

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO MTM NO PROCESSO DE MONTAGEM DA LANTERNA DE REBOQUE, UM ESTUDO DE CASO

Fábio Kuranaka^{1,2}

Marcelo Baraldi^{2,1}

Wallyson Thomas Alves da Silva^{3,1}

Nivaldo Lemos Coppini^{4,2}

¹ Faculdade SENAI Roberto Mange, Rua: Pastor Cícero Canuto de Lima 71 Campinas - SP

² Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Rua: Mendeleiev, 200 - Cidade Universitária, Campinas - SP

fabio.kuranaka@sp.senai.br¹, marcelo.baraldi@sp.senai.br², wallyson.silva@sp.senai.br³, nivaldocoppini@gmail.com⁴.

Resumo: Hoje é comum buscar soluções diversas para alcançar uma maior produtividade e diminuição de custos. Um fator inelástico e de baixa oferta é o tempo. Quando o foco de diminuição de custos se dirige à economia de tempo, somos obrigados a rever os estudos de Taylor e seus seguidores. Atualmente há muitas empresas no mundo que utilizam o MTM (Methods-Time Measurement), um sistema de tempos pré-determinados desenvolvido por Maynard, Schwab e Stergemerten em 1948, que tem por base os estudos e princípios de Taylor descritos na Administração Científica. A experiência dessas empresas é de sucesso em produtividade, com efetiva diminuição de custos. Este trabalho busca identificar e catalogar os tempos de processo, investigar o processo produtivo, construir um layout regular a velocidade dos equipamentos, determinar o takt-time de cada etapa a fim de reduzir custos e evitar desperdícios, agilizando o processo com bastante eficiência, monitorando o tempo de processo a fim de encontrar pontos para otimização dos tempos objetivando produtividade entre as etapas e garantir qualidade do produto. Este trabalho propõe investigar alguns parâmetros do MTM já impostos por um processo de fabricação em funcionamento a quase 3 anos que foi mapeado em uma sequência lógica de processo de manufatura de uma lanterna de reboque, bem como estratégias e métodos utilizados que influenciam no tempo do produto. Muito embora, essas estratégias e métodos nunca foram testados de forma integrada e experimentalmente analisados para este tipo de situação.

Palavras-chave: tempo de processo, processo de fabricação, tempo do produto.

1. INTRODUÇÃO

Sistemas de Produção Contínua é quando o produto final não pode ser identificado individualmente, isto é, quando ele é contado em parcelas fracionárias, tais sistemas de manufatura são compostos por: a) um sistema físico; b) o layout de manufatura, que representa a forma como os recursos físicos são distribuídos no chão de fábrica e a conexão entre eles; c) sistema de gerenciamento, também conhecido como sistema de controle ou sistema de tomada de decisão. (DICESARE, 1993).

Uma diferença marcante de todo sistema de produção discreta em relação aos sistemas de produção contínua é a identificação de gargalos, que são pontos no processo produtivo onde são gerados estoques que excedem a produção local. Devido à flexibilidade, ao alto volume de produção e ao controle de qualidade exigida atualmente nos sistemas produtivos, o comportamento desses sistemas é considerado de alta complexidade, já que desenvolvem uma série de atividades que são realizadas em forma simultânea e concorrente (PORTO, 1990).

Neste sentido este trabalho apresentará o modelo de produção formatado por uma empresa, a fim de confeccionar lanternas de reboque. Para tanto será demonstrado um layout da fábrica, as etapas de execução da tarefa e os tempos envolvidos em cada uma delas.

3. METODOLOGIA

O presente estudo de caso foi realizado em empresa fabricante de peças de iluminação automotiva com tecnologia LED como lanternas, luz de direção e luz de posição para reboques e semi reboques. Portanto, a abordagem do trabalho terá um enfoque numa peça específica do portfólio da empresa.

Esta fábrica possui operadores dedicados às etapas específicas de fabricação descritas na Tab. 1 e produzindo em grandes lotes: neste caso em 108 peças para um turno de 8 horas, dentro da filosofia da produção em massa. É importante notar que para confecção de uma peça ou lanterna é necessário 1 placa eletrônica, no entanto as placas são produzidas em conjuntos de 9 placas formando um painel.

Foi aplicado o método MTM no processo de montagem da lanterna através da caracterização dos tempos evidenciados em cada etapa e pelos movimentos caracterizados pelas atividades em cada etapa. O desdobramento das atividades presentes nas etapas de manufatura, estão dispostas na Tab. 2. Assim, o trabalho de cronometragem das

operações de cada etapa com repetição de 3 vezes e obtido a média dessas medições, foi registrado na Tab. 2, definindo – se o tempo takt pela Eq. 1 (Rother e Shook, 1998), foram adaptados os trabalhos de cada operário, sendo que os tempos das atividades foram adaptados a esse ritmo, conforme apresentado nas Tab.3 e Tab 4.

$$TempoTakt = \frac{Demanda_Diária}{Tempo_de_trabalho_Diário} \quad (1)$$

Depois de balancear a célula, foi projetado o layout para a mesma. Na Fig. 2 estão desenhados os layouts de produção e o fluxo dos materiais a partir das etapas

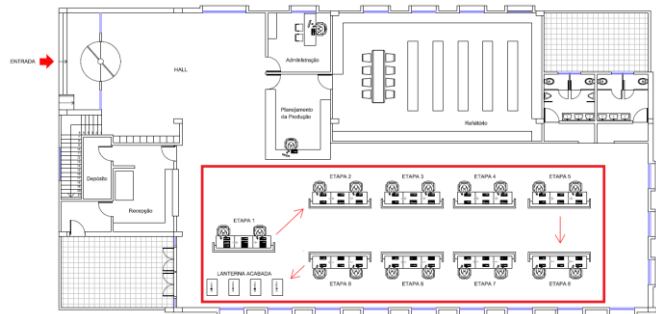


Figura 2. Layout e fluxo da produção.

Tabela 1. Etapas e processos de fabricação da lanterna

ETAPAS	PROCESSO
1	Aplicação da pasta de solda SMD
2	Montagem componentes eletrônicos
3	Forno de refusão para solda dos componentes
4	Teste da placa e montagem dos fios
5	Montagem: base, placa e bloco ótico
6	Vedação dos fios na base
7	Montagem da lente
8	Teste final
9	Embalagem

Tabela 2. Etapas e atividades realizadas para execução da lanterna.

ETAPAS	ATIVIDADE
1	Movimentação do painel do estoque para o dispositivo “printer”; Fixação no dispositivo “printer”; Aplicação da pasta; Remoção do “printer”
2	Seleção dos componentes eletrônicos: 7 leds vermelhos; 3 leds ambar; 4 resistores e 3 diodos; Pela pinça posicionar os componentes na placa; Checar os components posicionados
3	Inserir placa no forno;
4	Teste elétrico com uma fonte de 11 V dos componentes do painel; Separação das placas do painel; Teste realizado com pino banana nas placas; Montagem de 4 fios: terra, seta, lanterna e freio; Fios são soldados manualmente com ferro de solda; Excesso dos fios cortados com alicate de corte; Teste de continuidade dos fios
5	Montagem manual; Fixação das 3 peças através de 2 parafusos; Parafusos montados com parafusadeira;
6	Com auxílio de bisnaga faz-se vedação da lanterna; Tempo para secagem
7	Montagem da lente no conjunto a partir da máquina de solda por ultra-som
8	Teste elétrico com uma fonte de 11 V e Inspeção visual
9	Embalagem manual

Tabela 3. Tempos para confecção de uma lanterna.

ETAPAS	TEMPO [min]	
1	4	1 placa
2	1,7	17 componentes, sendo que cada painel que corresponde a 9 placas demora 15 minutos para ser confeccionado.
3	10 min	No entanto é inserido um painel no forno
4	1,5	
5	0,5	
6	240,33	20 segundos de aplicação e mais 4 horas de secagem
7	0,5	
8	0,17	
9	0,17	

O tempo total para confecção de uma lanterna é de 258,87 minutos

Tabela 4. Tempos para as 108 peças ou lanternas serem confeccionadas.

ETAPAS	TEMPO [min]	OBSERVAÇÕES
1	432	12 painéis = 108 placas
2	183,6	12 painéis = 1836 componentes
3	1080	108/2(duas placas por 20 min) = 1080 min
4	162	
5	54	
6	240,33	O tempo de vedação é crítico porque demora 4 horas para secar
7	54	
8	18	
9	18	

O tempo total para confecção de 108 lanternas é de 2241,93 minutos

É importante destacar os materiais e equipamentos utilizados neste estudo de caso como o forno que revela ser uma atividade crítica já que é incapaz de substituir a atividade humana e consome um tempo de 10 min para o completo aquecimento da placa a fim de completar a etapa 3. Sua curva de aquecimento placa varia entre 148°C a 212°C, passando pelas sub etapas de retirada de umidade da placa e componentes, aquecimento da placa gradativo, soldagem dos componentes com baixo tempo de exposição a temperatura máxima do forno e resfriamento gradativo. Sendo assim os componentes percorrem 1,5 m da esteira do forno cujo fabricante é DIASAT (SMD AL1700). A pasta utilizada na primeira etapa do processo é da fabricante Cobar com as seguintes porcentagens de elementos químicos Sn - 62%, 5xPb - 36 e 5xAg - 1% essenciais para que ocorra boa soldagem dos componentes na placa eletrônica SMD de fibra de vidro da fabricante Montecnica com 1,6 mm de espessura com as trilhas, as furações e os PAD (local onde se deposita a solda) são preparados previamente para inserir os componentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico barras da Fig. 3 mostra os tempos de produção dos componentes da lanterna de reboque ao longo das 9 etapas que completam a montagem deste componente. As etapas de menor impacto são 1, 4, 5, 7, 8 e 9 que resumem, basicamente, em atividades de montagem e teste elétrico, enquanto que a etapa 2 e 3 juntas gastam mais de meia hora para serem executadas, são etapas iniciais de montagem e a utilização do forno, que como foi dito no capítulo da metodologia é uma etapa crítica, já que o forno não substitui atividade humana. É entre todas as etapas do processo a mais demorada é a etapa 6 que realiza uma atividade simples e rápida de se executar mas depende das propriedades de secagem do material aplicado na placa eletrônica por quase 4 horas (240 minutos).

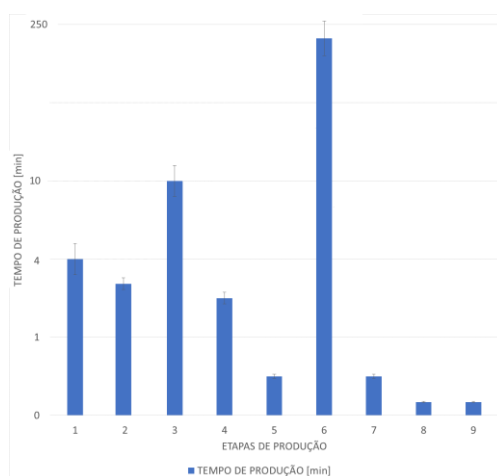


Figura 3. Gráfico de barras para o tempo de produção de uma lanterna

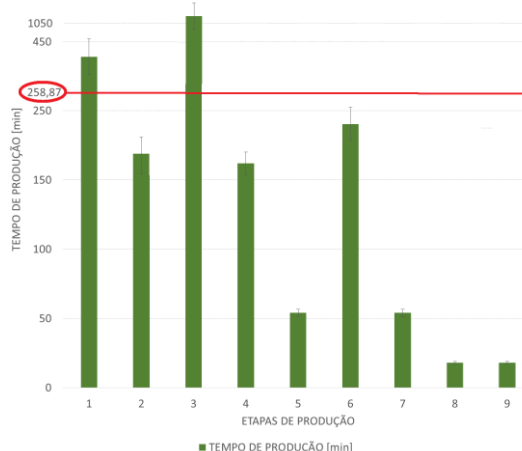


Figura 4. Gráfico de barras para o tempo de produção de 108 lanternas por turno.

É possível perceber na Fig.4 que as etapas iniciais precisam de maiores tempos para execução do que as etapas finais, diferente de como era feito com apenas uma peça. Isso mostra que um lote de peças pode provocar o desbalanceamento da produção e seus respectivos tempos. Isto ocorre, quando não ocorrer um bom dimensionamento, que transforme as etapas ociosas em etapas com demandas maiores que sua capacidade (gargalo) como é o caso das etapas 1, 2 e 3. Nelas, o takt-time de 258,87 min estabelecido para o tempo de produção de uma lanterna, foi ultrapassado. Outras etapas que estão abaixo deste valor de referência não causam impactos fortes no tempo total da produção, no entanto, é importante notar que o tempo da etapa 6, isto é, porque nesta etapa todas as 108 lanternas são secas ao mesmo tempo não se modificou, visto que o tempo necessário para realizar as atividades desta etapa foram suficientes. As etapas 7, 8 e 9 por sua vez são bastante baixas, mas maiores em tempos em relação a Fig. 3 que corresponde a uma peça.

Similar aos estudos de Sugai, 2003 este trabalho também destaca que durante o estudo de caso, o papel do MTM foi fundamental para indicar com precisão o tempo gasto em cada etapa e catalogar as atividades realizadas durante as mesmas. Com esse estudo, pode-se saber que há movimentos desnecessários e aqueles que deveriam ser reformulados. No nosso estudo em questão, pode-se perceber muitos equívocos que serão apontados logo abaixo:

- 1) Há algumas operações repetidas, provocadas por problemas de projeto do produto;
- 2) A localização dos recipientes de estoques de entradas e de produtos já manufaturados não segue a lógica de movimentos e perde-se muito com a operação de transporte das lanternas ou até das placas, fazendo a próxima etapa ou pessoa da próxima etapa esperar (ociosidade);
- 3) Os postos de trabalho são muito improvisados o que pode trazer graves problemas de lesões e esforço repetitivo.

A partir do leiaute da Fig.2 do capítulo anterior e aplicando os estudos de MTM, foi possível alcançar diversos benefícios. Os principais foram:

- Redução do estoque do processo;
- Aumento da produtividade em 15 %;
- Rápida detecção de problemas de qualidade;

Estas observações são possíveis graças a uma visão mais minuciosa que o MTM faz sobre os movimentos e micromovimentos, descritos pelas atividades da Tab.2 do capítulo anterior. As melhorias podem e devem ser utilizadas depois das observações feitas neste trabalho, uma vez que os problemas indicados persistirão se nenhuma ação de melhoria for aplicada, afetando diretamente a produtividade da empresa.

5. CONCLUSÕES

A integração entre o conceito de MTM e do sistema de produção adotado neste trabalho pode oferecer muitas vantagens para aumento da produção e ou da produtividade ou ainda no projeto de novas linhas de produção. Temos por um lado uma ferramenta sistemática e científica de análise de tempos e movimentos; por outro lado, um método de planejamento que favorece a multitarefa e, portanto, a motivação do operário, focada no cliente. Conhecer a fundo estes conceitos possibilita um diferencial competitivo muito importante a uma empresa por conduzir a menores custos, melhora da qualidade e maior velocidade de resposta.

Este trabalho permite concluir que:

o tempo de produção determinado para um dado método proposto, quando aplicado a uma peça pode trazer resultados que não refletem o tempo de produção de um lote de peças;

nem sempre o tempo estimado para uma determinada tarefa ocorre com a participação efetiva do operador e neste caso, para diminuir o tempo de produção de uma etapa com esta característica, deve ser analisado com maior profundidade, com provável necessidade de mudança do processo de fabricação utilizado;

dentre os diversos tipos de ferramentas existentes em engenharia de produção (MFV, citar outras) o MTM também mostrou-se útil para identificar, além de seu objetivo específico, a possibilidade de observação de morosidades, gargalos, etc., que permitem melhorar o processo e como consequência melhorar a produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOKRANZ, R.; Landau, K.: Handbuch Industrial Engineering: Produktivitätsmanagement mit MTM. Band 1: Konzept. 2. Auflage. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2012.

DICESARE, F., Harhalakis, G., Proth, J. M., Silva, M., and Vernadat, F. B. (1993). "Practice of Petri nets in Manufacturing". Chapman & Hall, New York, first edition. 1993.

EPIC – Endriss&Priemer International Consulting Ltda. Apostila "O Histórico do desenvolvimento SvZ., 2002

MORLOCK, Friedrich et al. Teaching Methods-Time Measurement (MTM) for Workplace Design in Learning Factories. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p. 369-375, 2017.

MTM. **Vantagens MTM**. São Paulo: Associação MTM do Brasil, 2005.

PORTO, José Vieira, “Desenvolvimento de um método de integração do planejamento do processo de fabricação e do planejamento e controle da produção, baseado na flexibilidade do processo de fabricação”. Tese submetida à escola de engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de doutor em Engenharia, São Carlos, 1990.

ROTHER, M., Shook, J., 1998, “Learning to see”, Boston, MA, LEI.

SUGAI, M.; NOVASKI, O.; LIMA, P.; LOBO, C. A.. Utilização do MTM (Methods Time Measurement) para o diagnóstico e projeto de células de produção. In: 20. Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 2003, Uberlândia. COBEF - Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 2003, Uberlândia, 2003.

THE USE OF MTM METHOD IN THE TRAILER LANTERN ASSEMBLY PROCESS, A CASE STUDY

Fábio Kuranaka^{1,2}

Marcelo Baraldi^{2,1}

Wallyson Thomas Alves da Silva^{3,1}

Nivaldo Lemos Coppini^{4,2}

¹ Faculdade SENAI Roberto Mange, Rua: Pastor Cícero Canuto de Lima 71 Campinas - SP

² Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Rua: Mendeleev, 200 - Cidade Universitária, Campinas - SP

fabio.kuranaka@sp.senai.br¹, marcelo.baraldi@sp.senai.br², wallyson.silva@sp.senai.br³, nivaldocoppini@gmail.com⁴.

Abstract: Today it is common to seek diverse solutions to achieve higher productivity and lower costs. An inelastic and low supply factor is time. When the focus of cost-cutting is aimed at saving time, we are forced to review the studies of Taylor and his followers. Currently there are many companies in the world that use the MTM (Methods-Time Measurement), a system of predetermined times developed by Maynard, Schwab and Stergemerten in 1948, which is based on Taylor studies and principles described in the Scientific Administration. The experience of these companies is successful in productivity, with effective cost reduction. This work seeks to identify and catalog the process times, investigate the production process, build a regular layout of equipment speed, determine the takt-time of each step in order to reduce costs and avoid waste, streamlining the process with efficiency, monitoring the process time in order to find points for optimization of the times, aiming productivity between the steps and guarantee quality of the product. This work proposes to investigate some parameters of the MTM already imposed by a manufacturing process in operation at almost 3 years that was mapped in a logical sequence of manufacturing process of a towing lantern, as well as strategies and methods used that influence the time of the product. However, these strategies and methods have never been tested in an integrated and experimentally analyzed manner for this type of situation.

Keywords: process time, manufacturing process, product time.