 3 acima. Observa-se que o operador realizou um esforço alto, elevando o fator de ritmo.

4. Determinação do tempo padrão

O tempo padrão é calculado de acordo com a fórmula 4 a seguir.

Fórmula 4 – Determinação do tempo padrão

$$TP = TN \times \left(\frac{100}{100 - TOLERÂNCIA(\%)} \right)$$

Os valores aplicados na fórmula acima encontram-se na tabela 5 abaixo.

TABELA 5 - Determinação do tempo padrão com a aplicação das tolerâncias

Aspectos	Tempos (em minutos)	Tempos (%)
Tempo normal (TN)	2,07	-
Tolerância para as atividades pessoais	20	4,17%
Tolerância para o alívio da fadiga	30	6,25%
Total das tolerâncias	50	10,42%
Tempo padrão (TP)	2,31 MINUTOS	

5. Aplicação do tempo de setup

Supondo-se que o tempo de *setup* da operação de furação equivale a cinco minutos, condicionando a produção de 500 peças. O operador coloca as peças no interior de uma caixa que comporta 100 peças. Quando cheia, a mesma é fechada e colocada ao lado. O tempo necessário para essa atividade é de um minuto.

O tempo padrão final é calculado conforme a fórmula 5 a seguir.

Fórmula 5 – Determinação do tempo padrão com a aplicação do tempo de setup

$$TP = \left(\frac{TS}{q} \right) + \left(\sum TPi \right) + \left(\frac{TF}{L} \right)$$

A seguir encontram-se os significados das variáveis.

- TP = tempo padrão final.
- TS = tempo padrão de *setup*.
- q = quantidade de peças para as quais o *setup* é suficiente.
- TPi = tempo padrão da operação i .
- l = lote de peças para que ocorra a finalização.
- TF = tempo padrão das atividades de finalização.

Os valores de cada variável encontram-se na tabela 6 abaixo.

TABELA 6 - Determinação do tempo padrão final

Aspectos	Valores trabalhados
TPi	2,31
TS	5
q	500
TF	1
l	100
TP	2,33 minutos

Portanto, o tempo padrão para a furação de cada peça equivale a 2,33 minutos.

