

Aplicação do Estudo de Tempos e Métodos na Montagem de um Caminhão de LEGO®

Peterson Diego Kunh (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) petersond@utfpr.edu.br
Amanda Regina dos Santos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) amandarsantos17@gmail.com
Cristiano Mesquita Cardoso Junior (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) criscar_jr@hotmail.com
Eduardo Tomaz da Silva (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) duhtoomaz.amp@gmail.com
Lucas Duarte Soares (Universidade Estadual do Oeste do Paraná) lucas.2012@alunos.utfpr.edu.br

Resumo: A necessidade por métodos eficazes para o aumento da produtividade e diminuição do desperdício é uma preocupação comum entre as inúmeras indústrias espalhadas ao redor do mundo. A cronoanálise e a determinação do tempo-padrão são algumas das ferramentas específicas do Estudo de Tempos e Métodos para que esses objetivos sejam alcançados. O presente estudo teve por objetivo a análise dos números fornecidos pelos cálculos relacionados ao tempo-padrão, ao aplicar suas etapas na utilização de blocos de LEGO® para a montagem de um caminhão. O caminhão, produto aqui estudado para a aplicação de tais métodos, é montado contendo uma cabine e três carrocerias.

Palavras chave: estudo de tempos, estudo de métodos, padronização, cronoanálise.

Application of the Motion and Time Study on Setting-Up a LEGO® Truck

Abstract: The need for effective methods to increase productivity and reduce waste is a common concern among the many industries around the world. Chrono Analysis and the determination of the standard time are some of the specific tools of the Study of Times and Methods to achieve these goals. The aim of the present study was to analyze the numbers provided by the calculus related to the standard time, when applying its steps in the use of LEGO® blocks for setting-up a truck. The truck, product here studied for the application of those methods, is set containing one cabin and three semi-trailers (detachables).

Key-words: study of times, study of methods, standardization, chronoanalysis

1. Introdução

A busca pela lucratividade e melhor produtividade são objetivos em comum entre os diversos tipos de empresa no mercado. Com tais objetivos alcançados as mesmas são colocadas em posição de vantagem no mercado e diante dos concorrentes. Entretanto, os processos instituídos para melhoria da produção devem levar em conta alguns requisitos como qualidade e padronização, já que um processo falho reflete em desperdício financeiro e do tempo tomado ao tentar corrigi-lo.

Para Moreira (2012), existem diversas maneiras de medir a produção e encontrar caminhos para uma maior produtividade, uma delas é o estudo dos tempos do processo. Os tempos estão envolvidos em todas as atividades de cada setor e departamento, e com o estudo e melhoria dos mesmos tem-se conseqüentemente menos tempo ocioso do operador, menos tempo de parada de produção e melhor tempo consumido em cada etapa.

Assim, no presente estudo, visou-se a aplicação de algumas das importantes ferramentas do Estudo dos Tempos e Métodos para a montagem de um caminhão de lego, dentre elas a cronoanálise e o tempo padrão. Vale ressaltar que a cronoanálise é uma completa observação da cronometragem dos tempos dos processos que, com seu resultado, é possível obter o

tempo-padrão do mesmo (ANIS, 2019).

O tempo padrão, calculado neste trabalho após a cronometragem dos tempos de montagem do caminhão, é o número-padrão de uma medida de tempo, neste estudo em segundos, que um operador devidamente qualificado consome ao realizar uma tarefa. Este tempo se relaciona com a tarefa executada em seu estado normal de trabalho (descansado, atento) e condições favoráveis do ambiente (luminosidade adequada, ergonomia correta, etc) (BARNES, 1977).

2. Desenvolvimento

2.1 O Estudo de Tempos e Métodos

Os pioneiros no estudo de tempos e métodos, Taylor e o casal Gilbreth, tiveram como objetivo a determinação do melhor método para execução de um trabalho, mediante a análise dos movimentos feitos pelo operador durante a operação e os tempos previstos (tempo padrão) e o tempo real.

O estudo de tempos e métodos pode ser definido como um estudo de sistema que possui pontos identificáveis de entrada - transformação - saída, estabelecendo padrões que facilitam as tomadas de decisões. Assim, pode-se favorecer o acréscimo da produtividade e prover-se de informações de tempos com o objetivo de analisar e decidir sobre qual o melhor método a ser utilizado nos trabalhos de produção (Furlani, 2011).

Para o desenvolvimento do método preferido, algumas etapas devem ser seguidas:

- a) Definir e formular o problema: Processo a ser estudado;
- b) Análise do problema: Descrição do método atual com suas respectivas especificações e restrições;
- c) Avaliação do método atual: Ao encontrar possíveis soluções, deve-se realizar uma avaliação para determinar a sequência de operações e procedimentos que mais se aproximem da solução ideal;
- d) Padronização do melhor método encontrado: Devem-se conservar fatores e condições de trabalho, tais como, conjunto de movimentos do operador, dimensões, forma e qualidade do material, ferramentas e dispositivos, após serem padronizados. Para se resguardar os padrões, deve ser feito um registro do método padronizado da operação, fornecendo descrição detalhada da operação que foi analisada. A determinação do tempo-padrão poderá ser usada no planejamento e programação de estimativa de custos da mão-de-obra, poderá servir como base para o plano de incentivos salariais e também para a área de planejamento e controle da produção.
- e) Treinamento dos operadores: Para a eficiência do método de trabalho é necessário que o operador execute a operação da maneira predeterminada. O treinamento é dado por pessoas habilitadas, e algumas ferramentas como folhas de processo, gráficos, modelos e filmes podem auxiliá-las durante este processo.

Para Barnes (1977), os equipamentos necessários para execução de um estudo de tempos consistem em: um cronômetro, uma filmadora, uma prancheta e uma folha de observações ou cronometragem (usada para o registro dos tempos, descrição da operação, nome do operador, especificações do material e ferramentas, data e local do estudo).

O estudo de tempos padrão definido como o processo de determinação do tempo necessário

para a execução, em condições padronizadas dos trabalhos produtivos, necessita sempre de especificações prévias do método empregado para essa execução, o qual deve ter sido submetido a um estudo de métodos. Para Furlani (2011) os princípios e técnicas do estudo de métodos são universais, valendo para qualquer atividade que envolva o trabalho humano. Porém, a essência de "melhor método" depende de cada trabalho em cada situação particular. Não significa necessariamente "o mais econômico", podendo fatores não econômicos intervir consideravelmente na decisão sobre qual é a melhor entre diversas alternativas de execução de um trabalho.

2.2 Montagem do caminhão

O procedimento operacional padrão (POP) é um documento organizacional que traduz o planejamento do trabalho a ser executado, ou seja, ele estabelece de forma minuciosa os detalhes de um processo, elencando aspectos como sequência de procedimentos, materiais utilizados, responsáveis por cada etapa e quaisquer outras informações relevantes para que a tarefa seja realizada dentro dos padrões de qualidade esperados.

Considerando este conceito, foi desenvolvido o POP para a montagem de um caminhão de LEGO, dividido 6 etapas:

Etapa 01 - Separar as peças: separar todas as peças que compõem o produto (Quadro 1). Seguindo a lista de materiais, que deverá incluir todas as peças e suas respectivas quantidades e cores para o desenvolvimento da operação de montagem do caminhão.

Descrição	Imagem	Quantidade
Roda Neutra (peça preta e pneu cinza)		2
Roda macho (peça preta e pneu cinza)		3
Roda femea (peça preta e pneu cinza)		3
Peça vermelha 4x2		5
Chanfro 2x1		2

Peça amarela 4x2		9
Peça amarela 6x1		6
Peça amarela 2x1		6

Quadro 1 – Lista das peças

Fonte: autores

Etapa 02 - Montagem da cabine: dispor duas peças vermelhas 4x2 lado a lado, em seguida sobrepor mais duas peças iguais. Para fixar as peças fazer a junção com mais uma peça vermelha 4x2 na transversal. Colocar os chanfros vermelhos 2x1 (Figura 1).

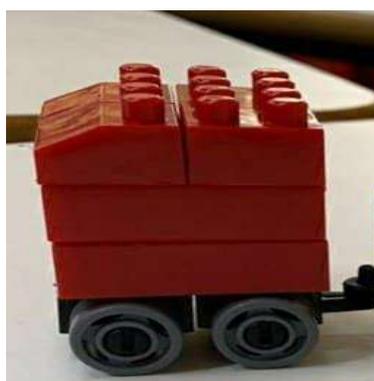


Figura 1 - Cabine do Caminhão

Fonte: autores

Etapa 03 - Montagem da primeira carroceria (Figura 2): dispor 3 peças amarelas 4x2 lado a lado. Para uni-las deve ser colocado uma peça amarela 6x1 em cada uma de suas laterais de maior comprimento. Deve-se colocar na parte frontal e traseira de menor comprimento uma peça amarela 2x1. E em seguida coloca-se uma roda fêmea na parte frontal e inferior, e uma roda macho na parte traseira e inferior.

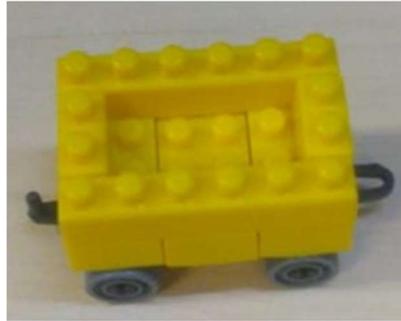


Figura 2- Primeira Carroceria do Caminhão
Fonte: autores

Etapa 04 - Montagem da segunda carroceria (Figura 3): dispor 3 peças amarelas 4x2 lado a lado. Para uni-las deve ser colocado uma peça amarela 6x1 em cada uma de suas laterais de maior comprimento. Deve-se colocar na parte frontal e traseira de menor comprimento uma peça amarela 2x1. E em seguida colocar uma roda fêmea na parte frontal e inferior, e uma roda macho na parte traseira e inferior.

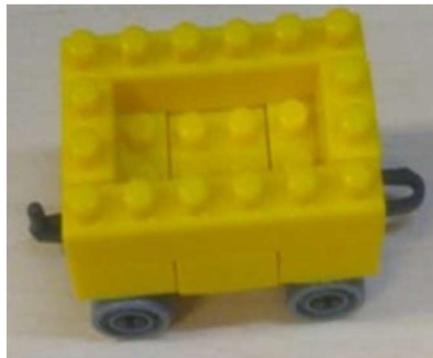


Figura 3 - Segunda Carroceria do Caminhão
Fonte: autores

Etapa 05 - Montagem da terceira carroceria (Figura 4): dispor 3 peças amarelas 4x2 lado a lado. Para uni-las deve ser colocado uma peça amarela 6x1 em cada uma de suas laterais de maior comprimento. Colocar na parte frontal e traseira de menor comprimento uma peça amarela 2x1. Em seguida colocar uma roda fêmea na parte frontal e inferior, e uma roda neutra na parte traseira e inferior.



Figura 4 - Terceira carroceria do caminhão
Fonte: autores

Etapa 06 - Junção de cabine e carrocerias (Figura 5): unir a cabine de maneira com que o engate macho se una ao engate fêmea da primeira carroceria. O restante dos engates deve se unir da mesma maneira como o primeiro até a carroceria 2 se unir a carroceria 3.

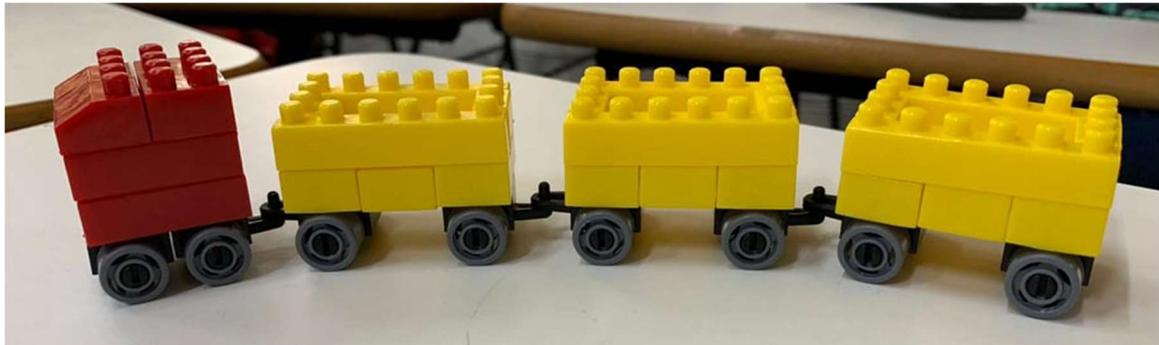


Figura 5- Caminhão de LEGO Completo

Fonte: autores

2.3 Cronoanálise

O início da ideia da cronoanálise surgiu no Estudo dos Tempos e Movimentos desenvolvido por Frederick Taylor. Para melhor compreensão das origens da cronoanálise, Taylor seguiu os seguintes princípios, que são:

- a) Substituição total de métodos improvisados ou empíricos por métodos testados e com respaldo científico, fator essencial para garantir um bom planejamento;
- b) Fazer uma seleção dos colaboradores de acordo com suas melhores habilidades e treiná-los para o cargo que irão ocupar;
- c) Manter uma supervisão constante para avaliar se o trabalho está sendo realizado conforme estabelecido.

A cronoanálise é uma ferramenta muito utilizada nas indústrias, tendo como seu foco principal identificar quanto tempo realmente é necessário para concluir determinada tarefa, com a finalidade de se calcular o tempo padrão de cada operação de um produto ou processo para se ter um maior conhecimento e controle das linhas de produção.

Com uma simples cronoanálise e estudo da cadeia de produção é possível obter diversas informações estratégicas sobre a produção, consegue também fazer que a empresa sempre esteja atuando na melhor forma possível, pois além de conseguir encontrar erros durante a produção é possível corrigi-los, fazendo com que seja evitado futuros desperdícios.

Para uma boa cronoanálise se deve seguir os seguintes passos:

- a) Definir a operação a ser medida na cronoanálise: Definir o processo a ser avaliado e As fases cronometradas não podem ser curta e nem complicadas demais;
- b) Definir o operador que participará da cronoanálise: Tem que tomar muito cuidado nessa fase, pois não se pode escolher um funcionário que faz a atividade muito rápido pelo fato de os restantes dos funcionários não conseguirem acompanhar o mesmo ritmo e nem um funcionário que faz lento demais, pois assim não conseguirá realmente saber qual a sua capacidade de produção;
- c) Cronometrar: Observar e cronometrar a atividade no mínimo 20 vezes, para se fazer uma

média dos tempos;

d) Avalie o ritmo de trabalho durante a cronoanálise e determine tolerâncias: Tome como base um funcionário em condições normais como nível de 100%. Estabeleça uma taxa de tolerância para o dia de trabalho analisado, geralmente é utilizado uma tolerância entre 5% a 10%, pois durante o dia o trabalhador tem que ir ao banheiro, tomar água entre outras atividades;

e) Calcular o Tempo Padrão da operação: Primeiro é calculado o Tempo Real, que é a média dos tempos medidos. Se caso houver algum tempo fora da curva, esse tempo é eliminado e feito a média dos tempos restantes. Segundo é calculado o Tempo Normal, que calculado com seguinte equação 1:

$$TN = TR \times \frac{EF}{100} \quad (1)$$

Sendo:

TN = Tempo Normal

TR= Tempo Real

EF = Eficiência

Terceiro e último é calculado o Tempo Padrão da atividade, podendo ser calculado de duas formas, quando a tolerância é dada em função do tempo da operação (2) e quando a tolerância é dada em função do dia de trabalho (3)

$$TR = TN \times \frac{(100 + T)}{100} \quad (2)$$

$$TR = TN \times \frac{100}{(100 - T)} \quad (3)$$

Sendo:

TR= Tempo Real

TN= Tempo Normal

T = Tolerância.

2.4 Cálculo do Tempo Padrão

Neste trabalho foi realizada a montagem de um caminhão de lego para realizar o cálculo do tempo padrão da montagem do mesmo. Para obter uma boa cronoanálise é necessário seguir cinco passos citado acima e neste estudo não foi diferente, onde os cinco passos será descrito abaixo.

Primeiro passo foi dividir a montagem em três operações e definir o início e término de cada uma delas. A primeira operação é a montagem da cabine, tendo início quando o operador pegar a primeira peça vermelha 4x2 com a mão esquerda e término quando o operador perder o contato com a última roda. A segunda operação é a montagem da carroceria 1 e 2, pelo fato delas serem iguais podem ser feitas juntas, essa operação tem início quando a mão esquerda do operador entrar em contato com a peça amarela 4x2 e término quando o operador perder o contato com a última roda da carroceria 2. A terceira operação é a montagem da carroceria

3, tendo início quando a mão direita do operador entrar em contato com a peça amarela 4x2 e término quando o operador perde o contato com a última roda.

Após definir o início e término de cada operação foi selecionado um integrante do grupo para realizar as operações, o operador está em suas condições normais, ou seja um eficiência de 100% e foi atribuído uma tolerância de 10% durante o dia de trabalho, foram cronometrados (em segundos) vinte vezes para às três operações, que será mostrado na Tabela 1 abaixo.

CICLO	OPERAÇÃO 1	OPERAÇÃO 2	OPERAÇÃO 3
1	15,39	32,41	18,81
2	12,5	29,75	18,72
3	11,64	30,5	17,78
4	12,85	28,61	16,63
5	10,89	28,01	22,52
6	12,2	26,72	16,54
7	12,91	23,85	19,73
8	15,09	30,14	16,32
9	12,62	22,94	13,84
10	11,5	25,84	17,7
11	9,32	24,67	15,17
12	11,29	28,32	19,25
13	9,15	26,78	15,44
14	11,89	26,75	17,04
15	11,65	25,24	19,24
16	12,48	24,26	16,61
17	10,22	25,36	13,58
18	13,15	24,82	18,79
19	10,31	25,42	15,2
20	11,26	25,75	16,19

Tabela 1 - Tempos Cronometrados

Fonte: autores

Após a tomada dos tempos de cada operação é necessário fazer o cálculo dos tempos reais, normais e padrões de cada operação separadas e no final juntar para saber o tempo real, normal e padrão da operação completa.

Primeiramente será calculado o Tempo Real de cada operação, que é a média dos tempos,

como explicado acima, se tiver algum tempo muito diferente dos outros ele é eliminado e feito a média com os restantes dos tempos. Depois será calculado o Tempo Normal da operação, lembrando que o operador estava nas suas condições normais, com uma eficiência de 100%, fazendo que o tempo real seja igual o tempo normal. Por último será calculado o tempo padrão com tolerância dada em função do dia de trabalho. Feito isso, chegou-se nos seguintes resultados apresentados na Tabela 2:

Tempos (segundos)	OPERAÇÃO 1	OPERAÇÃO 2	OPERAÇÃO 3	TEMPO TOTAL DA OPERAÇÃO
TEMPO REAL	11,55	26,51	17,15	55,21
TEMPO NORMAL	11,55	26,51	17,15	55,21
TEMPO PADRÃO	12,77	29,45	19,06	61,28
DESVIO PADRÃO	1,602673671	2,502901684	2,171163889	

Tabela 2 - Resultado de cada operação

Fonte: autores

Na operação 1 foram eliminados os tempos 1 e 8, na operação 2 foi eliminado o tempo 1 e na operação 3 foram eliminados os tempos 5 e 9.

Para confirmar se o tanto de tempos tomado foram o suficiente para realização do estudo foi utilizado a seguinte equação 4:

$$N = \left[\frac{100 \times z \times s}{a \times x} \right]^2 \quad (4)$$

Sendo:

z = número de desvios padrão da normal padronizada, correspondente ao grau de confiança C desejado.

s = desvio padrão da amostra de medidas. (Maior valor entre às três operações)

a = precisão final desejada, em porcentagem.

x = média da amostra de medidas.

Para a realização deste cálculo foi utilizado um grau de confiança de 95%, assim tendo um valor de z = 1,96 (valor tabelado), uma precisão na medida de 10% e o desvio padrão utilizado foi da operação 2, por ele ser o maior entre os três e conseqüentemente o tempo médio (Tempo Real) também será da operação 2.

$$N = \left[\frac{100 \times 1,96 \times 2,503}{10 \times 26,51} \right]^2$$

$$N = 3,42 \text{ ciclos}$$

Portanto seria necessário 4 medidas de tempo para realizar o trabalho nas seguintes descrições que foram descritas acima. Para 20 tomadas de tempos obteve-se uma precisão de 4,13%.

Após a cronoanálise se obteve que o tempo padrão da operação no total é de 61,28 segundos, ou seja, leva 61,28 segundos para a produção de uma unidade, para se obter a produção de uma hora foi feito o seguinte cálculo:

$$61,28 \text{ s} \quad 1 \text{ un}$$

$$3600 \text{ s} \quad Y \text{ un}$$

$$Y = 58,75 \text{ un/h}$$

Portanto um operário em condições normais realizando às três operações da montagem do caminhão consegue fazer uma produção de 58 unidades por hora.

3. Conclusão

Com a crescente competitividade no cenário mundial, as empresas estão sempre em busca da chamada qualidade total, alcançada com o devido acompanhamento e aperfeiçoamento contínuo de seus produtos ou serviços. Nessa busca, é importante determinar mecanismos de controle dos processos para que continue a produzir resultados satisfatórios, mesmo diante de algum problema, como falta de funcionário ou uma eventual troca de equipe. Dentro desse contexto, uma das principais ferramentas de controle e gestão dos processos é o Procedimento Operacional Padrão (POP).

4. Referências

ANIS, Gerson Castiglieri. **A Importância dos Estudos de Tempo e Métodos para Controle da Produtividade e Qualidade.** Disponível em: <<http://www.polimeroseprocessos.com/imagens/tempometodos.pdf>> Acesso em 27 de junho de 2019.

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

BARNES, R. **Estudo de Movimentos e de Tempos, Projeto e Medida do Trabalho.** São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

TAYLOR, F. W. **Princípios de Administração Científica.** 8 ed. São Paulo: Atlas, 1990.