

# Análise de posto de trabalho com aplicação do MTM como ferramenta para padronização de tempo

*Work station analysis applying MTM as a time-standardization tool*

Luiz Carlos de Andrade Ribeiro Junior

Mestrando em Engenharia Mecânica com ênfase em Produção, Departamento de Produção da Universidade de Taubaté – UNITAU. Taubaté, SP – Brasil. luiz.ribeirojunior@mpsa.com

Carlos Alberto Chaves

Doutor em Engenharia Mecânica, Departamento de Produção da Universidade de Taubaté – UNITAU. Taubaté, SP – Brasil. carlosachaves@yahoo.com.br

## Resumo

Neste estudo de caso, analisa-se um posto de trabalho de uma empresa fabricante de veículos, denominado Posto ECOM, em que ocorre a liberação do veículo para comercialização. A fim de identificar melhorias e reduzir os desperdícios, foram mapeados os deslocamentos, o *layout*, as operações e os tempos referentes às operações, realizando um diagnóstico do processo de produção. Para realizar as melhorias pretendidas e a padronização do tempo, utilizou-se a ferramenta de análise de tempo MTM (*Methods-Time Measurement*), que é um sistema de tempos pré-determinados, utilizado por várias empresas e mundialmente conhecido. A redução de tempo é necessária para que a empresa atinja o objetivo de aumentar sua produção, no ano de 2012, passando a produzir de 29 a 40 veículos por hora. Com as melhorias propostas neste estudo, foi possível aumentar a capacidade produtiva do posto em 39,39%, superando as expectativas.

**Palavras-chave:** Análise de Posto. Estudo de tempos e métodos. MTM (*Methods-Time Measurement*).

## Abstract

In this case study, we analyze a work station, called ECOM, in a vehicle-manufacturing company. The work station's function is to release vehicles for sales. In order to make improvements and reduce waste, a diagnosis of the production process was made, mapping displacements, layout, operations and times for the operations. To obtain the intended improvements and time standardization, we used an analysis tool called MTM (*Methods-Time Measurement*), which is a globally-recognized system of predetermined times and is used by many companies. Time reduction is necessary for the company to achieve the goal of increasing its production in the year 2012 to 29 to 40 vehicles per hour. With the improvements proposed in this study it was possible to increase the productive capacity of the station by 33.39%, exceeding expectations.

**Key words:** Work station analysis. Times and methods study. MTM (*Methods-Time Measurement*).

## 1 Introdução

A globalização, o avanço da competitividade e a aceleração do consumo no mercado automotivo – que conforme Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA (2011), desde 2003, apresenta crescimento na venda de veículos –, têm obrigado as empresas a uma constante redução de custo e a promover uma melhoria contínua em processos com o intuito de atrair mais investimentos e adquirir maior eficiência, aumentando sua parcela nesse mercado. Diante desse cenário, as organizações se apoiam em recursos tecnológicos para produzir mais com menos custo e menor desperdício, procurando assim, a padronização dos seus processos, e ter controle do tempo de trabalho se destaca como item importante para que atinjam essas metas.

O estudo de tempos foi originado por Taylor no início do século 20 e é usado para estabelecer tempos-padrão para o desempenho no trabalho. Uma das formas de determinar o tempo-padrão das atividades é por meio do uso de sistemas de tempos pré-determinados.

Um desses sistemas de tempos pré-determinados, desenvolvido por H. B. Maynard, G. J. Stegemerten e J. L. Schwab, em 1948, é o *Methods-Time Measurement* (MTM), cujo nome, de acordo com Sugai (2003), pode ser traduzido como medição do tempo de método. Trata-se do processo de tempos pré-determinados mais difundido em todo o mundo, pertencente ao instrumento básico dos estudos da administração operacional de prazos (EPIC DO BRASIL, 2002). Novaski e Sugai (2002) ressaltam que a aplicação dessa metodologia é bastante difundida mundialmente, sendo aplicada em diversas empresas de países europeus, como a Alemanha e a Suécia.

Segundo Slack, Chamber e Johnston (2007), pode-se tomar como exemplo das vantagens da padronização de trabalho a fábrica Nummi – New

United Motor Manufacturing –, instalada em Fremont, na Califórnia, que a General Motors (GM) fechou, em 1982, por possuir, entre outras causas, baixa produtividade e que, no fim de 1986, a nova proprietária, a Toyota, mais do que dobrou a produtividade da antiga fábrica.

Na busca por desenvolver melhores condições de trabalho no setor têxtil, o artigo escrito por Dragcevic et al. (2002) mostra o uso do MTM aliado ao estudo da ergonomia, e o trabalho de Sugai (2003) apresenta como o conceito MTM está sendo utilizado, avaliando a reação dos funcionários de chão de fábrica. A substancial redução da quantidade de documentação permitia que os analistas concluíssem os estudos de forma mais rápida e com a possibilidade de realizar atualizações mais facilmente. Outra pesquisa que mostra o uso do sistema de tempos pré-determinados no desenvolvimento de sistemas de gestão mais eficientes é apresentada por Ciupak (1991). Nesse estudo, o autor apresenta as dificuldades na gestão da manutenção da companhia de gás e eletricidade de Oklahoma (USA). A partir do tempo-padrão definido a empresa pode planejar suas operações atingindo uma melhor taxa de uso de mão de obra e equipamento.

A empresa fabricante de veículos estudada neste artigo necessita aumentar a sua produtividade e enfrenta dificuldades como a falta de padronização de tempo e postos com grandes deslocamentos dos operadores. As operações não são detalhadas e o cálculo do tempo é realizado pela cronometragem direta. Esses problemas vêm ao encontro dos listados nos estudos mencionados em que foi aplicada a padronização e o MTM, obtendo-se resultados satisfatórios, o que justifica a escolha desse método neste trabalho.

Espera-se, com este estudo de caso, oferecer uma ferramenta que possibilite à empresa, no ano de 2012, aumentar sua produtividade, passando a fabricar de 29 a 40 veículos por hora na linha de montagem.

Para tanto, neste artigo, objetivou-se analisar um posto de trabalho de uma empresa fabricante de veículos, realizando um diagnóstico do processo, visualizando e esboçando o posto de trabalho, detalhando as operações e os tempos, padronizando o método de tempos por meio da utilização da ferramenta MTM, a fim de identificar os desperdícios e propor modificações para melhorar o processo de montagem.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 Arranjo físico

A alteração de *layout* tem implicações práticas no sistema produtivo, podendo afetar uma organização. Por exemplo, uma mudança pode atender às prioridades competitivas por facilitar o fluxo de materiais e o de informações, aumentar a eficiência da utilização de mão de obra e de equipamentos, a conveniência dos clientes e as vendas, além de reduzir os riscos dos trabalhadores, melhorar o moral dos funcionários e a comunicação entre as áreas envolvidas no sistema produtivo (COSTA, 2004).

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2007), após as definições estratégicas de produção e da escolha do local onde será fisicamente instalado o *layout*, é necessária a seleção do tipo de processo, a do arranjo físico e a do projeto.

Para a seleção do tipo de processo e do arranjo físico básico, Lee e Quazi (2001) consideram como dados importantes a análise de produto-volume, dos processos existentes, do estoque, do espaço disponível, da organização (tamanho, número de funcionários, por exemplo), do fluxo de materiais, além da identificação da infraestrutura física onde o processo será instalado.

No que se refere aos arranjos físicos, de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2007), tem-

se os arranjos físico posicional, por processo, físico celular e por produto.

Na seleção do projeto detalhado de arranjo físico, ocorre o que Lee (1998) define como planejamento de *layout*, no chamado microespaço, onde são alocados os equipamentos, móveis e estações de trabalho, dentro do que se convencionou denominar de Unidade de Planejamento de Espaço (UPE) – unidade que é considerada quando se define o *layout* em uma empresa.

### 2.2 MTM (Methods-Time Measurement)

Segundo a associação MTM do Brasil (2005), o *Methods-Time Measurement* é um sistema de tempos pré-determinados que tem como base o estudo de tempos e movimentos para melhorar as operações em uma linha de produção.

A base para o desenvolvimento do sistema de tempos pré-determinados foram os trabalhos desenvolvidos por Frederic W. Taylor (1856-1915) – considerado o pai da administração científica, que realizou estudos sobre a divisão do trabalho e sobre o tempo – e pelo casal Frank e Lillian Gilbreth (1868-1924) – que realizaram a divisão ainda maior dos elementos de trabalho de Taylor, criando os 17 elementos de movimento de *Therbligs* e também a análise sobre a movimentação das duas mãos do operador, ficando conhecida como Análise Bimanual.

Pode-se definir tempo-padrão como a quantidade de tempo que um trabalhador qualificado deveria levar para completar determinada função, trabalhando em ritmo sustentável, utilizando determinados métodos, ferramentas e equipamentos e determinadas matérias-primas, para uma configuração específica do ambiente de trabalho (STEVENSON, 2001). Outros autores, como Maynard (1970), Mundel (1978), Martins e Laugeni (2000), também adotam essa mesma definição.

O sistema de tempos pré-determinados constitui um conjunto de técnicas avançadas que tem por objetivo definir o tempo necessário para executar diferentes operações, baseando-se em tempos previamente estabelecidos para os respectivos movimentos e não por observação e cronometragem direta (GINEBRA, 1980; GRACIA, 2005). Nesse sistema, analisam-se os movimentos executados pelo trabalhador em seu posto de trabalho e, para cada movimento básico executado, existe um tempo-padrão estabelecido, determinado pela natureza do movimento e pelas condições sob as quais o movimento é realizado (MAYNARD; STEGEMERTEN; SCHWAB, 1948).

O estudo de tempos, originado por Taylor, é usado para estabelecer tempos-padrão para o desempenho no trabalho, e estes incluem tolerâncias para pausa e descanso (TURNER, 1993). Logo, o tempo-padrão para cada elemento é constituído por duas partes, que são: o tempo básico (1), tempo levado por um trabalhador qualificado, que faz um trabalho qualificado com desempenho padrão; e a tolerância (2), concessões acrescentadas ao tempo básico para permitir descanso, relaxamento e necessidades pessoais (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2007).

O estudo de métodos, por sua vez, foi desenvolvido por Gilbreths (1917) que procura observar e desenvolver a maneira pela qual o trabalho é executado. A abordagem do estudo de método envolve seguir sistematicamente seis passos, sendo eles: (1) selecionar o trabalho a ser estudado; (2) registrar todos os fatos relevantes do método presente; (3) examinar esses fatos criticamente na sequência; (4) desenvolver o método mais prático; (5) implantar o novo método e (6) manter o método pela checagem periódica dele em uso (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2007). Com o passar dos anos o estudo de tempos e o de métodos ficaram mutuamente dependentes, uma pesquisa fornecendo embasamento à outra.

Ao se iniciar um estudo de tempos e métodos, é importante que se conheça a forma pela qual o trabalho é realizado. Definindo a operação em sua totalidade, pode-se chegar à subdivisão do processo obtendo tarefas básicas (RIGGS, 1987).

Segundo MTM do Brasil (2005), o MTM possibilita achar o tempo-padrão de cada parte desse movimento, depois compondo o tempo do movimento completo. Com isso, é possível determinar a capacidade de produção de uma máquina ou linha de montagem. Avalia-se com maior precisão o espaço necessário e o número de pessoas a serem contratadas. Em uma linha de produção já estabelecida, o MTM é uma ferramenta útil para diminuir a influência negativa das restrições na produção. O principal resultado alcançado é a eliminação dos desperdícios com, conseqüente, diminuição dos custos de produção. Em outras palavras, é definido como uma metodologia de análise de tempos e métodos de trabalho, em situações de restrição, para eliminação de desperdícios.

Segundo Corrêa e Corrêa (2004), Frank Gilbreth estendeu os estudos de tempo de Taylor para o que chamou de estudos de movimentos, a respeito dos quais fez extensivas pesquisas na área de construção civil, buscando procedimentos mais eficientes. Em publicações de 1924, Gilbreth identificava em seus estudos (que utilizavam, já nessa época, câmeras filmadoras) uma série de movimentos humanos elementares realizados na execução de tarefas, aos quais denominou *therbligs*, hoje em número de 18, que podem ser usados na análise (divisão) de tarefas complexas.

Realizaram-se ainda estudos dos movimentos, procurando-se encontrar os métodos de execução que levassem aos menores tempos de realização, eliminando-se todos os *therbligs* que não agregavam valor ao produto. No trabalho aqui apresentado, analisaram-se os movimentos feitos para a mão direita e esquerda, sendo, por isso, denominada análise bimanual (Quadro 1).

Tarefa: Aparafusar parafuso 8x40 utilizando chave de		
N	Mão	Mão
1	Movimento de mão vazia =>	
2	Pegar	
3	Parafuso => acertar posição do	
4	Posicionar parafuso no lugar	
5		Movimento de mão vazia => chave de
6		Pegar
7		Chave de fenda =>

### Quadro 1: Demonstrativo de análise MTM bimanual

Fonte: MTM do Brasil (2005).

O desenvolvimento histórico do sistema MTM ocorreu no ano de 1940. Os pesquisadores do estudo do trabalho, os americanos: H. B. Maynard, J. L. Schawab, G. J. Stegemerten, conforme refere o MTM do Brasil (2005), participaram de um trabalho de assessoria na firma Methods Engineering Council, em Pittsburg, Pennsylvania (EUA). Pesquisavam-se, então, dados básicos do sistema MTM que, nos anos subsequentes, viriam a ser complementados e comprovados no ambiente industrial. No ano de 1948, foi publicada a revista “*Factory Management and Maintenance*”. No mesmo ano, surgia o livro “*Methods-Time Measurement*”, no qual se encontravam publicadas as bases do sistema MTM.

Conforme a MTM do Brasil (2005), sistemas mais complexos baseados no sistema MTM, foram desenvolvidos na década de 1960, como, por exemplo, os valores básicos MTM, ou o sistema MTM-2, assim como o sistema Básico MTM.

Ainda segundo a MTM do Brasil (2005), a dispersão de tempos resultante da dispersão operacional interpessoal, foi compensada com o auxílio de um processo americano de avaliação do grau de rendimento – o sistema Lowry, Maynard

e Stegemerten (LMS) –, como o “[...] correspondente ao trabalho de um ser humano medianamente treinado que pode executar esse trabalho por longo tempo sem se cansar [...]”. Na avaliação do grau de rendimento pelo sistema LMS, são analisadas as seguintes características: habilidade, esforço (aptidão), uniformidade do tempo de execução e condição de trabalho.

O nivelamento em 100% que a avaliação do grau de rendimento estabeleceu é baseado em uma série de experiências práticas de empresas e foi obtido conforme Figura 1.

Os tempos normais, de acordo com o rendimento MTM, foram com auxílio de procedimentos estatísticos, trabalhados para compensar as dispersões dos valores obtidos pela mecanização direta dos tempos. Disto, resultou a tabela de valores de tempo padrão MTM que, desde sua primeira edição, só foi ligeiramente alterada em virtude de resultados de novas pesquisas realizadas em 1973, quando da redefinição do movimento básico aplicar pressão.

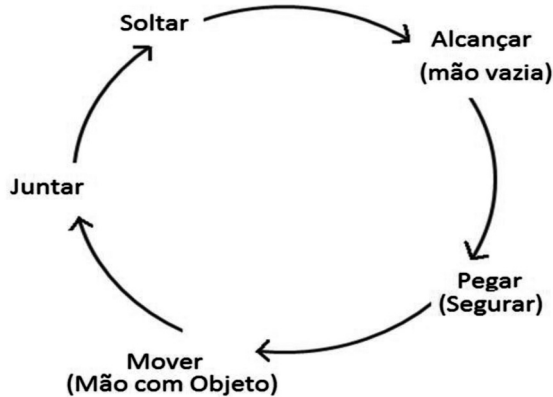
Para Couto (1996), a tecnologia de tempos e métodos e de cronoanálise, apresenta um conjunto de conhecimentos impressionante sobre o trabalho, e se bem-feita, é capaz de estabelecer o ritmo de trabalho compatível com uma ótima produtividade e com ausência de fadiga. O autor menciona ainda, que em ergonomia essas técnicas têm importância fundamental para definir o tempo-padrão de determinada tarefa, e propiciam conhecimento sobre os diversos elementos do trabalho, dos fatores de dificuldade inerentes a esses elementos, e da compensação necessária ao tempo-padrão para realizar-se a tarefa.

$$\boxed{\text{Tempo pesquisado pelos autores, com uso da filmagem.}} \times \boxed{\text{Grau médio de rendimento LMS, da série de experiências de avaliação.}} = \boxed{\text{Rendimento normal MTM.}}$$

Figura 1: Avaliação do grau de rendimento

Fonte: MTM do Brasil (2005).

Conforme a MTM do Brasil (2005), as tarefas totalmente influenciáveis pelo homem, são compostas de 80% a 85% de movimentos básicos, em que também se incluem os típicos ciclos de movimentos, como mostra a Figura 2.



**Figura 2: Típico Ciclo**

Fonte: MTM do Brasil (2005).

Considera-se, dentro dos dados *standard* MTM (tempos-padrão), os movimentos básicos das mãos: pegar, posicionar, aplicar pressão, separar e torcer, e as duas funções visuais: movimento dos olhos e examinar.

Além desses, são descritos os movimentos: do pé sem desvio do eixo do corpo, pernas sem desvio do eixo do corpo, passo lateral com desvio do eixo do corpo, torção do corpo com desvio do eixo do corpo, inclinar e erguer com inclinação do eixo do corpo, abaixar e erguer com inclinação do eixo do corpo, ajoelhar e erguer com inclinação do eixo do corpo, sentar e erguer com inclinação do eixo do corpo e mudança do tórax com ajuda dos movimentos do corpo.

Pode-se comentar que, além dos itens mencionados anteriormente, a metodologia MTM considera nos movimentos executados, as variáveis: distância do movimento e grau de dificuldade.

Novaski e Sugai (2002) comentam que o conceito e o método MTM, não ficaram estáticos ao longo do tempo, como demonstra o Quadro 2, ocorrendo uma evolução do conceito, inicialmente elaborado em 1948, atingindo-se altos níveis de aperfeiçoamento e sofisticação, acabando por ter aplicações bastante diversificadas. Colocando os autores, várias observações em relação a alguns dos módulos MTM.

197	MTM - SD (Dados Standart) – Desenvolvido pela Associação MTM Alemã MTM - 2: desenvolvido pela Associação MTM da Suécia MTM - 3: representa uma compactação adicional ao MTM - 2
198	MTM - BSD - dados para “escritório-especialista” MTM - UAS - sistema de análise universal - produção em série MTM - MEK - voltado para produção de peças avulsas e séries pequenas
200	PROKON - construção adequada da linha de MTM - Sichprüfen - tarefas realizadas com controle

**Quadro 2: Evolução do MTM**

Fonte: MTM do Brasil (2005).

A unidade de tempo adotada na Tabela MTM, é o TMU, que significa unidade de medida de tempo (*Time Measurement Unit*). Essa unidade é 1/100.000 hora = 1 TMU, conforme Tabela 1:

**Tabela 1: Tempos normalizados MTM**

1 TMU	0,036 Segundos
1 TMU	0,0006 Minutos
1 TMU	0,000001 Hora

Fonte: MTM do Brasil (2005).

### 3 Metodologia

Segundo as considerações de Gil (1991) e as razões do ponto de vista teórico citadas por Marx e Engels (1998), este artigo pode ser classificado como um estudo de caso.

Trata-se de uma abordagem qualitativa em que será realizada uma observação das operações do posto de montagem de uma empresa fabricante de veículos, do processo produtivo, do deslocamento do operador e do tempo de operações. A pesquisa traz, também, abordagem quantitativa, em que serão medidos vários parâmetros decorrentes de mudanças no processo, tais como tempo e falhas de montagem e desperdícios.

Na Figura 3, tem-se um diagrama que mostra a abordagem concisa desta metodologia aplicada neste estudo, no qual a empresa analisada necessita passar a produzir de 29 para 40 veículos por hora.

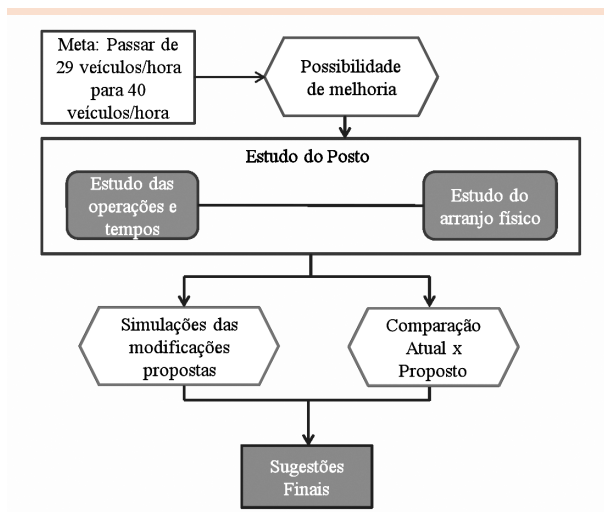


Figura 3: Estrutura metodológica do trabalho

Para o estudo em questão, foi selecionado um posto de trabalho da empresa denominado Posto ECOM, local em que ocorre a liberação do veículo para comercialização. Outras montagens, também realizadas no referido posto, serão apresentadas no decorrer do estudo de caso. Este posto possui um operador e situa-se no final da linha de produção. Existem áreas sem operações, ficando o operador livre para se deslocar, enquanto o veículo percorre a linha de montagem, e realizar suas operações. A fim de identificar os desperdícios, foram mapeadas operações e tempos do processo de produção.

A identificação das operações foi obtida por meio das folhas de processo, que são documentos de processo que definem as atividades a serem realizadas em cada posto e como elas devem ser conduzidas. Os tempos dos postos foram determinados em linha, de forma global, com a utilização do cronômetro.

Com as informações de processos, tempos e deslocamentos, elaboraram-se propostas que variaram desde uma simples orientação ao operador para modificar algum procedimento a uma solicitação de mudança de um mobiliário utilizado ou do *layout* do posto.

Os tempos associados às operações bem como aos deslocamentos são, na proposta, analisados a partir dos métodos de *Methods Time Measurement*. Aqui, o MTM se mostra como uma ferramenta para elaboração do estudo com precisão.

## 4 Estudo de caso

### 4.1 Arranjo físico do Posto ECOM

A Figura 4 mostra o Posto ECOM, no que se refere ao *layout* e à movimentação dos operadores. Os deslocamentos representam os diferentes posicionamentos que o operador percorre durante a realização das suas atividades. O veículo e o posto foram representados em diferentes momentos e verifica-se que o operador inicia suas atividades dois postos antes do seu.

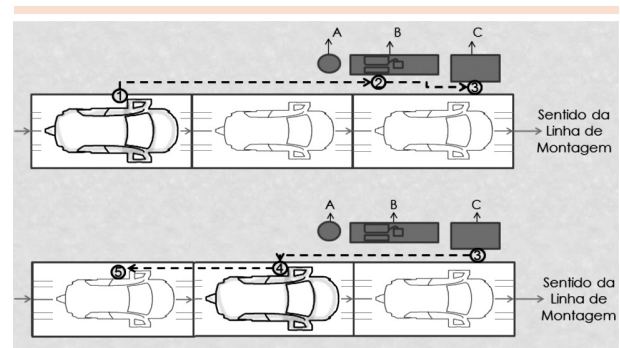


Figura 4: Representação do deslocamento do operador no Posto ECOM

Para fazer as operações destinadas ao posto em questão, em cada veículo, o operador sai da posição inicial 1, passa pelas posições 2, 3 e 4, chegando à posição 5. Fazendo ao todo, quatro deslocamentos e realizando no total, 43 passos.

## 4.2 Operações e tempos do Posto ECOM

O operador do Posto ECOM, desloca-se livremente para realizar suas atividades. As operações e tempos, inclusive o tempo relacionado ao deslocamento, estão demonstradas na Tabela 2. O cálculo do tempo foi realizado por cronometragem direta do operador.

**Tabela 2: Atividades e tempos Posto ECOM**

Posto ECOM Atual			
	Operações	Método Utilizado	Tempo (min)
OPERADOR ÚNICO	Troca de fusível	Cronometragem Direta	0,220
	Montagem da tampa da caixa de fusíveis	Cronometragem Direta	0,200
	Porta ECOM	Cronometragem Direta	0,450
	Passagem <i>pocket</i> ECOM	Cronometragem Direta	0,210
	Deslocamento (43 passos)	Cronometragem Direta	0,750
	Tempo total em minutos		


## 4.3 Síntese dos tempos e capacidade produtiva do Posto ECOM

Para o Posto ECOM foram determinados os tempos:

- Tempo de operação (Top): a soma dos tempos das operações que preconizadas nos documentos de processo.
- Tempo de deslocamento (Tdesl): a soma dos tempos dos deslocamentos do operador.
- Tempo de ciclo (TC): a soma dos tempos de operação e deslocamento.

Os resultados estão sintetizados na Tabela 3.

**Tabela 3: Síntese dos tempos atuais**

	Tempo (min) Posto ECOM Atual		
	Tempo de OPeração (Top)	Tempo de DESLocamento (Tdesl)	Tempo de Ciclo (Tc)
	1,080	0,750	1,830

Com as informações acima, pode-se calcular a capacidade de produção em veículos por hora. Para tal, divide-se 60 minutos pelo tempo do posto, gerando sua capacidade produtiva em veículos por hora. Os resultados são demonstrados na Tabela 4, sendo a capacidade encontrada de 33 veículos por hora.

**Tabela 4: Capacidade produtiva dos tempos atual**

Cálculo da Capacidade Produtiva Posto ECOM Atual	
Tempo de Ciclo (Tc)	Capacidade produtiva (veículos/hora)
1,830	33

## 5 Resultados

### 5.1 Melhorias no arranjo físico

Verificou-se a real necessidade de deslocamento do operador para realização de suas atividades e a possibilidade de reorganizar o *layout* do posto, a fim de maximizar o trabalho.

Foram realizados uma seleção do tipo do processo e um projeto detalhado do arranjo físico, sendo selecionado o tipo de arranjo misto.

A borda de linha foi pensada para que o primeiro posto, com muitos mobiliários, utilizasse o espaço que o segundo posto tem desocupado. Assim não se faz necessário postos sem operações entre eles.

O Posto ECOM conta com os mesmos mobiliários, mas as atividades do operador são ini-



ciadas apenas quando o veículo chega ao final do passo anterior para diminuir o deslocamento relacionado. O operador percorre um trajeto, conforme ilustrado na Figura 5 por linha tracejada, saindo da sua posição inicial 1, percorrendo as posições intermediárias 2 e 3 e chegando a posição final 4, fazendo ao todo três deslocamentos e realizando 37 passos para tal.

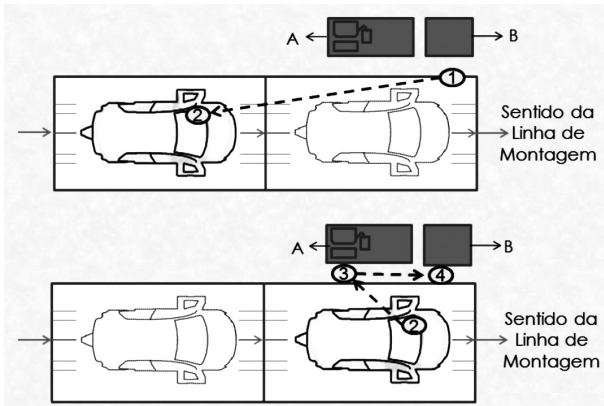


Figura 5: Representação do deslocamento do operador na proposta do posto ECOM

## 5.2 Padronização e melhorias operações e tempos

As operações do Posto ECOM foram estudadas utilizando o método MTM (*Methods Time Measurement*), o qual se mostra uma ferramenta precisa e que, uma vez aplicada, deixa o sistema palpável e passível de mudanças rápidas e eficientes, pois cada atividade é bem detalhada e mensurada.

As operações associadas ao Posto ECOM foram desmembradas para facilitar as análises. O método utilizado e o tempo associado a cada operação e ao deslocamento são mostrados na Tabela 5.

A Tabela 6 apresenta o estudo de MTM realizado no Posto ECOM. Para cada fase da operação descrita na Tabela 5 existe uma correspondência na Tabela 6. Pode-se observar que o deslocamento possui um resultado expressivo e que todas as operações

Tabela 5: Atividades e tempos Posto ECOM

Posto ECOM Proposto		
Operações	Método Utilizado	Tempo (min)
Montar pinça fusível	MTM	0,018
Troca de fusível	MTM	0,041
Posicionar tampa da caixa de fusíveis	MTM	0,158
Dar entrada ECOM	MTM	0,065
Carimbar <i>dossier</i>	MTM	0,039
Validar zeragem kilometragem no <i>dossier</i>	MTM	0,018
Comparar número do veículo no <i>dossier</i> e etiqueta	MTM	0,060
Dar entrada sistema <i>dossier</i>	MTM	0,176
Arquivar <i>dossier</i>	MTM	0,017
Colar etiqueta ECOM no para-brisa	MTM	0,074
Conectar o <i>pocket</i> diagnóstico na tomada	MTM	0,047
Seguir as instruções do equipamento	TEMPO MÁQUINA	0,130
Desconectar <i>pocket</i>	MTM	0,054
Deslocamento (37 passos)	MTM	0,400
Tempo total em minutos		1,297

estão mais detalhadas. No que se refere ao tempo máquina da operação “seguir as instruções do equipamento”, este já é padrão e dado pelo fornecedor.

## 5.3 Síntese dos tempos e capacidade produtiva propostas

Na Tabela 7, há uma síntese dos tempos medidos, nela são mostrados o Top e o Tdesl que somados resultam no Tc que representa o tempo total do posto.

Na Tabela 8, tem-se a capacidade produtiva, ou seja, a quantidade de veículos que é possível fazer durante uma hora de trabalho do operador no ponto ECOM.

## 6 Conclusões

Comparando-se as situações propostas e as atuais, enfatizando as diferenças entre elas, nas questões ligadas ao arranjo físico, aspectos operacionais e relacionados aos tempos, observou-se que a mudança na disposição dos postos na linha de produção, bem como dos mobiliários, possibilitou um melhor deslocamento do operador.

Os tempos dos postos foram reduzidos, passando de 1,830 min para 1,297 min, obtendo-se uma redução de 29,13%, o que impactou diretamente na capacidade produtiva da linha

Tabela 6: MTM Posto ECOM

Montar pinça fusível						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			30	PC30	1	pinça na mão, posicionar no local
Tempo em minutos			0,018			
Troca de fusível						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			23	GC30	1	mão no fusível
			3	GW3	1	esforço estático
			11	PA30	1	retirar fusível
			1	PW5	1	esforço dinâmico
			26	PC15	1	posicionar fusível em novo local
			3	GW3	1	esforço estático
			1	PW5	1	esforço dinâmico
Tempo em minutos			0,041			
Posicionar tampa da caixa de fusíveis						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			61	B	1	inclinar
			30	PC30	1	posicionar tampa
			14	A	1	clipar
			6	PA15	1	girar
			26	PC15	1	encaixar
			26	PC15	1	encaixar
			14	A	1	clipar
			14	A	1	clipar
			6	PA15	1	girar
			26	PC15	1	encaixar
			26	PC15	1	encaixar
			14	A	1	girar com aplicar pressão
Tempo em minutos			0,158			
Dar entrada ECOM						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			61	B	1	inclinar
			30	PC30	1	pegar conector
			3	PA5	1	retirar conector
			14	A	1	girar com aplicar pressão
Tempo em minutos			0,065			
Carimbar <i>dossier</i>						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			10	GB15	1	pegar carimbo
posicionar <i>dossier</i>	PA30	1	11			
			30	PC30	1	carimbar
			3	PA5	1	até o fundo
			11	PA30	1	deixar carimbo
Tempo em minutos			0,039			
Validar zeragem kilometragem no <i>dossier</i>						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			7	E	1	ver odômetro
			13	GA45	1	pegar odômetro
			3	PA5	1	zerar
			7	E	1	ver odômetro
Tempo em minutos			0,018			
Comparar número do veículo no <i>dossier</i> e etiqueta						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
pegar <i>dossier</i>	GB45	1	18			
	PA30	1	11			
			28	E	4	conferir numero do veículo no <i>dossier</i>
			28	E	4	ver etiqueta
deixar <i>dossier</i>	PA45		15			
Tempo em minutos			0,060			

Tabela 6 (continuação): MTM Posto ECOM

Dar entrada no sistema <i>dossier</i>						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			18	GB45	1	pegar pistola <i>laser</i>
pegar <i>dossier</i>	GC80	1	32			
levar <i>dossier</i> até pistola	PA45	1	41	PC80	1	posicionar conector
			3	GA5	1	levar leitora até código de barras
			3	PA5	1	contato com gatilho
			47	IL14	1	apertar gatilho
			11	PA30	1	leitura do <i>laser</i>
			23	GC30	1	retirar pistola
			3	PA5	1	dar comando no teclado
			14	GB30	1	pegar pistola <i>laser</i>
			36	PC45	1	levar leitora até código de barras
			47	IL14	1	leitura do <i>laser</i>
			15	PA45	1	deixar pistola
Tempo em minutos			0,176			
Arquivar <i>dossier</i>						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
pegar <i>dossier</i>			18	GB45	1	
			11	PA30	1	deixar <i>dossier</i>
Tempo em minutos			0,017			
Colar etiqueta ECOM no para-brisa						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			23	GC30	1	pegar etiqueta
			11	PA30	1	
pegar filme protetor	GC30	1	23			
retirar e evacuar	PA30	1	11			
			24	PB45	1	posicionar
			9	GA30	1	
			22	PA30	2	alisar
Tempo em minutos			0,074			
Conectar o <i>pocket</i> diagnóstico na tomada						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			14	GB30		pegar conector
			36	PC45		posicionar
			28	A	2	a fundo
Tempo em minutos			0,047			
Desconectar <i>pocket</i>						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			61	B	1	inclinare
			14	GB30	1	pegar conector
			15	PA45	1	retirar conector
Tempo em minutos			0,054			
Deslocamento de 37 passos						
Descrição	Mão Esquerda	Frequência	TMU	Mão Direita	Frequência	Descrição
			666	S	37	andar 37 passos

Tabela 7: Síntese dos tempos propostos


	Tempo (min)	
	Posto ECOM Proposto	
Tempo de Operação (Top)	Tempo de DESLocamento (Tdesl)	Tempo de Ciclo (Tc)
0,897	0,400	1,297

Tabela 8: Capacidade produtiva dos tempos propostos

Cálculo da Capacidade Posto ECOM	
Tempo de (Tc)	Capacidades Produtivas (veículos/hora)
1,297	46

de montagem, passando esta de 33 para 46 veículos por hora, gerando um ganho de 39,39%, sendo, então, possível aumentar a produção como almejado.

As melhorias no *layout*, evidenciadas na comparação, além de contribuírem para a maximização das atividades do operador e, consequentemente, diminuir o tempo do posto aumentando sua capacidade produtiva, também melhoram qualitativamente o processo, diminuindo os desperdícios associados e maximizando o conforto e a satisfação dos operadores.

A maioria das mudanças propostas no estudo original foi acatada pela empresa, que passou a ter, frequentemente, redução no tempo de produção, sendo esta atualmente verificada sem a necessidade de muitos outros estudos, obtendo, assim, como principal ganho, aumento da sua capacidade produtiva e a diminuição da quantidade de efetivos.

Diante do exposto, vale ressaltar que todas as ferramentas à disposição de um engenheiro de produção para avaliar a eficácia de uma linha são válidas, o mais importante é que o objetivo e o escopo da avaliação sejam bem definidos antes da execução dos testes.

O aumento da capacidade produtiva foi alcançado, mas este resultado gerou outra questão: a necessidade de redução de efetivos, já que agora é possível produzir 41 veículos por hora, superando a expectativa inicial da organização que era de produzir 40 veículos por hora.

O balanceamento de linha é uma forma simples, já conhecida e aplicada em praticamente todas as empresas em que há linhas de produção estruturadas. A sua simplicidade é também o seu maior defeito, por tratar os ciclos apenas a partir de um valor médio, acaba por desconsiderar a aleatoriedade e variações comuns em qualquer processo. Este tema pode ser abordado como evolução deste artigo.

## Referências

- ANFAVEA. Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *Análise setorial, Produção, vendas internas e exportações*. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 05 dez. 2011.
- CIUPAK, D. M. OG&E Reduces T&D Costs with Preventive Maintenance – *Transmission & Distribution*. ABI/INFORM GLOBAL, v. 43, n. 1, p. 44, Jan. 1991.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. C. *Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. São Paulo: Atlas, 2004.
- COSTA, A. J. da. *Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus*. 2004. p. 123. Dissertação (Mestrado em Engenharia)– Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004.
- COUTO, H. D. A. *Ergonomia aplicada ao trabalho, o manual técnico da máquina humana*. Minas Gerais: Ergo, 1996.
- DRAGCEVIC, Z. et al. Workloads and standard time norms in garment engineering – Department of Clothing Technology, Faculty of Textile Technology University of Zagreb Croatia. *Journal Textile Apparel, Technology and Management*, v. 2, n. 2; p. 1-8, 2002.
- EPIC DO BRASIL – Representante autorizada MTM. *Apostila de Treinamento MTM – Básico*. Rio de Janeiro: Epic do Brasil, 2002, 236 p.
- GILBRETH, F. W.; GILBRETH L. M. *Applied motion study*. New York: Sturgis and Walton. p. 27, 29. 1917.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.
- GINEBRA, Oficina Internacional del Trabajo. *Introducción al estudio del trabajo*. 3. ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1980.
- GRACIA, E. *Adaptação, implantação e avaliação de uma proposta de manufatura responsiva para a indústria de calçados: pesquisa-ação*. 2005, 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)– Universidade Federal São Carlos, São Carlos, 2005.
- LEE, P.; QUAZI, H. A. A methodology for developing a self-assessment tool to measure quality performance in organizations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 18, n. 2, p. 118-141, 2001.
- LEE, Q. Projeto de Instalações e Local de Trabalho. São Paulo: IMAM, 1998. p. 726.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da produção*. São Paulo: Saraiva 2000.
- MARX, K; ENGELS, F. *A ideologia alemã*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

MAYNARD, H. B. Padrões de tempos elementares pré-determinados. In: *Manual de Engenharia de Produção*. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

MAYNARD, H. B.; STEGEMERTEN, G. J.; SCHWAB, J. L. *Methods – Time Measurement*. New York: McGraw Hill, 1948.

MTM do Brasil. Reichs-ausschuss für Arbeitszeitermittlung (Comitê amplo para determinação do tempo de trabalho). Apostila do curso MTM básico. São Paulo: Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e. V. (Associação para o Estudo do Trabalho e a Organização Empresarial), 2005.

MUNDEL, M. E. *Motion and time study*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978.

NOVASKI, O; SUGAI, M. MTM como ferramenta para redução de custos. *Revista Produção* (on-line), n.º. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.producaoonline.inf.br>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

RIGGS, J. L. *Production systems: planning, analysis, and control*. 4th ed. New York: John Wiley. p. 19, 21. 1987.

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

STEVENSON, W. J. *Administração das operações de produção*. 6th. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2001.

SUGAI, M. *Avaliação do uso do MTM* (Methods-Time Measurement) *em uma empresa de metal-mecânica*. Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas, 2003.

TURNER, W. C. et al. *Introduction to industrial and systems engineering*. 3rd. ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1993.

Recebido em 5 jul. 2012 / aprovado em 18 jul. 2012

**Para referenciar este texto**

RIBEIRO JUNIOR, L. C. A.; CHAVES, C. A. Análise de posto de trabalho com aplicação do MTM como ferramenta para padronização de tempo. *Exacta*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 167-179, 2012.

