

Análise estatística dos tempos por meio de cronometragem em uma indústria moveleira

Vanessa Rebeca Cenci (UTFPR) vbasantos@yahoo.com.br

Resumo:

O estudo de tempos e movimentos tornou-se importante para as empresas por auxiliar no aumento da eficiência dos processos produtivos. Diante desta realidade, a busca por melhorias no ambiente organizacional e a resolução de problemas faz-se necessário. Os tempos de operações são utilizados no cálculo dos custos associados aos produtos e na melhoria dos processos, sendo avaliados por meio de estudos dos métodos de trabalho aplicados. Esta pesquisa possui carácter exploratório, pois resulta de um estudo em uma indústria moveleira e busca apresentar o emprego da cronoanálise, utilizada para estabelecer os tempos padrões de produção. Foram realizadas cinco tomadas de tempos iniciais para efeitos deste estudo, para definir quantidade de ciclos a mensurar. Na sequência, obteve-se os tempos de cada um, o tempo total médio, a amplitude e demais dados pertinentes para realização dos cálculos que definem a quantidade de ciclos os quais serão mensurados. Para identificar os pontos que causavam problemas na linha de produção foi utilizada a cronometragem, sendo possível definir o tempo padrão real para cada etapa. Como resultados obtidos, o método de medida do trabalho aplicado apresentou dados estatísticos significativos para os tempos de ciclos, sendo que três coletas são necessárias para um tempo confiável.

Palavras-chave: Cronoanálise, Estudo de tempos e movimentos, tempo padrão.

Statistical analysis of times by means of timing in a furniture industry

Abstract

The study of times and movements has become important for companies to help increase the efficiency of production processes. Faced with this reality, the search for improvements in the organizational environment and the resolution of problems is necessary. The operating times are used in the calculation of the costs associated with the products and in the improvement of the processes, being evaluated by means of studies of the applied work methods. This research has exploratory character, as it results from a study in a furniture industry and seeks to present the use of chronoanalysis, used to establish the standard production times. Five sets of initial times were performed for the purpose of this study to define the number of cycles to be measured. In the sequence, the times of each one were obtained, the average total time, the amplitude and other pertinent data to perform the calculations that define the amount of cycles which will be measured. To identify the points that caused problems in the production floor, timing was used, and it is possible to define the actual standard time for each stage. As results obtained, the method of measurement of the applied work presented statistic data significant for the times of cycles, and three collections are necessary for a reliable time.

Keywords: Cronoanalysis, Study of times and movements, standard time

1. Introdução

O controle do tempo e ganhos em eficiência é uma necessidade global e isso tem motivado novos avanços na indústria. As técnicas de estudos do trabalho e do tempo têm aumentado a eficiência da produção e estão sendo utilizadas em todos os setores de manufatura e serviços (DURAN; CENTIDERA; AKSU, 2015).

A competitividade está vinculada a matéria-prima, tecnologia, funcionários e design, nos quais todos esses fatores são influenciadores diretos nos preços e na qualidade dos produtos que chegam aos consumidores (Giorini, 2008). De forma gradativa, as indústrias de qualquer ramo de atividade precisam adequar-se a contínua variedade na demanda dos clientes, disponibilizando aos consumidores seus produtos em tempos recordes, com ótima qualidade e a preço atrativo, pois, diante do mercado altamente competitivo falhas no processo e desperdícios de recursos não são permitidos.

De acordo com Dewes (2010), na área industrial, muitos aspectos podem ser analisados quando se fala em gestão de operações. Buscar excelência das atividades e otimização dos recursos, reduzir o tempo de execução das tarefas, almejando melhores resultados é perceptível nas empresas. Uma das ferramentas usada no controle efetivo das atividades é a cronoanálise.

Contudo, a cronometragem manual ainda é frequentemente utilizada na determinação de tempos, ciclos de operação padronizadas e bem definidas. Segundo Fellipe (2012), a cronoanálise é de expressiva importância para o setor produtivo na atualidade, pois, é uma ferramenta que define tempo padrão, auxiliará na organização dos processos, e realiza acompanhamento e evolução contínua das melhorias.

Este estudo tem por finalidade a análise estatística dos tempos coletado por meio de cronoanálise. Identificar o número de ciclos necessários para definir um tempo confiável no processo produtivo.

2. Revisão bibliográfica

O trabalho produtivo sofre influência dos fatores humanos. A medida do trabalho consiste na aplicação de cálculo para encontrar o tempo necessário para um trabalhador qualificado executar uma determinada tarefa com um nível de desempenho definido (SLACK, CHMBERS E JOHNSTON, 2009).

De acordo com Almeida (2009), a cronoanálise é usada como apoio para o cálculo de custos e para o estabelecimento de preços de vendas dos produtos pelas empresas. É uma ferramenta utilizada para avaliação e registro de tempos gastos na área de produção.

Barnes (1977) ressalta que a cronoanálise é uma ferramenta aplicada para cronometrar e estudar o tempo que um colaborador leva para concluir uma operação em um processo industrial. Assim, calcula-se o tempo que uma pessoa trabalhando em ritmo normal, leva para executar seu trabalho sem dificuldade.

Segundo Almeida (2009), a medição dos tempos de um determinado trabalho em condições pré-determinadas, tem por objetivo encontrar o tempo eficaz para concluir o trabalho conforme as especificações, sendo controlado o seu tempo para necessidades pessoais, interrupção do processo. O foco dos estudos de movimentos é escolher o melhor método para efetuar uma atividade no trabalho. Após uma análise dos processos que já eram executados pelos funcionários da empresa e ao final extinguir os movimentos desnecessários que provocam perdas (SUGAI, 2003).

Barnes (1997) descreve algumas técnicas que podem ser usadas para realizar análise do problema e encontrar um solução, são elas: especificar gastos de tempo e financeiro; descrever como é feito o processo e o funcionamento da atividade; determinar a atividade que o desempenho de uma pessoa é melhor que uma máquina e vice-versa; rever o problema da questão e reavaliar os critérios utilizados.

O estudo do comportamento humano nas organizações é importante principalmente para a tomada de decisão, pois, afetam diretamente o desempenho do sistema produtivo. Digiesi (2009) descreve fatores que influenciam no comportamento de um operador, entre eles estão: o ambiente de trabalho (clima, condições ergonômicas, barulho, relações pessoais e comunicação); a natureza da tarefa (contínua, repetitiva ou não, motora) e fatores pessoais (idade, sexo, atitude física e psicológica).

É sabido que a análise do comportamento humano é limitada devido aos aspectos legais, o estudo na prática não é simples de ser realizado. Contudo Hendrick (2008) avalia que a melhoria da qualidade de trabalho se dá por meio de projetos ergonômicos objetivando custo-benefício e a avaliação individual é importante para identificar as falhas do processo.

Sendo assim, a cronoanálise tornou-se uma ferramenta utilizada pelas empresas para quantificar os seus gargalos produtivos e dessa forma usadas ferramentas da qualidade como planos de ações para ajudar estabelece soluções.

3. Metodologia

A população e amostra utilizada nessa pesquisa foram obtidas em uma indústria moveleira, localizada na região Sudoeste do Paraná. Utilizou-se como instrumento de coleta e análise dos dados a observação direta no processo produtivo, a cronoanálise, folhas de verificação para registros de paradas das máquinas.

Este estudo possui caráter exploratório, sendo um estudo de caso. Para sua elaboração foram utilizados recursos de internet para leitura de artigos, pesquisas bibliográficas, livros, revistas científicas, documentos disponíveis na empresa com históricos dos equipamentos e operadores.

Para esta pesquisa, o intuito foi selecionar o processo com gargalo para ser cronometrado, visto que o processo é o que limita o ritmo de produção e, conseqüentemente, a capacidade produtiva (GOLDRATT, 2002). Na fase de coleta de dados, são definidos os momentos de início e fim do ciclo do processo selecionado. Foram analisados os tipos de materiais utilizados, layout do maquinário, dimensões e descrição das ferramentas, e se a quantidade de maquinário e funcionário é suficiente.

O ciclo deve conter todas as tarefas realizadas na operação ou no posto de trabalho. Os tempos de ciclo são coletados para comporem uma amostra, a qual representa a população dos tempos do processo analisados. À medida que o tamanho de amostra aumenta, a distribuição das médias amostrais se aproxima da distribuição normal (TRIOLA, 2005).

O elemento escolhido para o estudo foi o item perfil, o qual envolve a operação de diversas máquinas para diferentes formas e tamanhos. A escolha deste produto, ocorreu por ser um gargalo na produção de móveis planejados, em todas as suas etapas de: cortar perfil, lixar, furar, limpar e embalar.

De acordo com o Programa de Qualificação de Chefias Intermédias (PRONACI, 2003) para indústrias, a metodologia adotada como base para executar o estudo de métodos e tempos, está direcionado para realização de quatro atividades que deverão ser seguidas para que o

resultado final seja satisfatório. As quatro etapas são: observação; recolha e/ou registro de dados e informações; análise crítica e propostas de novos métodos ou oportunidades de melhorias.

Como instrumento de coleta, utilizou-se um cronômetro de hora centesimal, pelo fato de facilitar a tomada dos tempos. Uma máquina fotográfica que facilita a avaliação e faz registros na íntegra dos movimentos da operação e seus tempos. Folha de verificação, documento este que possui uma tabela na qual são registrados todos os dados pertinentes à operação, bem como, as paradas do equipamento. A prancheta foi usada como suporte na tomada de tempo por ser realizada no local, pois, o cronometrista fica em pé.

Para determinar o número de ciclos a serem cronometrados é necessário inicialmente a observação e registro de tempo gasto pelo operador, por meio de tomada preliminar de tempo. De acordo com Peinado e Graeml (2007), devem ser de cinco a sete cronometragens prévias. Após a tomada preliminar os dados devem ser colocados na equação 1 para obtenção do número de ciclos.

Equação 1 – Fórmula para definir o número de ciclos a mensurar

$$N = \left(\frac{Z \cdot R}{Er \cdot d_2 \cdot \bar{X}} \right)$$

No qual

N=	Número de ciclos cronometrados a serem identificados
Z=	Coefficiente de distribuição normal para uma probabilidade com confiança
R=	Amplitude da amostra
Er=	Erro relativo da medida 5%
d2=	Coefficiente em função do numero de cronometragem realizado
x=	Média dos valores observados

Na prática, costuma-se utilizar o valor de Z (coeficiente de distribuição normal) para uma probabilidade entre 90% e 95% que deve ser estabelecido. Em concordância com a tabela 1 (ER) erro relativo aceitável da medida variando entre 5% e 10%. Dos valores obtidos nas cronometragens prévias obtém os valores de (R) amplitude da amostra e de (X) média dos valores das observações. Finalmente, estabelece o valor de (d2) coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente que será obtido por meio da Tabela 2.

COEFICIENTE DE PROBABILIDADE

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1.65	1.70	1.75	1.81	1.88	1.96	2.05	2.17	2.33	2.58

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Tabela 1 – Coeficiente de probabilidade

COEFICIENTE EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE CRONOMETRAGENS PRELIMINARES

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d ₂	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.970	3.078

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Tabela 2 – Coeficiente em função do número de cronometragens preliminares

Iniciou-se a avaliação do ritmo de trabalho do operador no começo do turno em uma segunda-feira, observando a velocidade que ele desempenha ao executar sua atividade, sua destreza para a tarefa, se apresenta fadiga durante a jornada de trabalho. Notou-se que o operador inicialmente demonstrou intimidação pela situação do seu trabalho estar sendo avaliado, e para este fato não há uma forma técnica de mensurar, a avaliação do ritmo depende do julgamento do cronoanalista. Esta é a fase mais difícil da pesquisa dos tempos, pois, implica diretamente no tempo normal de operação, velocidade abaixo da normal e a velocidade acima da normal.

Para o ajuste dos tempos medidos utilizou-se a avaliação de Menezes (2010), o qual descreve que, deve ser ajustado para cima quando apresentar resultado de uma velocidade acima do normal e ajustar para baixo quando a medição indicar uma velocidade abaixo da normal.

De acordo com Peinado (2007), alguns fatores de tolerância que consomem uma pequena parte do tempo de realização da operação devem ser considerados. Esses fatores para uma jornada de trabalho de oito horas diárias: tolerância para atendimento das necessidades pessoais consomem de 10 a 24 minutos; tolerância para alívio da fadiga que consomem de 72 a 96 minutos; tolerância para espera de trabalho ou de material para realizar o trabalho, só é possível quantificar a partir de observações específicas.

O fator de tolerância pode ser calculado por meio da equação 2:

Equação 2 – Fórmula para cálculo do fator de tolerância

$$FT = \frac{1}{1-p}$$

No qual:

F = Fator de tolerância;

P = Tempo de intervalo dado dividido pelo tempo de trabalho;

Após a obtenção de um número N de amostras válidas, deve-se calcular a média das cronometragens, cujo resultado será o TC (tempo cronometrado). Na sequência calcular o TN (tempo normal) e o TP (tempo padrão), conforme as equações 3 e 4.

Equação 3 – Fórmula para calcular tempo normal

$$TN = TC \times V$$

No qual:

TN = Tempo normal;

TC = Tempo cronometrado;

V = Velocidade de trabalho;

Equação 4 – Fórmula para definir o número de ciclos a mensurar

$TP = TN \times FT$

No qual:

TP = Tempo padrão;

TN = Tempo normal;

FT = Fator de tolerância.

4. Resultados e Discussão

Para este estudo foram levantados os tempos padrões para o método aplicado, cinco tomadas de tempo preliminares foram realizadas para definir a quantidade de ciclos a serem mensurados. Para a operação objeto desta pesquisa foram obtidos os tempos de cada uma, o tempo médio, o tempo total, a amplitude e demais dados pertinentes a execução dos cálculos que definem o número de ciclos apresentados na Tabela 4, 5 e 6.

Perfil	DADOS EM MINUTOS				
	coleta 1	coleta 2	coleta 3	coleta 4	coleta 05
Cortar perfil	0,500	0,330	0,500	0,500	0,52
Lixar perfil	0,250	0,233	0,267	0,250	0,233
Furar perfil	0,320	0,360	0,280	0,330	0,36
furar caneco	0,080	0,090	0,100	0,090	0,08
Limpar	0,100	0,150	0,140	0,140	0,13
Embalar	0,180	0,160	0,170	0,170	0,160
TOTAL	1,430	1,323	1,457	1,480	1,483

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 4 – Mensuração preliminar de tempo em minutos

Inicialmente foram coletadas várias amostras totalizando 35 tempos, no primeiro momento foram realizadas coletas com o cronometro para gerar os valores em segundos. Assim, esses valores foram transformados em minutos para facilitar a realização do trabalho. A média de tempo total foi calculada, assim com a amplitude sendo diminuído o maior e menor tempo para encontrar a sua extensão.

Perfil	DADOS EM SEGUNDOS				
	coleta 1	coleta 2	coleta 3	coleta 4	coleta 05

Cortar perfil	30	19,8	30	30	31,2
Lixar perfil	15	14	16	15	13,98
Furar perfil	19	21,6	16,8	19,8	21,6
furar caneco	5	5,4	6	5,4	4,8
Limpar	6	9	8,4	8,4	7,8
Embalar	11	9,6	10,2	10,2	9,6
TOTAL	86	79,4	87,4	88,8	88,98

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 5 - Mensuração preliminar de tempo em segundos

Neste estudo, foi utilizado um grau de confiança de 95% o qual corresponde um valor Z igual a 1,96. Em relação ao erro foi utilizado 5%, e um coeficiente de número preliminar de coleta de tempo de 2,326 relacionado a 5 coletas. Com isto, os dados foram inseridos na fórmula para identificar quantas coletas são de fato necessárias para um valor confiável resultando em 3 coletas.

UM	media (X)	(R)amplitude	Z(95%)	D2(5amostras)	ER 5%
MINUTOS	1,4346	0,160	1,96	2,326	0,05

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 6 – Cálculos preliminares

Para definir o número de ciclos à mensurar por meio de sua fórmula, obteve-se os seguintes valores: Tempo médio (X) igual a 1,4346 minutos, Amplitude da amostra (R) igual a 0,160 minutos, para o coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade normal com confiança (Z) 1,96. Coeficiente em função do número de cronometragem realizado (d2) igual a 2,326 minutos e Erro relativo (ER) conforme a Tabela 6 foi de 0,05 minutos. Na equação 5 esta representada a fórmula para definir o número de ciclos a mensurar nesta pesquisa.

Equação 5 – Fórmula para definir o número de ciclos a mensurar

$$N = \left(\frac{1,96 \times 0,16}{0,05 \times 2,326 \times 1,4346} \right)^2$$

A realização do cálculo demonstrou o valor de 3,24 considerado um valor baixo de acordo com análise realizada por Peinado e Graeml (2007) que explicam o tamanho da amostra por meio da análise do grau de confiança, descrevem que quanto maior ele for, maior será o valor de Z. Quanto maior a amplitude da amostra maior será o valor de N, mas, quanto menor o tamanho da amostra maior será o erro tolerável. Se maior for o valor da média, menor será o tamanho da amostra isto ocorre devido ao grau de precisão na mensuração do tempo de atividades longas ser maior que na mensuração de atividades curtas.

Então, se maior for o tamanho da amostra inicial, mais precisa será a mensuração, pois d2 aumenta à medida que aumenta o número de cronometragens iniciais. Assim como d2 se encontra no denominador, quanto maior a amostragem inicial menor será o valor de N.

Nas definições supracitadas, buscando uma confiabilidade de 95% e um erro de 5% o valor obtido deve ser arredondado para 3, pois essas medições são suficientes para determinar o tempo padrão do processo estudado.

Em seguida, após identificar que três coletas são necessárias para um tempo confiável, inicia-se uma nova fase para descobrir o tempo padrão do processo, calculando o tempo normal multiplicando o tempo coletado por 1(um) que representa 100%.

TEMPO NORMAL=TEMPO CRONOMETRADO*1(1=100% RITMO DE TRABALHO NORMAL)

TN=1,4033*1

TN = **1,403**

	coleta 1	coleta 2	coleta 3	MEDIA
Cortar perfil	0,500	0,330	0,500	
Lixar perfil	0,250	0,233	0,267	
Furar perfil	0,320	0,360	0,280	
furar caneco	0,080	0,090	0,100	
Limpar	0,100	0,150	0,140	
Embalar	0,180	0,160	0,170	
TOTAL	1,430	1,323	1,457	1,403333

Fonte: Elaborado pelo autor, 20018.

Tabela 7 – Coletas

Na sequência foram identificadas as paradas para calcular o fator de tolerância e multiplicar pelo tempo normal obtendo assim o tempo padrão, conforme:

a) **FATOR DE TOLERÂNCIA= 1/1- TEMPO DE INTERVALO DIVIDIDO PELO TEMPO DE TRABALHO**

*minutos trabalhados =1dia=8h=480minutos

*paradas= 10 minutos de alongamento

*15 banheiro durante o dia

*30minutos setup

FT=1/1-P

FT=1/1-(55/480)

FT= **1,129**

b) **TEMPO PADRÃO=TEMPO NORMAL*FATOR DE TOLERÂNCIA**

TP=1,403*1,129 TP = **1,5839**

Na linha de produção analisada, os métodos de medidas do trabalho apresentaram valores estatísticos significativos, tal conclusão esta fundamentada nos resultados obtidos que três coletas são necessárias para um tempo confiável, inicia-se uma nova fase para descobrir o tempo padrão do processo e assim identificar e corrigir os erros do processo.

5. Considerações finais

Este estudo, com foco na capacidade produtiva, crescimento industrial, afim de obter melhoria no processo, demonstrou a importância da cronoanálise como ferramenta para avaliação de tempos e métodos, bem como, auxiliando na identificação de operações desnecessárias.

Com esta pesquisa foi possível identificar a necessidade de treinamento operacionais, definição de carga homem e carga máquina, padronização das tarefas por meio de instruções de trabalhos (I.T), e realocação de máquinas. Estas propostas de alterações podem ser facilmente aplicadas na indústria objeto deste estudo.

A partir das observações diretas realizadas, dos tempos coletados, cálculos efetuados, com embasamento na teoria sobre capacidade produtiva, buscou-se evidenciar como a aplicação da cronoanálise pode influenciar positivamente no aumento da produtividade mediante melhorias operacionais.

Com a utilização da cronoanálise foi possível definir o tempo padrão real para o item perfil em cada etapa do processo de produção de móveis, o estudo de tempos métodos demonstra possíveis melhorias.

Para trabalhos futuros recomenda-se estudo dos impactos dos fatores fisiológicos no ritmo de trabalho do operador, tendo como foco o fator humano, o qual influencia na qualidade do trabalho e na competitividade.

Referências

BARNES, Ralph Mosser. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. 6ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

DEWES, L. F. Setor de cronoanálise: estudo de caso em uma empresa de estamparia do vale do sinos, Novo Hamburgo, RS, 2010.

DIGIESI, Salvatore, KOCK, Ad A. A., MUMMOLO, Giovanni e ROODA, Jacobus E. *The effect of dynamic worker behavior on flowtime performance.* *International Journal of Production Economics*, v. 120, p. 368-377, 2009

DURAN, Cengiz, CETINDERE, Aysel e AKSU, Yunus Em. *Productivity improvement by work and time study technique for earth energy-glass manufacturing company.* *Procedia Economics and Finance*, v. 16, p. 109-113, 2015.

FELLIPE, A. D. Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT, IX., 2012, Resende, Anais eletrônicos. Rio de Janeiro, SEGET, 2012. Disponível em < <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22316596.pdf> >. Acesso em: 25 de Maio de 2018.

GOLDRATT, Eliyahu Moshe. A Meta: um processo de melhoria contínua. 2ª. ed. São Paulo: Nobel, 2002.

HENDRICK, Hal W. *Applying ergonomics to systems: some documented “lessons learned”.* *Applied Ergonomics*, v. 39, p. 418-426, 2009.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

MENEZES, H. F. Estudo de caso sobre a implantação da cronoanálise na Silkgraf-ME. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Produção) – Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga. São Paulo, 2010.

PEINADO, J.; GRAEMI, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. 1 ed. Curitiba: UnicenP, 2007.

PRONACI – Programa Nacional de Qualificação de Chefias Intermédias. Métodos e Tempos. Ficha Técnica PRONACI. Associação Empresarial de Portugal, 2003.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart e JOHNSTON, Robert. Administração da Produção, 3ª. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009

SUGAI, Miguel. Avaliação do uso do *MTM (Methods-Time Measurement)* em uma empresa metal-mecânica. Dissertação (Mestrado. Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000307213&fd=y> Acesso em: 23 de Maio de 2018.

TRIOLA, Mario F. Introdução à estatística, 9ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.