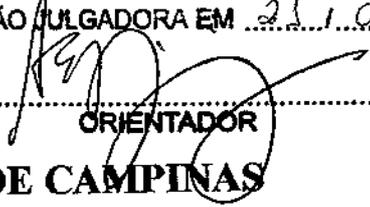


ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA  
TESE DEFENDIDA POR Solon Pereira de  
Oliveira..... E APROVADA  
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 21.1.02.2006

  
.....  
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

# **Aplicação do Método MTM em linha de montagem de trocadores de calor veicular**

Autor: Solon Pereira de Oliveira  
Orientador: Prof. Dr. Anselmo Eduardo Diniz

02/2006



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

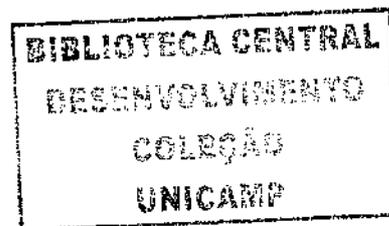
# **Aplicação do Método MTM em linha de montagem de trocadores de calor veicular**

Autor: Solon Pereira de Oliveira  
Orientador: Prof. Dr. Anselmo Eduardo Diniz

Curso: Engenharia Mecânica- Mestrado Profissional  
Área de Concentração: Planejamento e Gestão Estratégica da Manufatura

Trabalho Final de Mestrado Profissional apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre Profissional em Engenharia Mecânica / Planejamento e Gestão Estratégica da Manufatura.

Campinas, 2006  
S.P. – Brasil



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA	TI UNICAMP
	OL4a
V	EX
TOMBO, BCI	69795
PROC.	16.123.06
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	14,00
DATA	30-8-06

BIB ID 285927

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

OL4a Oliveira, Solon Pereira de  
Aplicação do método MTM em linha de montagem de  
trocaadores de calor veicular / Solon Pereira de Oliveira .  
--Campinas, SP: [s.n.], 2006

Orientador: Anselmo Diniz  
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade  
Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia  
Mecânica.

1. Métodos de medida de tempo. 2. Tempo –  
Sistemas e padrões. I. Diniz, Anselmo. II. Universidade  
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia  
Mecânica. III. Título.

Titulo em Inglês: Application of method MTM on assembly line of vehicle heat  
exchanger

Palavras-chave em Inglês: MTM, Predeterminad time, Method time measurement,  
Method A1, MTM1

Área de concentração: Planejamento e Gestão Estratégica da Manufatura

Titulação: Mestre em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Olívio Novaski, Milton Vieira Junior

Data da defesa: 21/02/2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**  
**MECÂNICA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**Trabalho Final de Mestrado Profissional**

**Aplicação do Método MTM em linha de  
montagem de trocadores de calor veicular**

Autor: Solon Pereira de Oliveira  
Orientador: Prof. Dr. Anselmo Eduardo Diniz



**Prof. Dr. Anselmo Eduardo Diniz, Presidente**  
**FEM / UNICAMP**



**Prof. Dr. Olívio Novaski**  
**FEM / UNICAMP**



**Prof. Dr. Milton Vieira Junior**  
**UNIMEP**

Campinas, 21 de Fevereiro de 2006

2006.19562

## **Dedicatória:**

Dedico esse trabalho às minhas filhas, Mariana e Beatriz, que motivam a busca do aprendizado, da tolerância, da família e do SER.

## **Agradecimentos**

Esse trabalho foi feito sobre situações de dualidade entre o dever de fazer e o não fazer, minhas maiores colaborações foram:

O compromisso e a confiança do professor Anselmo.

A minha esposa Angélica, que cobrava e estimulava o término para que o estresse chegasse ao fim.

A MTM na figura de Clara e Alfredo Link, que suportaram com material e conhecimento a execução do trabalho.

Aos pais pela torcida sempre acreditando na minha capacidade.

Aos companheiros de aula que sempre estimularam o mestrado de uma forma solidária e prontos a dar suporte profissional em nossa “net work”.

E aos amigos pela compreensão da ausência.

“Não brigue com o problema.  
Resolva-o.” (Thomas Marshall)

## Resumo

OLIVEIRA, Solon Pereira, *Aplicação do método MTM em linha de montagem de trocadores de calor veicular*, Campinas, : Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005. 131 p. Trabalho Final de Mestrado Profissional.

Nesse trabalho procurou-se aplicar o método MTM A1 ou método básico para otimizar e balancear os postos de trabalhos dedicados ao módulo de arrefecimento do veículo de passeio, carro que a montadora está lançando em 2005 para competir com os rivais no seu próprio mercado. Os postos de trabalhos foram filmados para registrar os métodos (o método determina o tempo) empregados atualmente e para servir de base para as análises MTM A1 onde foi aplicada a otimização dos métodos. Após esse levantamento os dados são introduzidos no software Ticon 2.1, para geração de relatórios e triagem dos movimentos que agregam / não agregam valor, juntamente com avaliação da necessidade e dificuldade dos movimentos aplicados. Após a análise foi feita uma proposta para substituir ou facilitar os movimentos que geraram os maiores TMU's (Unidade de Medida de Tempo) sugerindo novos movimentos, novas distâncias um novo método em relação ao movimento original, assim como o balanceamento dos postos de trabalho otimizando o tempo de ciclo dos operadores da célula sem aumentar o ciclo de processo.

### *Palavras Chave*

- MTM; tempos pré-determinados; método determina o tempo; método A1; MTM1

## **Abstract**

OLIVEIRA, Solon Pereira, *Application of method MTM on assembly line of vehicle heat exchanger*, Campinas,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Essadual de Campinas, 2005. 131 p. Trabalho Final de Mestrado Profissional.

In this work it was looked to apply method MTM A1 or basic method to optimize and to balance the work station dedicated to the cooling module of Vehicle. The Car Assembly Company is launching this car in Oct 2005 to compete with the Japanese rivals in its proper market. The work station had been filmed to register the methods (the method determines the time) employed currently and to serve as base for MTM A1 analyses where the optimization of the methods was applied. After this survey the data were introduced in software Ticon 2,1, for generation of reports and selection of the movements that add/do not add value, together with evaluation of the necessity and difficulty of the applied movements. After the analysis was made a proposal to substitute or to facilitate the movements that had generated the highest TMU's (Unit of Measure of Time) suggesting new movements, new distances a new method in relation to the original movement, as well as the balancing of the work station optimizing the time of cycle of the operators of the cell without increasing the process cycle.

### *Key Words*

- MTM; predeterminad time; method time measurement; method A1; MTM1

# Índice

Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas	v
Nomenclatura	vi
1 - Introdução	1
1.1 Problema proposto	2
1.2 Importância e justificativa do trabalho	3
1.3 Objetivos	3
1.4 Conteúdo do trabalho	3
2 - Históricos dos tempos pré-determinados	5
3 - Apresentação do método MTM A1	12
3.1 Movimentos básicos MTM	17
3.2 Casos de aplicação do método MTM A1 em outras empresas	34
3.2.1 Caso BSH	34
3.2.2 Caso Kiekert	37
4 - Estudo de caso e resultados	40
4.1 Elementos de contorno	44
4.2 Formatar instruções dos métodos	46
4.3 Levantamento dos métodos atuais nos postos de trabalho	47
4.4 Otimização dos métodos de trabalho	75
4.5 Implementar métodos otimizados	103
5 - Conclusões e Sugestões para próximos trabalhos	106
5.1 Conclusões	106
5.2 Sugestões para próximos trabalhos	107

Referências Bibliográficas

109

Anexo I

112

## Lista de Figuras

3.1 Campo de visão do operador	14
3.2 Grau de desempenho LMS	16
3.3 Desempenho MTM padrão	16
3.4 Movimentos básicos	18
3.5 Extensão do movimento.	19
3.6 – Movimento de aceleração e desaceleração	20
3.7 Planilha MTM AI	33
3.8 Empresas financiadoras da Associação MTM.	35
3.9 Metas do método MTM na BSH Eletrodomésticos	36
3.10 Redução de operadores na linha de montagem BSH após MTM	37
3.11 Cronologia do método MTM na Kiekert	38
3.12 Aplicações do método MTM na Kiekert	38
3.13 Economia acumulada da redução do consumo de tempo na produção	39
4.1 Carro de passeio	40
4.2 Módulo de arrefecimento Carro de passeio	41
4.3 Radiador Carro de passeio	42
4.4 Condensador Carro de passeio	43
4.5 Linha de montagem Carro de passeio	45
4.7.1 - Montagem atual da operação 1	79
4.7.2 - Montagem proposta da operação 1	79
4.8.1 - Montagem atual da operação 2	82
4.8.2 - Montagem proposta da operação 2	82
4.8.2.1 - Montagem atual da operação 2	83
4.8.2.2 - Montagem proposta da operação 2	83

4.9.1 - Montagem atual da operação 3	91
4.9.2 - Montagem proposta da operação 3	91
4.10.1 - Montagem atual da operação 4	92
4.10.2 - Montagem proposto da operação 4	92
4.11.1 - Montagem atual da operação 6.	98
4.11.2 - Montagem propsto da operação 6.	98

## Lista de Tabelas

3.1 - Resultados MTM na BSH	36
3.2 – Treinamento do método MTM versus função	39
4.1 – Montagem do disco	51
4.2 - Tempo por ciclo de montagem do disco.	53
4.3 – Montagem do suporte	57
4.4 – Montagem das paredes divisórias	61
4.5 – Montagem das tampas	66
4.6 – Montagem do bloco do condensador	70
4.7 – Montagem do flange	74
4.8 Ciclos de montagem parcial do condensador.	77
4.9 Montagem do disco otimizada	81
4.10 Montagem do suporte otimizada.	87
4.11 Montagem de parede otimizada.	90
4.12 Montagem de tampa otimizada.	97
4.13 Montagem da flange otimizada.	102
4.14 Montagem parcial do condensador otimizada.	103
4.15 Análises otimizadas da montagem do módulo.	104

## **Nomenclatura**

LMS - Lowry, Maynard, Stegemerten.

UAS - Sistema de Dados Universais

BSD - Dados para Escritório Especialista

PROKON - Desenvolvimento voltado a produção

MEK - MTM para produção individual

MTM – Methods Time Measurements

TMU – Time Measure Unit.

ASME – American Society of Mechanical Engineers

MTM-UAS Sistema de Dados Universais

Brasagem – processo de soldagem do bloco.

Know how – Conhecimento da tecnologia.

Manifolds – conjunto de cabeceira e tampa do condensador.

Aletas – fita de alumínio dobrada em convoluções.

Design Authority – Autoridade de projeto.

Takt time – Tempo de ciclo conforme demanda do cliente

## Capítulo 1

### 1. Introdução

As indústrias estão cada vez mais voltadas à introdução de novos produtos no mercado para atender às diferentes percepções de valor, ou mesmo dar um toque de exclusividade a cada um de seus produtos, objetivando nesse resultado a busca de sua existência no lucro.

Os produtos apresentam-se distintos quanto à sofisticação, aos modelos, ao peso, ao tamanho, às funções e a uma gama de outras características; tudo para atender a clientes, consumidores e mercados cada vez mais exigentes. O custo de processos de montagens e a volatilidade do tempo de vida dos produtos têm afetado drasticamente os resultados das empresas, causando uma grande preocupação no aproveitamento dos recursos aplicados a cada processo.

O método MTM-A1, (Method Time Measurement) para a análise e otimização de processos, vem sendo utilizado desde a década de 50, tendo como uma das principais vantagens a utilização de tempos pré-determinados com detalhamento de movimentos e métodos que podem ser aplicados aos mais variados processos, conferindo uma precisão de medição de tempo média de 5%, entre o cálculo do método MTM aplicado e o tempo real do mesmo processo,(ASME 1950 apud Karger 1957). A aplicação do método MTM-A1 apresenta-se como uma das vantagens à padronização de processos de montagens, de postos de trabalhos e, logicamente, de tempos de ciclos universais. Empresas globalizadas, que produzem peças e processos idênticos em vários países, conseguem, por meio desse método, comparar as melhores práticas do grupo, reduzindo tempo de desenvolvimento e aplicação de melhorias quase simultaneamente, uma vez que os códigos são padronizados e conhecidos em todas as associações MTM, espalhadas pelo mundo.

A Behr, empresa alemã que atua na área de refrigeração veicular, especializada no desenvolvimento e produção de sistemas de arrefecimento de motores e ar condicionado, está implementando, em todo grupo, o método MTM-A1 para desenvolvimento de produtos e otimização de tempos de processos para produtos novos e peças série. Está sendo criado um banco de dados global para permitir a comparação de processos similares, métodos e organização do posto de trabalho, bem como instituir e divulgar as melhores práticas do grupo e desenvolver custos de fabricação mais competitivos.

### **1.1 Problema proposto**

A aplicação do método MTM-A1 tem ganhado força na Europa, nas últimas décadas, particularmente na Alemanha, onde o custo da mão-de-obra e a conhecida busca pela otimização de resultados e qualidade dos produtos são constantes desde a época dos artesãos, no fim da Idade Média. Esta época se refere ao período em que o comércio de produtos manufaturados era restrito aos mestres “artesãos” que detinham a especialidade e habilidade de produzi-los com qualidade.

O método MTM A1, também conhecido como método básico, é aplicado tanto na fase em que é definido o conceito do produto (para se custear o tempo de fabricação do mesmo), quanto na fase de produção seriada para otimização de tempos de processos.

Recentemente a Behr Brasil conquistou, dentro do grupo, a confiança de produzir o primeiro produto para o mercado americano de carros de passeio. O Carro de passeio, como é conhecido, é o projeto mais importante lançado pela montadora nos últimos 20 anos, segundo seus executivos e será o futuro de uma nova era de estilo, competindo diretamente com o seus rivais japoneses .

A parte do elevado nível de qualidade e credibilidade em jogo no projeto, o fator custo para desenvolver o produto assim como a cadeia logística para abastecer o cliente, será um dos maiores desafios para a Behr Brasil. Portanto, a aplicação do método MTM A1 na linha de montagem do Carro de passeio será o tema proposto para este trabalho.

## **1.2 Importância e justificativa do trabalho.**

Essa proposta de trabalho torna-se relevante a partir dos últimos meses, quando a moeda Real encontra-se mais forte em relação ao Dólar, diminuindo ainda mais a rentabilidade do projeto, o que pode contribuir com um enorme prejuízo caso seus processos não estejam controlados e com baixos custos. Estima-se uma demanda de 150.000 carros / ano, podendo chegar a 243.600 carros / ano, que é a demanda contratada.

Quando observamos que, de acordo com informações da associação MTM do Brasil, o potencial de otimização de processos produtivos aplicando o método MTM A1, é em média, de pelo menos 10% de redução nos tempos de processos nas empresas brasileiras, o impacto no custo final do produto pode ser o diferencial do sucesso do projeto, possibilitando a aquisição de novos contratos para a empresa no Brasil.

## **1.3 Objetivos**

O objetivo do trabalho é a partir do conceito do método MTM A1, desenvolver:

- A) a aplicação na linha de montagem do carro de passeio
- B) demonstrar a relação de otimização em relação ao método aplicado.

## **1.4 Conteúdo do trabalho**

O conteúdo deste trabalho terá a seguinte estrutura:

### **Capítulo 2 – Histórico dos Tempos Pré Determinados.**

Nesse capítulo, será apresentada a cronologia do estudo dos tempos pré-determinados, seus principais autores, suas fases e desenvolvimento assim como os métodos MTM conhecidos.

### **Capítulo 3 – Apresentação do Método MTM .**

Nesse capítulo, serão apresentadas as características do método MTM A1, os movimentos básicos, codificação e algumas regras de aplicação do método.

### **Capítulo 4 – Estudo de caso do método MTM – 1.**

Nesse capítulo, será elaborada a aplicação prática do método, na linha de montagem do Carro de passeio em fase de pré-série, em que todas as fases do método serão avaliadas e mensuradas, os resultados e as otimizações implementadas e propostas, conforme metodologia que segue:

- Levantamento dos métodos atuais da linha de montagem, por meio de filmagem nos postos de trabalhos.
- Análise do tempo de processo MTM A1 do método atual.
- Proposição de otimização, conforme levantamento do método atual.
- Simulação do método otimizado.
- Apresentação de resultados teóricos.

### **Capítulo 5 – Conclusões**

Nesse capítulo, será apresentado as dificuldades, considerações assim como sugestões de aplicações para o próximo trabalho.

### **Anexo – Tabelas e figuras de otimização do método MTM A1**

Nesse tópico, foram apresentadas as tabelas e figuras utilizados no cômputo de avaliação do método aplicado.

## Capítulo 2

### 2. Histórico dos Tempos Pré Determinados

MTM – Method Time Measurements, em poucas palavras, o método determina o tempo. O MTM é um procedimento que analisa qualquer operação manual ou método, por meio de movimentos básicos necessários para realizá-los. Ele define, para cada movimento, um tempo pré-determinado padrão, o qual é definido pela natureza do movimento e pelas condições sob as quais ele é executado. O MTM não permite uma interpretação por parte do analista para o movimento analisado, portanto produz confiáveis análises de medidas de tempos, quando utilizado por um analista competente.

Frederick W. Taylor, conhecido como o pai do estudo de tempos, foi o responsável em primeiro definir o conceito de medição de trabalho.

O objetivo da medição do trabalho é dar suporte a gerentes, trabalhadores e consumidores nas seguintes condições (Karger, 1957):

- Dar assistência na melhoria contínua dos métodos, que reduzem o trabalho e custo para produção.
- Prover um padrão de desempenho que facilite o gerenciamento racional de uma organização laboral.
- Tornar possível o reconhecimento de desempenho acima do padrão, por meio de sistemas de incentivos.
- Demonstrar que todos os itens anteriores diminuem o custo do produto, então o preço para o consumidor também é reduzido e ao mesmo tempo o empregado torna-se mais competitivo, o que protege o seu emprego.

Taylor foi o primeiro a medir o desempenho de seus trabalhadores e estabelecer níveis de produção ou tempo de operação dos melhores resultados registrados.

Descobriu ainda que as medições de desempenho e metas estabelecidas de produção estavam sempre baseadas em baixos níveis de desempenho. Seu próximo passo no desenvolvimento de medição de trabalho, a exemplo de M.Coulomb, que por volta de 1760 usou um cronômetro para medir o tempo necessário para executar uma dada operação, foi tentar definir uma técnica completa para padronização de tempos, utilizando cronômetro alinhado a um específico método de operação.

IIDA (1990) cita que o taylorismo atribuía à “baixa produtividade”, a tendência de vadiagem dos trabalhadores, e os acidentes de trabalho à negligência dos mesmos. Hoje é conhecido que problemas de ergonomia podem reduzir drasticamente a produtividade de uma tarefa devido a fatores “Biomecânicos”.

Segundo Wes – Ergonomia e Saúde Ocupacional (2003), a “Biomecânica” significa o estudo dos movimentos humanos sob a luz da mecânica; esta é, sem dúvida, a área de maior aplicação prática da Ergonomia em relação ao trabalho; nesta área, é estudado a coluna vertebral humana e a prevenção das lombalgias; assim como as diversas posturas no trabalho e a prevenção da fadiga e outras complicações; também é estudado a mecânica dos membros superiores e as causas de tenossinovites e outras lesões por traumas cumulativos nas “ferramentas de trabalho” do ser humano.

Um estudo de caso de aplicação do MTM em um posto de trabalho na Empresa Alfa aponta os benefícios ergonômicos reais e soluções para diminuição de tempo de atividades (Sugai, 2003).

Taylor descreveu o estudo de tempos de forma analítica e seu conteúdo ainda é tão válido hoje quanto foi em seu escrito original em 1912 (Apud Taylor, 1912). O trabalho analítico do estudo de tempo foi o seguinte:

- a) Dividir qualquer trabalho manual em movimentos elementares.
- b) Descartar os movimentos desnecessários.
- c) Estudar cada movimento, um após o outro, para perceber como cada profissional bem treinado executa cada movimento elementar e, com o auxílio

do cronômetro, selecionar o melhor e mais rápido método de executar o movimento elementar.

- d) Descrever, registrar e listar cada movimento elementar com seu próprio tempo, de forma que ele possa ser facilmente encontrado.
- e) Estudar e adicionar um percentual de tempo, relacionado a um profissional treinado, para cobrir atrasos inevitáveis, interrupções e pequenos acidentes.
- f) Estudar e adicionar um percentual de tempo para cobrir a adaptação de novos movimentos nas primeiras vezes que o trabalhador executar esses movimentos. Ela será tão maior quanto maior for o número de elementos compostos por seqüência de movimentos não repetitivos e tanto menor quanto menor o número de elementos numa seqüência mais repetitiva.
- g) Estudar e adicionar um percentual de tempo para descanso numa freqüência permitida, para evitar fadiga física do trabalhador.

Taylor reconheceu as relações existentes entre tempo e método. Isso foi uma das razões principais para subdividir operações em elementos de tempo como, “pegar uma peça”, “colocar uma peça”, por exemplo.

Em seguida ao início do trabalho de Taylor, Mr. Frank B. Gilbreth deixou o ramo da construção civil, após uma brilhante carreira como construtor de edifícios, para dedicar seu tempo ao estudo dos movimentos. Gilbreth descobriu que os pedreiros profissionais utilizavam vários métodos na simples tarefa de assentar um tijolo (Apud Gilbreth, 1925). Essa simples descoberta, mais o encorajamento de sua esposa, Sra Lillian M. Gilbreth, finalmente desencadeou o incentivo necessário para que ele abandonasse seu lucrativo negócio e dedicasse seu tempo em promover o gerenciamento científico e conduzir pesquisas no campo de estudos do movimento.

Frank e Lillian Gilbreth refinaram o conceito de elementos do trabalho de Taylor, por outras subdivisões em elementos “therblig” (Gilbreth lido ao contrário), os quais eram seguimentos básicos manuais de elementos de trabalho, descrevendo atividades humanas senso-motoras ou outros elementos básicos de uma operação (Apud Gilbreth, 1917).

Os 17 *therblig* originais foram:

1. Alcançar
2. Soltar carga
3. Usar
4. Selecionar
5. Posicionar
6. Verificar o atraso inevitável
7. Pegar peça
8. Pré posicionar peça
9. Verificar o atraso evitável
10. Transportar vazio
11. Transportar cheio
12. Segurar
13. Inspecionar
14. Montar
15. Desmontar
16. Planejar
17. Implantar o descanso por fadiga.

Um período de ajustes após a I Guerra Mundial fez a economia entrar em expansão e crescimento por quase toda década de 1920. A pressão do tempo, junto com as tendências políticas e sociais em direção ao otimismo e consumo, causou um aumento contínuo de demanda de bens e serviços.

A indústria cresceu rapidamente, mas não sabiamente. Isso gerou a necessidade da promissora aplicação da medição do trabalho, em ordem que os lucros deveriam sobreviver mesmo com o aumento da pressão financeira, competição e inflação. Outra tendência importante foi o aumento da influência e poder dos sindicatos.

Especialistas de análise do trabalho de ambas as técnicas de estudo, de tempos e movimento, estavam designados a resolver esses problemas com esperanças de rápidas respostas e resultados. Entretanto, como as respostas de medição do trabalho não eram nem

rápidas nem fáceis, uma série de charlatões e bem intencionados, porém ignorantes, profissionais que juntamente com trabalhadores alienados e seus sindicatos, criaram um sério dano à imagem da engenharia industrial (Karger, 1957).

Uma adequada e confiável medição do trabalho é atividade para profissional de muita experiência e não pode ser absorvido por iniciantes nem pessoas não treinadas.

Enquanto a falta de profissionais qualificados foi a causa da maioria dos problemas da "era dos especialistas", período referente à massificação do trabalho em que os trabalhadores, gerentes e até consultores tinham o conhecimento segmentado e cada um trabalhava nas suas respectivas especialidades. Dois outros fatores também estavam envolvidos: um foi que os gerentes daquela época não tinham experiência anterior sobre padrões técnicos de trabalho associados a sistema de incentivos; eles não estavam familiarizados a bons padrões de trabalho. O segundo fator, mais discreto e difícil de identificar, era a fragilidade de tecnologia de medição disponível naquela época.

Essa situação não continuou. Apesar dos efeitos causados pela má reputação da "era dos especialistas", em parte pela depressão causada pela bolsa de New York, em parte pela mobilização da Segunda Guerra devido à escassez de material e mão-de-obra, o estudo de tempos pré-determinados traçou seu uso entre os anos 1930-1940.

Conforme Segur 1927, entre limites práticos, o tempo necessário para todos os especialistas realizarem um verdadeiro movimento fundamental é constante (Apud Karger, 1957). A base para todo sistema de tempos pré-determinados está no fato de que a variação no tempo necessária para executar um mesmo movimento é essencialmente pequena para diferentes profissionais que detêm o mesmo nível adequado de treinamento naquela tarefa.

Houve pouco tempo para alcançar o aumento de produtividade necessário. As empresas eram obrigadas a prestar atenção em cada possibilidade de maximizar resultados, ou reduzindo tempo de montagem ou aferindo controles gerenciais. Vários sistemas de tempos pré-determinados, inclusive o MTM, foram originados nesse período.

Após a Segunda Guerra, a economia e a produção continuaram crescendo em resposta ao longo período de demanda represada. Entretanto, os gerentes e os partidários da medição do

trabalho evitaram os erros que foram cometidos na "era dos especialistas" que viveram sob condições econômicas similares.

Então, com o passar dos anos 50, o sistema de tempos pré-determinado, que já havia se estabelecido, continuou seu saudável crescimento devido ao reaparecimento da competitividade. Porém, vários sistemas que co-existiam com divergências na interpretação do significado de vários aspectos de novos conceitos de tempos pré-determinados, levou a uma nova necessidade de um acordo universal de um ou mais sistemas. Essa nova fase começou nos anos 60 e ainda continua.

A confiabilidade do método MTM está suportada por ser o único sistema de tempos pré-determinado no qual todos os dados e pesquisas estão disponíveis para o público em geral. Foi desenvolvido pelo Conselho de Engenharia de Métodos de Pittsburg, Pensilvânia, pelos autores Dr. Harold B. Maynard, Mr. Gustave J. Stegemerten e Mr. John L. Schwab, seguindo o estudo preliminar desenvolvido para "Westinghouse Electric Corporation", (Maynard, Stegementen e Schwab, 1948). Vários estudiosos fundaram a Associação MTM e imputaram todos os direitos autorais da pesquisa para a associação que, mais tarde, foi transferida para Diretório Internacional MTM, cuja finalidade é disseminar e fomentar o aprimoramento do método MTM.

A pesquisa foi realizada por Maynard, Stegemerten e Schwab. A validação, entretanto, foi possível apenas por uma fonte independente e imparcial, conduzida pela Universidade de Cornell e foi reportada na divisão de Gerenciamento da Associação Americana de Engenheiros Mecânicos.

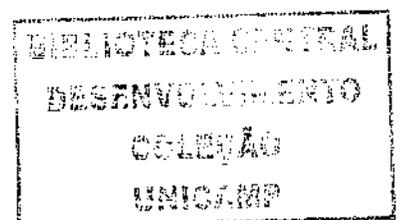
O relatório da Cornell declarou que as informações desenvolvidas pelo estudo eram pertinentes apenas ao sistema MTM e que a seleção pelo estudo do sistema MTM não deveria ser interpretada como uma invalidação para outros sistemas. Foi de forma objetiva explicado que outros sistemas diferem basicamente em dois aspectos. Primeiro, a classificação dos movimentos em que os elementos são subdivididos, diferem no conteúdo e pontos de separação início / fim. Segundo, o nível de desempenho na qual o movimento é baseado difere entre os sistemas.

O método de estudo e análises utilizado na Cornell foi semelhante ao usado pelos fundadores do MTM. Isso envolveu análises detalhadas de quadros de filmes de operações

industriais atuais. A Cornell filmou uma variedade de indústrias, representadas por oito companhias numa faixa de operações de pequenas montagens rebitadas até complexas máquinas manuais. Apenas os incentivos a operações foram mantidos. Uma câmera de 1000 quadros por minuto foi utilizada, com um mínimo de perturbação no ambiente de trabalho. Na maioria das operações, pelo menos duas análises foram feitas baseadas nas taxas LMS, definidas na página 15 do capítulo 3, que mede o grau de rendimento de habilidade, esforço e condições. O trabalho da Cornell (Kendall, 1950) ocasionou apenas pequenas modificações e adições ao sistema MTM (Apud Karger, 1957).

Uma outra importante validação do método foi executada entre os anos de 1953 a 1973 pela Universidade de Michigan, que reproduziu quase todos os dados originais do sistema MTM.

O sistema MTM vem desenvolvendo vários módulos em diversas áreas de aplicação, como por exemplo: o método UAS baseado no método MTM A1 é um método universal de análise de movimentos de alcançar, pegar e colocar no lugar para operações padrões; o método MEK para aplicação em peças de pequenas séries ou produção individual; o método BSD para aplicação em trabalhos de escritórios, relativos a trabalhos burocráticos; o método PROKON de aplicação na concepção do produto para diminuir sua complexidade e facilitar a montagem do produto; o método Logístico que otimiza tempos de carregamento, transporte, descarga, abastecimento e, mais recentemente, o método Ergotime, em que se definem, de forma ergonômica, o tempo de processo e o desenho tridimensional dos postos de trabalhos. Todos esses métodos têm demonstrado uma crescente demanda, devido aos resultados de redução de custos identificando um diferencial de sucesso na manufatura de produtos (Associação MTM E. V., 1963).



## Capítulo 3

### Apresentação do Método MTM A1.

O método MTM é um procedimento que analisa qualquer operação manual ou método nos movimentos básicos necessários para executá-la, e atribui a cada movimento um tempo padrão pré-determinado, o qual é determinado pela natureza do movimento e condições sob as quais ele é realizado (Maynard, et al , 1948).

#### Delimitações do método MTM

- A definição estabelece que o método MTM trata de procedimentos nitidamente influenciáveis (manuais). Tempos que podem ser influenciados sob determinadas condições e tempos de procedimentos não influenciáveis (processos) são cronometrados ou calculados.
- O método MTM não é aplicável a atividades intelectuais, ou seja, aquelas em que são exigidas decisões que vão além de “sim” – “não”, isto é, as decisões que requerem um raciocínio preliminar.
- O tempo padrão não considera os tempos de distribuição e nem os de recuperação.

A aplicação do método MTM A1, tem como fundamento a diminuição de movimentos ou do grau de controle requerido para executar esses movimentos. O resultado de utilização do método deve evidenciar as seguintes melhorias:

- Aumento da segurança do operador;
- Aumento do conforto do operador;
- Redução do esforço físico e fadiga;
- Eliminação de perdas;

- Melhores relações entre supervisores e operadores;

O uso dessa ferramenta permite várias possibilidades, porém abaixo apresentamos as principais delas:

- a) Desenvolvimento de métodos eficientes e planejamento da produção antes da execução
- b) Aperfeiçoamento de métodos existentes
- c) Estabelecimento de tempos padrões
- d) Desenvolvimento de fórmula de tempos para dados padrões
- e) Estimativa de custos
- f) Auxílio no projeto dos produtos
- g) Desenvolvimento no projeto de ferramentas eficientes
- h) Seleção de equipamento eficiente
- i) Treinamento de supervisores para implantar a consciência de métodos
- j) Estabelecimento de estudo tempos e fixação de salários
- k) Treinamento do operador
- l) Pesquisas em matérias como métodos de operação, treinamento e avaliação do ritmo.

A base que governa o uso dos movimentos na técnica do MTM (suas seqüências e combinações) tem sido chamada de *princípio do movimento limitante*. Na realização de operações industriais, é indesejável ter apenas um movimento dos membros do corpo por vez. Dois ou mais membros devem, usualmente, estar em movimento simultaneamente, caso se busque o mais efetivo método de executar a operação. Se dois ou mais movimentos são combinados ou sobrepostos, eles podem ser executados dentro do tempo do movimento que demanda o maior quantidade de tempo, ou movimento limitante (Maynard, Stegemerten and Schwab, 1948).

O caráter geral de movimentos combinados, seu estudo e avaliação de suas ocorrências é o mais complexo aspecto de qualquer sistema de medição de trabalho. Tem sido geralmente reconhecido por autoridades no campo de medição de trabalho, que o sistema MTM contém a

mais completa pesquisa de dados práticos em movimentos combinados que existe. Todavia, essas pesquisas indicam uma abrangente área ainda a ser investigada sobre o assunto.

A tabela A do anexo I condensa os movimentos básicos e suas possibilidades de aplicação simultaneamente, definindo as possibilidades como “Fácil”- movimentos combinados que necessitam de pouca ou nenhuma prática; “Com Prática” – movimentos combinados requerem prática sobre condições altamente repetitivas e “Difícil” movimentos combinados de difícil aplicação, mesmo após longo tempo de prática, a não ser por excepcional treinamento e habilidade do operador, classifica também se o movimento está dentro do campo de visão normal do operador (W = within), área de  $\varnothing$  10 cm da figura 3.1 ou fora do campo de visão normal do operador (O = outside), área de  $\varnothing$  60 cm na mesma figura.

A principal fonte dos dados de movimentos combinados MTM é “Um estudo dos movimentos simultâneos”, que reporta os resultados de mais de dois anos de intensivos estudos de laboratório e industrial do problema. (Research Report 105 US / Canadá MTM Association).

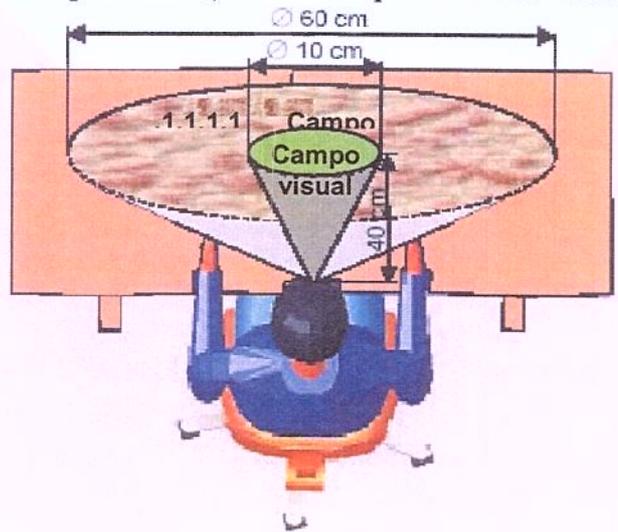
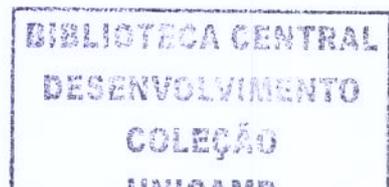


Figura 3.1 Campo de visão do operador

O método MTM A1, ou método básico, foi desenvolvido para atender as seguintes exigências (Associação MTM E. V.1963 ):

- deverá ser aplicável em todos os ramos de atividades;
- deverá ser compreensível por todos e o seu aprendizado fácil, não exigindo conhecimentos prévios especiais;



- deverá estar estruturado de tal maneira que o tempo de sua execução seja uma “decorrência dele próprio”;
- deverá ser padronizado mundialmente.

O MTM foi originalmente desenvolvido a partir da análise de centenas de metros de filmes cinematográficos. Os filmes eram tomados sobre operações industriais executadas por operadores qualificados em muitas áreas geográficas dos EUA.

A câmara era usada com o filme em velocidade constante, em 16 quadros por segundo. O uso de medidores de tempo e outros acessórios perturbadores foi eliminado, habilitando o operador a trabalhar com condições normais de operação. No relatório de Maynard, Schwab e Stegemerten, *“Methods Time Measurement”* 1948 - está escrito detalhadamente o procedimento adotado na apuração dos dados. Os tempos efetivos de outros movimentos como, por exemplo, caminhar, foram apurados com o auxílio de levantamento de tempo.

A dispersão de tempos resultante do desempenho interpessoal foi amplamente compensada pela aplicação do método americano para avaliação do grau de rendimento LMS, de Lowre, Maynard e Stegemerten, seus autores. Nesse método, também conhecido como método de “Leveling”, o desempenho padrão de 100% é definido como sendo:

“O desempenho de um ser humano com nível médio de treinamento que executa esse trabalho continuamente sem apresentar fadiga operacional”(Lowry, Maynard, and Stegemerten. 1940).

Na avaliação do grau de desempenho pelo método LMS são avaliadas as seguintes características:

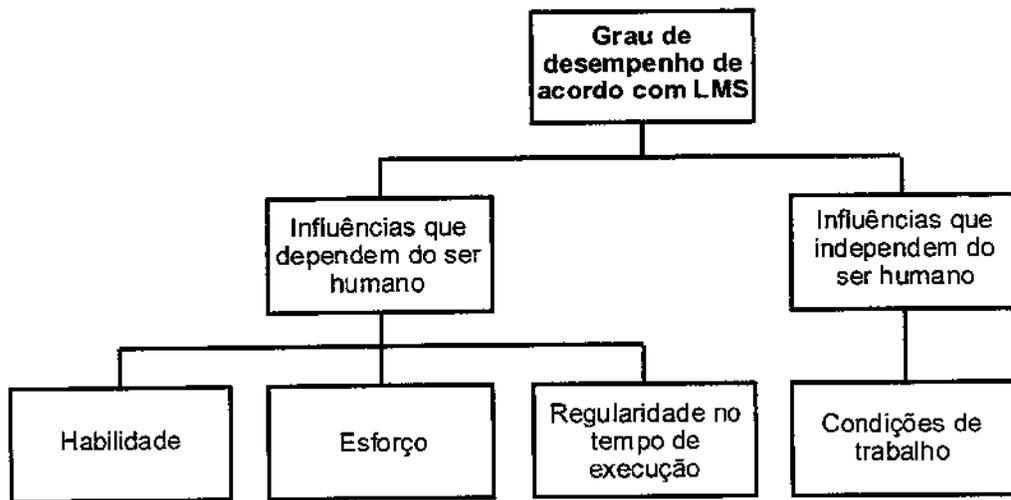


Figura 3.2 Grau de desempenho LMS (Associação MTM E. V.1963 )

O nivelamento foi executado, de acordo com o demonstrativo a seguir, cabendo a um grupo de técnicos experientes proceder à avaliação do grau de desempenho:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Tempo efetivo de} \\ \text{acordo com a} \\ \text{análise do filme ou} \\ \text{levantamento de} \\ \text{tempos} \\ \hline \end{array}
 \times
 \begin{array}{|c|} \hline \text{Grau de} \\ \text{desempenho médio} \\ \text{LMS} \\ \text{levantado pelo} \\ \text{grupo avaliador} \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline \text{Desempenho} \\ \text{MTM padrão} \\ \hline \end{array}$$

Figura 3.3 Desempenho MTM padrão

Os tempos padrões MTM foram trabalhados utilizando como suporte o processo estatístico, incluindo, destacadamente, os cálculos com os parâmetros de influência, para compensar a dispersão incorporada aos valores medidos (Associação MTM E.V. 1963).

Podemos destacar aqui a questão ergonômica atribuída as análises da habilidade e esforço, para melhoria de desempenho do operário. De acordo com IIDA (1990), os objetivos práticos da ergonomia são a segurança, satisfação e o bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com sistemas produtivos, tendo a eficiência como resultado.

O movimento de corpo, perna e pé foram mais tarde derivados do estudo de tempo detalhado, acompanhados pela informação do MTM desenvolvido. Métodos matemáticos e estatísticos foram simultaneamente empregados para determinar os tempos padrões publicados.

Por necessidade, as definições dos dados do MTM são generalizadas para cobrir a maioria das condições. Contudo é necessário um entendimento detalhado do MTM com o objetivo de aplicar a técnica a todas as situações. Uma interpretação muito abrangente das definições pode conduzir a erros sérios.

No método MTM, os valores dos tempos dos movimentos básicos são especificados como unidade de tempo.

$$1/100\ 000 \text{ hora} = 1 \text{ TMU}$$

TMU é a abreviação de Time Measurement Unit que traduzida significa “Unidade de medição do tempo”.

$$\text{Assim a equivalência de: } 1\ 000 \text{ TMU} = 0,6 \text{ min} = 36 \text{ s.}$$

### 3.1 Movimentos básicos MTM

O método MTM reconhece oito movimentos manuais, nove movimentos do pé e do tronco e dois movimentos oculares. Assim um movimento padrão deve considerar um ou mais dos 19 movimentos fundamentais. O tempo para cada um desses movimentos é determinado não só pelas condições físicas envolvidas na execução do movimento, mas também pela natureza das condições sob as quais ele é feito, conforme já observado pela própria definição do método.

Os procedimentos totalmente influenciáveis, são 80% a 85% compostos por 5 movimentos básicos, em que o ciclo de movimentação também é típico, como segue na figura 3.4 (Associação MTM E. V.1963):

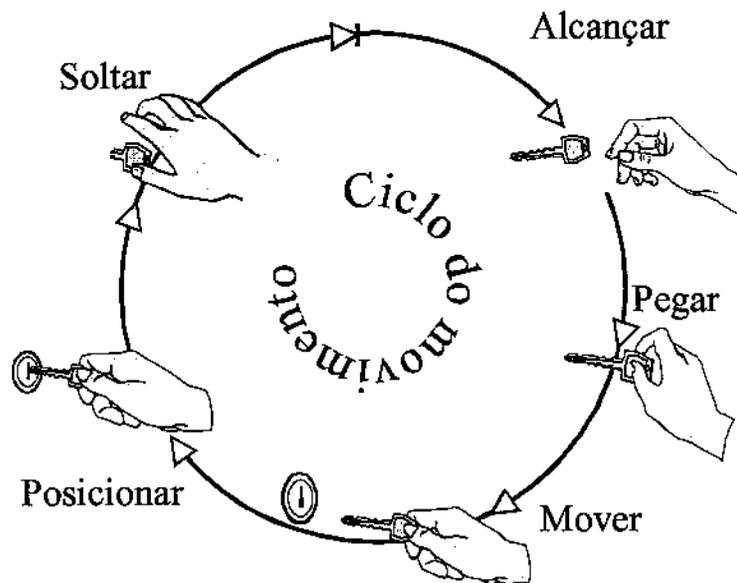


Figura 3.4 Movimentos básicos

Os cinco movimentos básicos de maior importância são analisados detalhadamente mais adiante. Aqui se pretende descrever os procedimentos com base nos cinco movimentos básicos (MTM Association, 1958):

- 3.1 Alcançar - Movimentar a mão na direção de um objeto;
- 3.2 Pegar - Passar a controlar um objeto;
- 3.3 Soltar - Deixar de controlar um objeto;
- 3.4 Mover - Movimentar um objeto com a mão;
- 3.5 Posicionar - Alinhar ou inserir objetos;

Além desses cinco movimentos básicos existem outros três, geralmente da mão, utilizados para descrever os movimentos:

- 3.6 Premir – Esforço de aplicar pressão para vencer uma resistência;
- 3.7 Separar – Esforço de aplicar pressão para eliminar união entre objetos;
- 3.8 Torcer - Esforço de girar em torno de eixo longitudinal;

Há ainda os movimentos básicos dos olhos para descrever atividades que influenciam no tempo de operação:

3.9 Deslocar a direção do olhar – Enfocar um campo visual diferente;

3.10 Examinar – Identificar características diferenciáveis.

E finalmente os movimentos do pé e do corpo que são:

3.11 Movimento do pé – Movimentar para cima ou para baixo ou rotação;

3.12 Movimento da perna – Movimento para frente, para trás ou para lateral;

3.13 Passo lateral – Corresponde ao deslocamento do eixo do corpo;

3.14 Giro do corpo – Movimento em torno do próprio eixo;

3.15 Andar – Movimento do corpo para frente ou para trás;

3.16 Curvar – Movimento de inclinação da parte superior do corpo;

3.17 Abaixar – Movimento de inclinação da parte superior do corpo em que as mãos ficam abaixo da linha do joelho;

3.18 Ajoelhar – Movimento de ajoelhar com um /dois joelhos;

3.19 Sentar – Movimento de sentar.

Para que se compreendam as análises do método básico, far-se-á um detalhamento dos movimentos citados em suas definições, codificações e parâmetros de influência.

Define-se como extensão do movimento o percurso efetivamente percorrido, medido em centímetros e realizado normalmente em forma de arco, conforme figura 3.5.

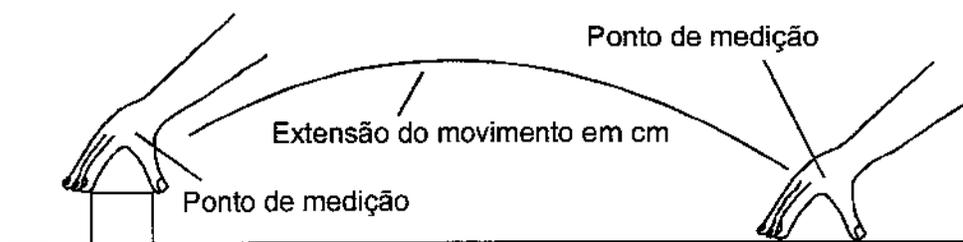


Figura 3.5 Extensão do movimento.

### 3.1 Alcançar R (Reach)

Definição: Alcançar é o movimento básico com que alguém movimenta o dedo ou a mão em direção a um local determinado ou indeterminado.

## Parâmetros de influência

### 3.1.1 Extensão do movimento em centímetros conforme figura 3.5

### 3.1.2 Caso de Movimentação

3.1.2.1 Caso **A**, característico pelo baixo grau de esforço de controle.

3.1.2.2 Caso **B**, característico pelo médio grau de esforço de controle

3.1.2.3 Caso **C**, característico pela necessidade de escolha ou seleção

3.1.2.4 Caso **D**, característico para alcance de objetos pequenos ou sensíveis

3.1.2.5 Caso **E**, característico pelo baixo esforço de controle para local indeterminado

3.1.3 Tipo de percurso do movimento, com ou sem aceleração(m) ou retardamento(m). Na maioria dos casos, a mão inicia e finaliza em descanso. Este percurso de movimento de alcançar

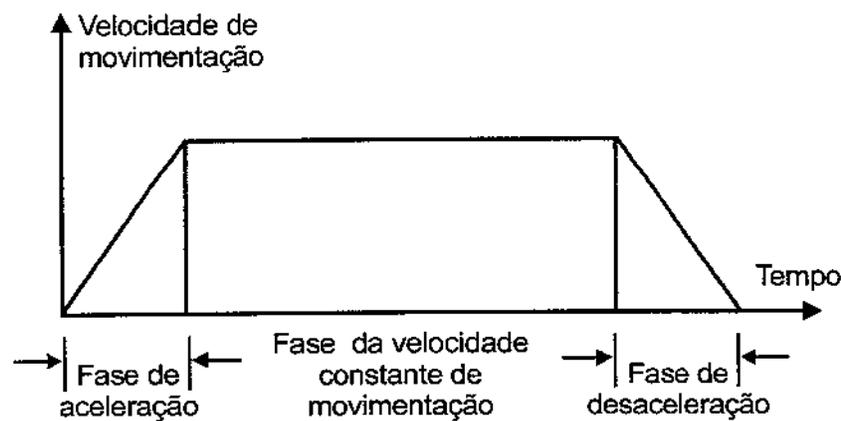
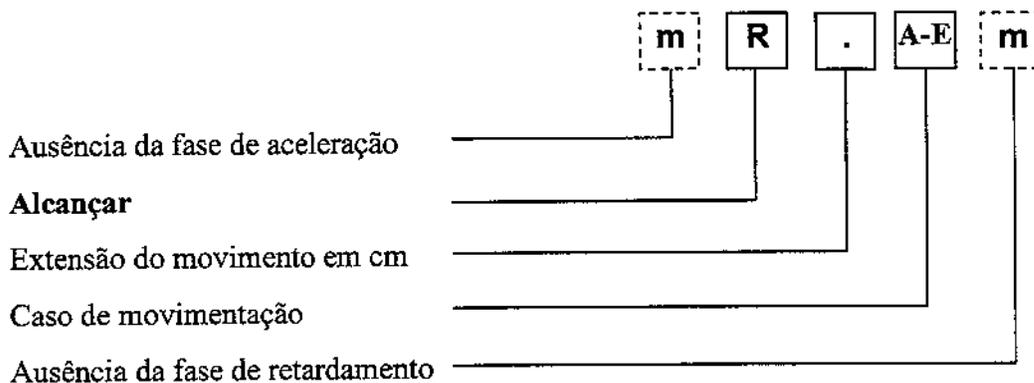


Figura 3.6 – Movimento de aceleração e desaceleração.

normal **com a fase de aceleração e desaceleração**. No início e no fim do movimento a velocidade é zero.

Codificação para identificar o conteúdo do movimento **ALCANÇAR**.



### 3.2 Pegar G (Grasp)

Definição: Pegar é o movimento básico que se executa, a fim de conseguir dominar um ou mais objetos com dedos ou com a mão, viabilizando a execução do próximo movimento básico.

Parâmetros de influência

#### 3.2.1 Tipo do pegar (G)

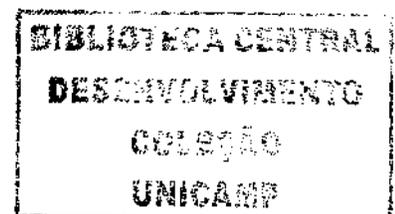
- 3.2.1.1 **G1** - Pegar fechando os dedos
- 3.2.1.2 **G2** - Repegar reposicionar o objeto na mão
- 3.2.1.3 **G3** - Pegar com finalidade de transferir
- 3.2.1.4 **G4** - Pegar selecionando o objeto
- 3.2.1.5 **G5** - Pegar por contato

#### 3.2.2 Posicionamento do objeto

#### 3.2.3 Composição do objeto (dimensões)

- 3.2.3.1 **G1C1** para peças com diâmetros de  $> 12 \text{ mm}$  a  $< 25 \text{ mm}$
- 3.2.3.2 **G1C2** para peças com diâmetros de  $> 6 \text{ mm}$  a  $< 12 \text{ mm}$
- 3.2.3.3 **G1C3** para peças com diâmetro  $< 6 \text{ mm}$
- 3.2.3.4 **G4A** para duas dimensões entre  $> 25 \times 25 \times 25 \text{ mm}$
- 3.2.3.5 **G4B** para duas dimensões entre  $> 6 \times 6 \times 3 \text{ mm}$  a  $< 25 \times 25 \times 25 \text{ mm}$
- 3.2.3.6 **G4C** para duas dimensões entre  $< 6 \times 6 \times 3 \text{ mm}$

Codificação para identificar o conteúdo do movimento PEGAR.



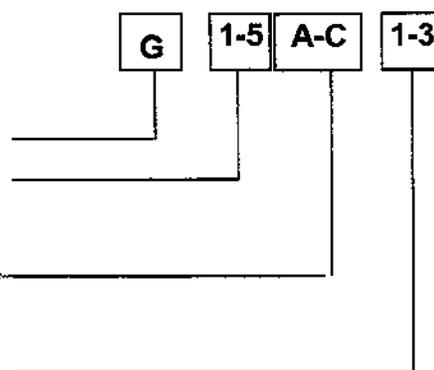
## Pegar

Tipo do pegar (1 – 5)

Pegar **G1** - posição e natureza do objeto (A – B – C)

Pegar **G4** - natureza do objeto (A – B – C)

Pegar **G1C** - natureza do objeto (1 – 2 – 3)



### 3.3 Soltar **RL** (Release)

Definição: Soltar é o movimento básico que se executa, a fim de deixar de exercer o domínio sobre um ou mais objetos por intermédio dos dedos ou da mão.

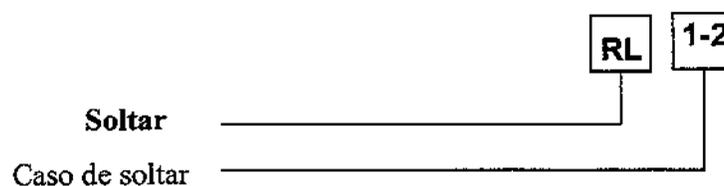
Parâmetros de influência

#### 3.3.1 Caso de Movimentação

3.3.1.1 **RL 1** soltar abrindo os dedos

3.3.1.2 **RL 2** soltar suspendendo o contato

Codificação para identificar o conteúdo do movimento SOLTAR



### 3.4 Mover **M** (Move)

Definição: Mover é o movimento básico executado com a finalidade de deslocar um ou vários objetos, com os dedos ou as mãos, até o local de destino.

Parâmetros de influência

3.4.1 Extensão do movimento em centímetros, conforme figura 3.5.

#### 3.4.2 Caso de movimentação

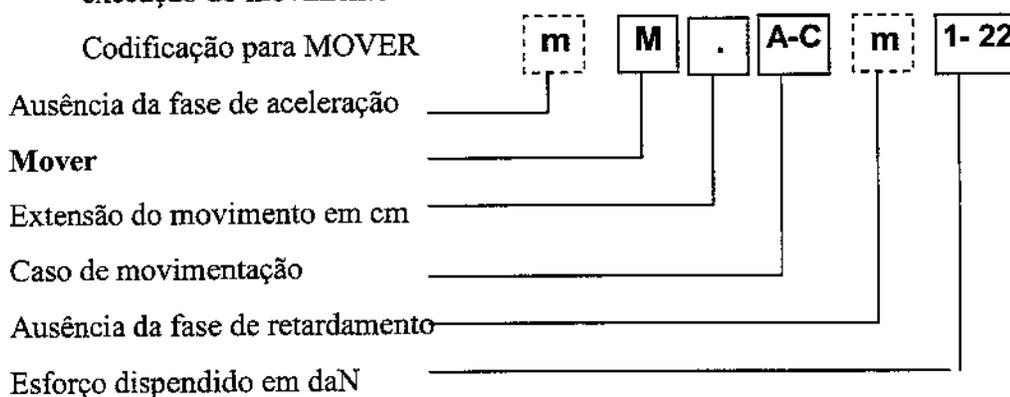
3.4.2.1 Caso **A** é o baixo grau de esforço de controle aplicado

3.4.2.2 Caso **B** é o médio grau de esforço de controle aplicado

### 3.4.2.3 Caso C é o alto grau de esforço de controle aplicado

3.4.3 Tipo de decurso dos movimentos, com ou sem aceleração ou retardamento, conforme já descrito no item 3.1.3.

3.4.4 Esforço dispendido em daN (decaNewton ou Kg) determina um retardamento na execução do movimento



### 3.5 Posicionar P (Position)

Definição: Posicionar é o movimento básico executado pelos dedos ou com a mão, a fim de colocar um objeto ao lado do outro, ou então encaixar um no outro.

Parâmetros de influência

#### 3.5.1 Classe de ajuste

3.5.1.1 **P1** Solta

3.5.1.2 **P2** Justo

3.5.1.3 **P3** firme

#### 3.5.2 Condição de simetria

3.5.2.1 Simétrico **S**

3.5.2.2 Semi-simétrico **SS**

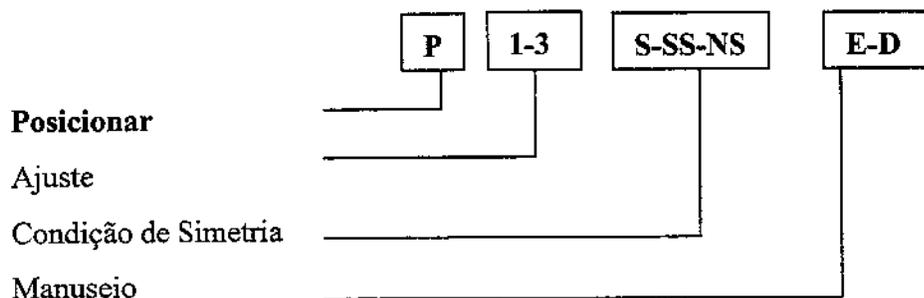
3.5.2.3 Não-simétrico **NS**

#### 3.5.3 Manuseio

3.5.3.1 Simples – **E** (easy)

3.5.3.2 Difícil - **D** (difficult)

Codificação para identificar o conteúdo do movimento POSICIONAR



### 3.6 Premir AP (Apply Pressure)

Definição: Premir é a aplicação de uma força muscular de todas as partes do corpo, com a finalidade de vencer uma resistência. Nesse caso não ocorre uma movimentação significativa ( $\leq 6$  mm).

Parâmetros de influência

#### 3.6.1 Caso de Movimentação

3.6.1.1 Caso A, exemplo aplicar a força para clipar

3.6.1.2 Caso B, o mesmo do caso A com um esforço adicional de repegar.

Codificação para identificar o conteúdo do movimento PREMIR



### 3.7 Separar D (Desengage)

Definição: Separar é o movimento básico executado com a mão ou pelos dedos, com a finalidade de eliminar a união entre dois objetos, sendo que a resistência existente cessa instantaneamente.

## Parâmetros de influência

### 3.7.1 Classe de ajuste

3.7.1.1 Classe **D1** – Livre

3.7.1.2 Classe **D2** – Justo

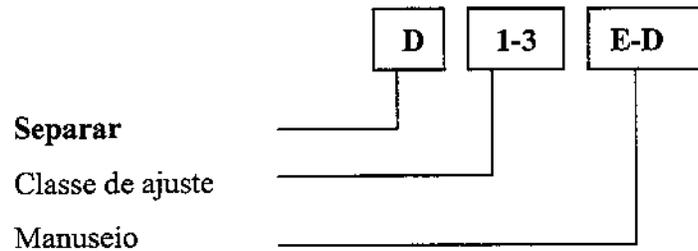
3.7.1.3 Classe **D3** - Apertado

### 3.7.2 Manuseio

3.7.2.1 Fácil **E** (easy)

3.7.2.2 Difícil **D** (difficult)

Codificação para identificar o conteúdo do movimento SEPARAR



## 3.8 Torcer T (Turn)

Definição: Torcer é o movimento básico que se realiza quando a mão vazia ou carregada, gira em torno do eixo longitudinal do antebraço.

### Parâmetros de influência

3.8.1 Ângulo de torção em graus

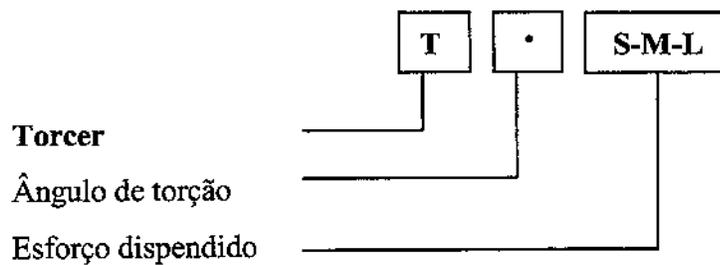
3.8.2 Esforço dispendido

3.8.2.1 Pequeno **S** (small)

3.8.2.2 Médio **M** (médium)

3.8.2.3 Grande **L** (large)

Codificação para identificar o conteúdo do movimento TORCER



### 3.9 Desloca a direção do olhar ET (Eye Travel)

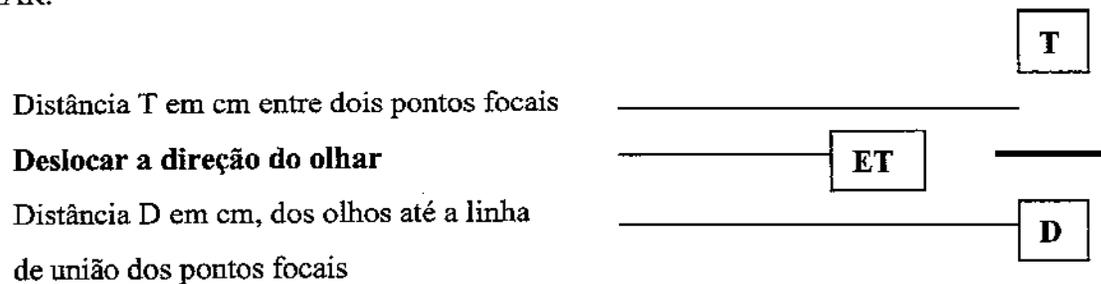
Definição: Desloca a direção do olhar é o movimento executado pelos olhos, para dirigir os olhos de um ponto para outro, com a finalidade de enfocar um campo visual diferente.

Parâmetros de influência

3.9.1 Distância entre dois pontos focais

3.9.2 Distância dos olhos até a linha de união dos pontos focais.

Codificação para identificar o conteúdo do movimento DESLOCAR A DIREÇÃO DO OLHAR.



### 3.10 Examinar EF (Eye Focus)

Definição: Examinar é a atividade dos olhos que tem por finalidade identificar características facilmente diferenciáveis em um objeto, dentro de um campo visual normal.

Parâmetros de influência

3.11.1 Localização das características (campo visual) por simples decisão “sim” ou “não”

Codificação para identificar o conteúdo do movimento EXAMINAR



### 3.11 Movimentos do pé FM (Foot Motion)

Definição: O movimento do pé é executado quando se movimenta para cima ou para baixo, o eixo de rotação que fica nas articulações dos dedos do pé ou do tornozelo.

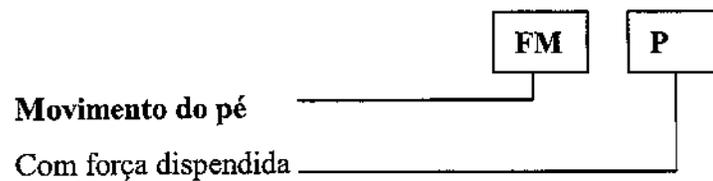
Parâmetros de influência

3.11.1 Caso de movimentação dependente da força dispendida

3.11.1.1 Leve dispêndio de força

3.11.1.2 Aplicação de forte pressão “P”

Codificação para identificar o conteúdo do MOVIMENTO DE PÉ



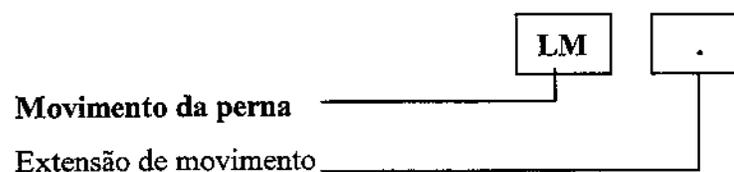
### 3.12 Movimentos da perna LM (Leg Motion)

Definição: Um movimento de perna é executado quando o objetivo relevante consistir em movimentar a perna para frente, para trás ou para lateral usando a articulação do joelho ou ainda da coxa, sem deslocar do eixo do corpo para qualquer direção.

Parâmetros de influência

3.12.1 Extensão do movimento em centímetros, conforme figura 3.5.

Codificação para identificar o conteúdo do MOVIMENTO DE PERNA



### 3.13 Passo Lateral SS (Side Step)

**Definição:** Passo lateral é um movimento do corpo em que o eixo é deslocado lateralmente, dando um ou dois passos em um dos sentidos mencionados, sem com isso girar o corpo.

Parâmetros de influência.

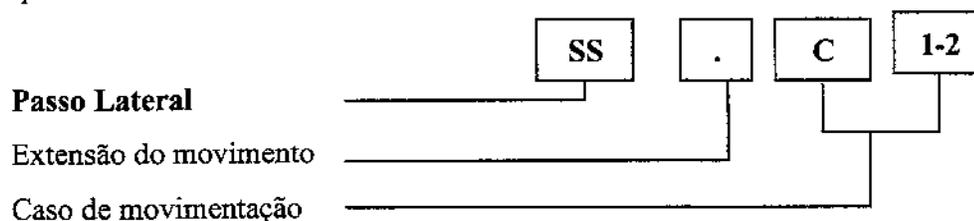
3.13.1 Extensão do movimento, referente ao deslocamento do eixo da coluna vertebral em cm.

3.13.2 Caso de movimentação:

3.13.2.1 Caso 1, quando a perna em movimento se apóia novamente no solo.

3.13.2.2 Caso 2, a 2ª perna deve tocar novamente ao solo antes de iniciar o movimento seguinte.

Codificação para identificar o conteúdo do PASSO LATERAL



### 3.14 Giro do corpo TB (Turn Body)

**Definição:** Giro do corpo é o movimento executado depois de dar um ou dois passos, de tal maneira que seja movimentado em torno do seu próprio eixo, girando para a direita ou para a esquerda.

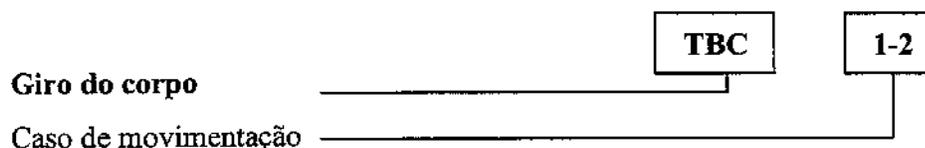
Parâmetros de influência.

3.14.1 caso de movimentação

3.14.1.1 Caso 1 Giros do corpo na faixa de 45° até 90°.

3.14.1.2 Caso 2 Perna arrastada precisa estar novamente apoiada sobre o chão.

Codificação para identificar o conteúdo do Giro do Corpo



### 3.15 Andar W (Walk)

Definição: Andar é uma seqüência de um ou mais passos por meio dos quais o corpo se movimenta para a frente ou para trás.

Parâmetros de influência.

3.15.1 Quantidade de passos, distância percorrida pela extensão do passo.

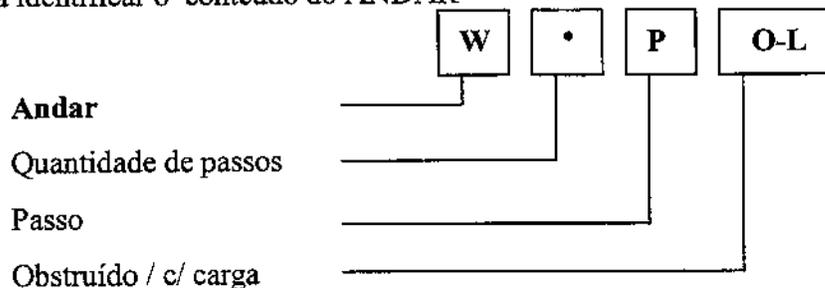
3.15.2 Tipo de andar.

3.15.2.1 W-P Andar livremente com carga < 23 daN

3.15.2.2 W-PO Andar enfrentando obstáculos

3.15.2.3 W-PL Andar carregando peso > 23daN

Codificação para identificar o conteúdo do ANDAR

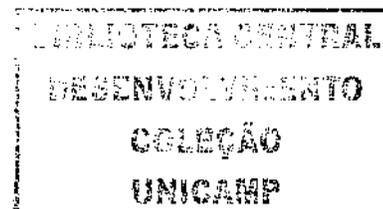
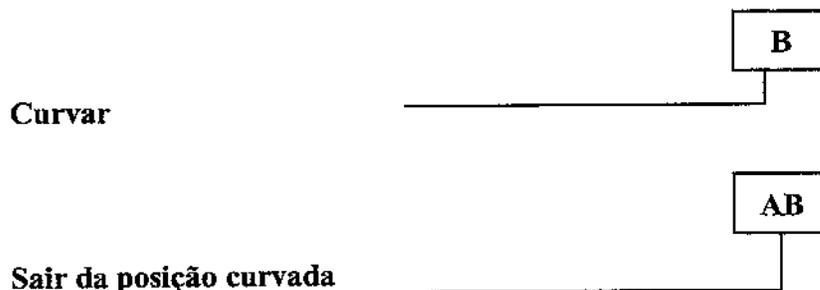


### 3.16 Curvar B (Bend) e sair da posição curvada AB (Arise from Bend)

Definição: Curvar é um movimento do corpo em que a parte superior do corpo é inclinada a tal ponto que as mãos chegam à altura dos joelhos ou abaixo.

Definição: Sair da posição curvada é o movimento do corpo que consiste em retornar a parte superior do corpo a sua posição normal.

Codificação para identificar conteúdo do CURVAR e SAIR DA POSIÇÃO CURVADA

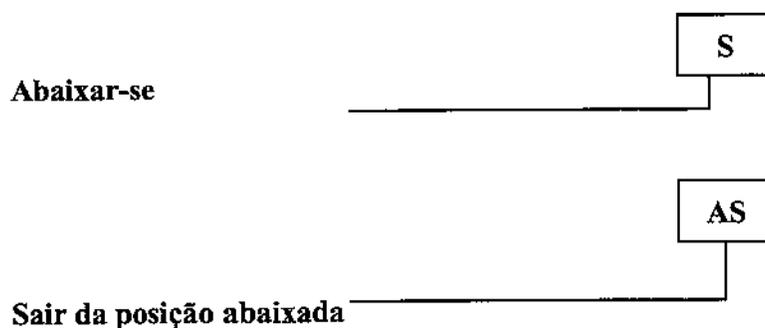


### 3.17 Abaixar-se S (Stoop) e sair da posição abaixada AS (Arise from Stoop)

Definição: Abaixar-se é um movimento do corpo que acontece quando a parte superior do corpo, que está na posição ereta (normal), num movimento simultâneo com os dois joelhos, passa a curvar-se ligeiramente de tal forma que as mãos podem chegar até o chão.

Definição: Sair da posição abaixada é um movimento do corpo que consiste em retornar o corpo à sua posição normal, depois de ter abaixado.

Codificação para identificar conteúdo do ABAIXAR e SAIR DA POSIÇÃO ABAIXADA



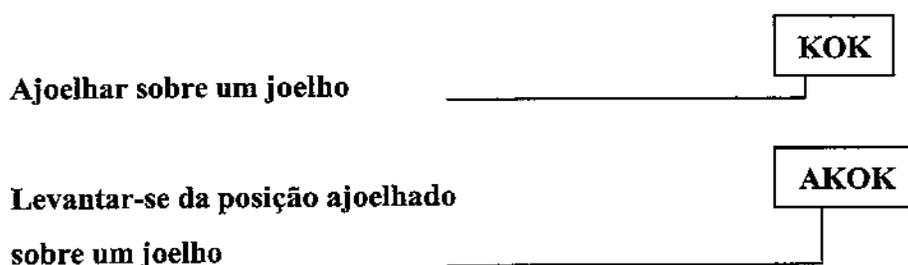
### 3.18 Ajoelhar

#### 3.18.1 Ajoelhar sobre um joelho KOK (Kneel on one Knee) e levantar-se da posição ajoelhado sobre um joelho AKOK (Arise from Kneel on one Knee)

Definição: Ajoelhar-se sobre um joelho é o movimento do corpo em que o corpo ereto é curvado para frente, enquanto simultaneamente, ocorre a flexão de uma perna e a outra é deslocada para frente ou para trás.

Definição: Levantar-se da posição ajoelhar-se sobre um joelho é o movimento do corpo em que esse, apoiado sobre um joelho, retorna a posição normal (ereta).

Codificação para identificar conteúdo do AJOELHAR-SE e SAIR DA POSIÇÃO AJOELHADA



### 3.18.2 Ajoelhar sobre dois joelhos KBK (Kneel on both Knee) e Levantar-se da posição ajoelhado sobre dois joelhos AKBK (Arise from Kneel on both Knee)

Definição: Ajoelhar-se sobre os dois joelhos é o movimento do corpo em que o corpo ereto é levado a se apoiar sobre os dois joelhos depois que uma das pernas tenha executado um movimento para frente seguido de um de voltar.

Definição: Levantar-se da posição ajoelhar-se sobre dois joelhos é um movimento do corpo em que o corpo, nesse instante apoiado sobre dois joelhos, retorna a posição normal (ereta).

Codificação para identificar conteúdo do AJOELHAR-SE e SAIR DA POSIÇÃO AJOELHADA, COM DOIS JOELHOS.

Ajoelhar sobre dois joelhos

KBK

Levantar-se da posição ajoelhado sobre dois joelhos

AKBK

### 3.19 Sentar SIT (Sit) e Levantar STD (Stand).

Definição: sentar é o movimento do corpo em que o corpo ereto é deslocado para baixo até a área de assentar, e a parte superior do corpo é levada a recostar.

Definição: Levantar é o movimento do corpo em que o corpo sentado é levantado à posição ereta, ou seja, ficando de pé novamente.

Codificação para identificar conteúdo do SENTAR e LEVANTAR

Sentar

SIT

Levantar

STD

Conhecidos os movimentos básicos para executar as análises do método MTM A1, é necessário a utilização de um software de banco de dados para a elaboração e manutenção dos valores apurados para tempos operacionais. A Associação MTM Alemã, desenvolveu o TiCon - Time Control for better workflow - (controle de tempo para melhor fluxo operacional). TiCon reúne as exigências do planejamento – e outros a descrição e a quantificação dos tempos dos métodos de trabalho – em um processo integrado. Para isso são utilizáveis todos os métodos usuais, como por exemplo: a avaliação de um levantamento de tempos, processamentos múltiplos, valores obtidos pela experiência no dia-a-dia, valores estimados e sistemas de tempos pré-determinados. Os sistemas de dados MTM oferecem as condições ideais para esta finalidade. conhecer a planilha e seus campos de preenchimento, conforme modelo da figura 3.7 (Software Ticon 2.15, 2003).

Através da estruturação e delimitação dos padrões de tempo no sentido de uma ampla utilização segundo o princípio da utilização de módulos abarca-se todo o trabalho a ser planejado com uma pequena quantidade de tempos. O desenvolvimento de dados de tempo, através da seleção e aplicação dos módulos de tempo, já memorizados num banco de dados é assegurado pela codificação dos respectivos módulos, que é uma premissa básica para a configuração técnica do CPD no que diz respeito a normas e atividades repetitivas, que transcendem às peculiaridades individualizadas de empresas.

A codificação dos módulos de tempo no TiCon® permite que, a qualquer tempo, seja processada uma comparação baseada em unidades de produção, produtos e operação e força uma descrição uniforme para o processo.

TiCon® é estruturado em módulos e disponibiliza além da funcionalidade para os métodos e planejamento de tempos, também funcionalidade nas áreas de planejamento do trabalho e da produção, na definição do balanceamento das linhas de montagem e interfaces para sistemas PPS.

Copyright (c) Deutsche MTM-Vereinigung e.V.



## MTM - Básico

### Padrão

Página: 1 von 2  
 Usuário: SOLON  
 Data: 11/10/2005

---

**Código:** BB.EP.MDC.C...1

**Descrição:** Montagem do bloco Condensador

**Índice:** Variante:

**Tempo básico tg:** 41,72 SEC **Tempo por unidade te:** 41,72 SEC

**Tempo bás. mont. trg:** SEC **Tempo de mont. tr:** SEC

**Código curto:** Subprocesso: N

**Tipo:** E Execução **Tipo processo tempo:** P Pessoa

**Status:** 3 Liberado para examinador **Processo de tempo:** S Separado

**Classe de procura:** **Válido de - até:** 19/4/2005 -

**Proprietário:** SOLON **Formatar:** SOLON / 19/4/2005

**Examinado:** **Última modificação:** SOLON / 27/4/2005

Mod ind. 8

**Campo Arquivo N°**

---

**Seção:** E.P. **Área:**

**Início:** **Campo Conteúdo:** beceiras e tubo tanque

**Conteúdo:** montagem de bloco

**Fim:** **Campo Fim:** ha no transportador

**Limite:** uma peça; duas mãos

**Campo TMU**

**Campo Descrição**

---

Nr.	Fator	Descrição:	Kz	Código:	Zell [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
			*	R30B	0,46	R30B						
			*	G1A	0,07	G1A						
			*	G2	1,08	W2P						
			*	G2	0,00							
			*	G2	0,20	G3						
				M30C	0,54							
				P1 SSE	0,33							
					0,07							

Figura 3.7 Planilha MTM A1 (Software Ticon 2.15, 1998)

- Campo Arquivo N° - número seqüencial de arquivamento de dados.
- Campo Folha (atual) de (n° total de folhas) Folhas
- Campo Descrição – operação que está sendo analisada
- Campo Código – código reconhecido pela empresa para área, equipamento e processo analisado.
- Campo Início – descreve o movimento que inicia a análise.
- Campo Conteúdo – descreve as funções e etapas da operação analisada.
- Campo Fim – descreve o último movimento da operação.

Campo Restrição – descreve possíveis restrições de operação, como: usar apenas uma mão.

Campo N° - descreve a etapa da operação analisada, o item que será caracterizado e valorizado.

Campo Descrição - descreve o movimento analisado pela mão esquerda.

Campo Q – descreve quantas vezes o movimento é executado pela mão esquerda.

Campo F – descreve com que frequência o movimento é executado pela mão esquerda.

Campo Código – descreve os códigos normatizados MTM dos movimentos da mão esquerda.

Campo TMU – descreve a somatória do tempo analisados nos movimentos.

Campo Código - descreve os códigos normatizados MTM dos movimentos da mão direita.

Campo Q – descreve quantas vezes o movimento é executado pela mão direita.

Campo F – descreve com que frequência o movimento é executado pela mão direita.

Campo Descrição - descreve o movimento analisado pela mão direita.

Outra possibilidade é a utilização do software Ticon 2.15, que além de gerar as planilhas, calcula automaticamente os tempos TMU, cria gráficos de valor agregado/ valor não agregado e emite relatórios criando banco de dados de estudos preliminares, possibilitando ainda a criação de banco de dados específicos para cada ramo de atividade de cada empresa.

### **3.2 Casos de aplicação do método MTM A1 em outras empresas**

A primeira aplicação do método MTM foi na Westinghouse Electric Corporation, solicitado ao “Methods Engineering Council” em Pittsburgh, Pennsylvania (USA) em 1940.

De lá para cá, grandes empresas vem utilizando o método e financiando diversos estudos e desenvolvimento de novas ferramentas com base neste conceito. A figura 3.7 mostra as principais empresas que financiam esses estudos e utilizam o método com parte de seu processo de otimização de produto e processo.

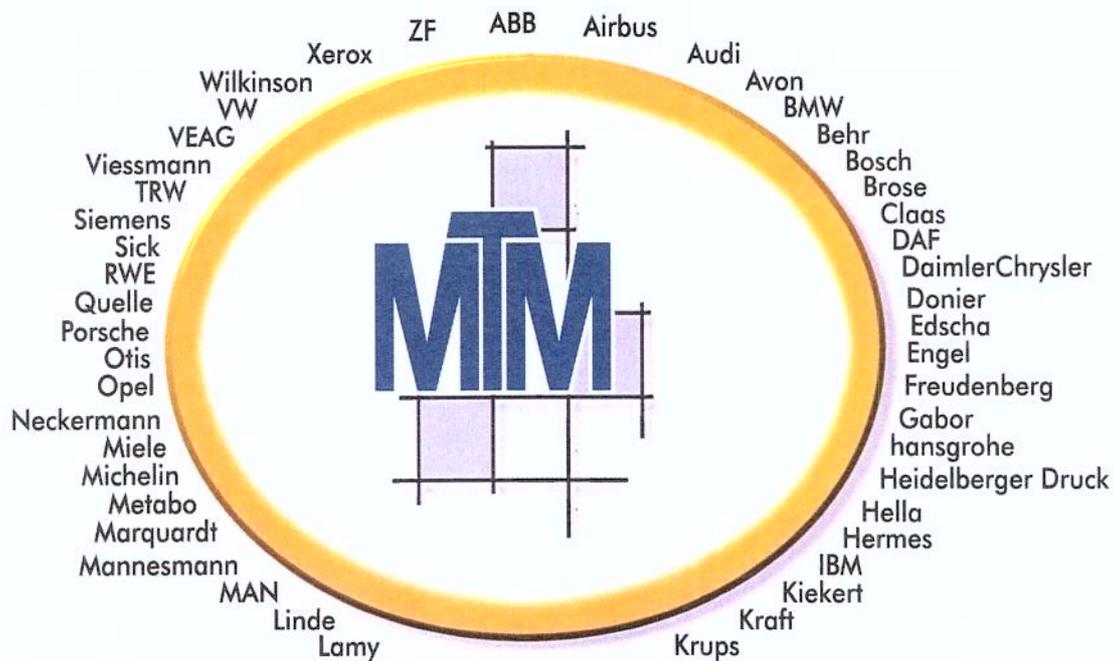


Figura 3.8 Empresas financiadoras da Associação MTM.

Como o acesso as aplicações do método MTM não está aberto ao público, serão mostrados dados referentes a apresentações do Congresso MTM 2004, com a participação de mais de 150 pessoas de diversas empresas e seguimentos de mercado. Alguns casos serão expostos.

### 3.2.1 Caso BSH

Uma das empresas participantes foi a BSH (Bosch Siemens Holding) Eletrodomésticos, que atua na área de linha branca, fogões, lava de louças, freezer, refrigeradores, lava roupas, secadoras e eletrodomésticos em geral. Foi apresentado o projeto de implementação do MTM com alguns resultados obtidos durante a fase de implementação (Rodrigues, 2004).

A primeira fase foi de avaliação dos métodos atuais com a seguintes etapas:

- Treinamento MTM A1 e UAS 3 semanas
- Projeto piloto para 3 produtos principais sem variantes 4 semanas
  - desenvolvimento de um sistema de balanceamento simples
  - avaliação de 3 produtos ou variantes com MTM UAS
  - descrição e avaliação das atividades de melhoria

- Aplicação do MTM com (2) especialistas internos BSH 4 meses  
(Suporte da MTM do Brasil por 5 até 10 dias)
  - avaliação e balanceamento dos produtos selecionados
  - introdução de sistema de balanceamento simples(manual)
  - Introdução de um PDCA

Economias esperadas pelo projeto de aprox. 8 colaboradores (28%).

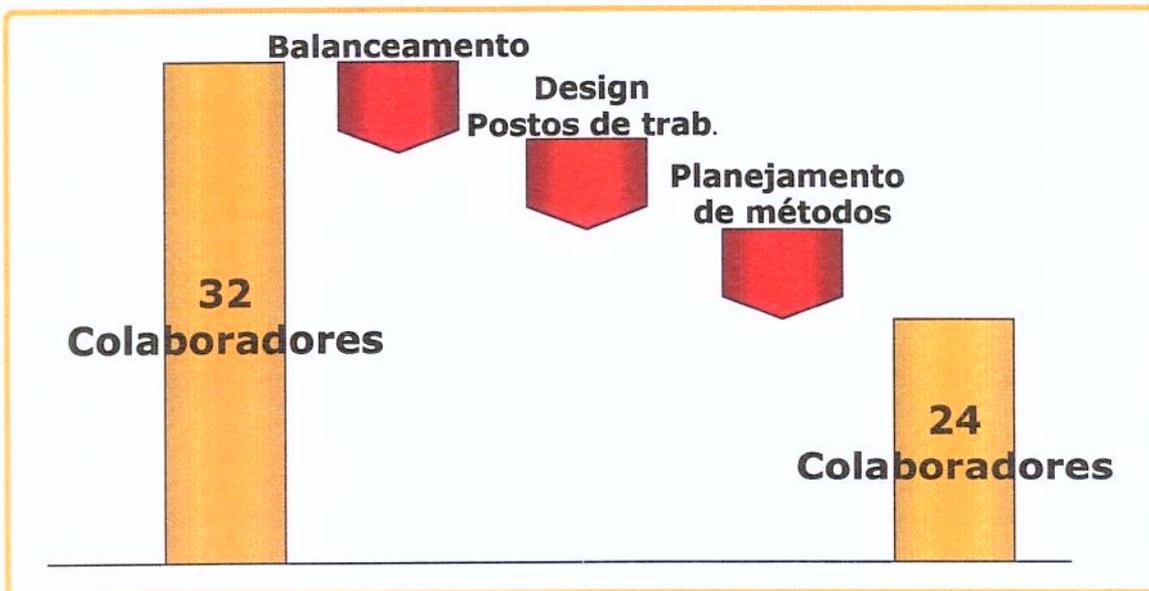


Figura 3.9 Metas do método MTM na BSH Eletrodomésticos.

A segunda fase compreende as seguintes etapas:

- MTM treinamento:
  - MTM A1 no Brasil maio 2004 – Sr. Miljanic
- Projeto no México
  - Primeiras ações
    - balanceamento linha 01
    - treinamento com software
    - reposicionamento de postos de trabalho
    - reposicionamento de colaboradores
    - aumento da velocidade
    - plano de ação

A terceira fase compreende a etapa de implementação. As atividades de balanceamento, redimensionamento dos postos de trabalhos e novo planejamento de método, obtiveram os resultados da tabela 3.1

Tabela 3.1 - Resultados MTM na BSH.

	Processo Atual	Em experiência	Objetivo
Pessoal:	32	28	24
Produtos / hora:	30	35	40
Produtividade	0,94	1,25	1,481

As mudanças na linha de montagem com redução de quatro operadores estão apresentadas na figura 3.10.

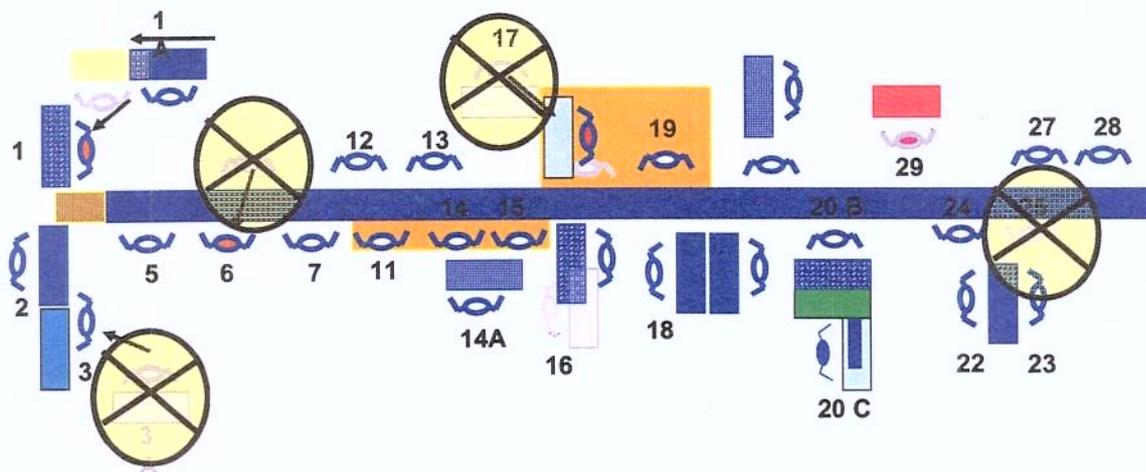


Figura 3.10 Redução de operadores na linha de montagem BSH após MTM.

### 3.2.2 Caso Kiekert

Outra empresa a utilizar o método MTM é Kiekert da área automotiva.

A Kiekert trabalha a mais de 20 anos aplicando a metodologia MTM conforme cronograma da figura 3.11.

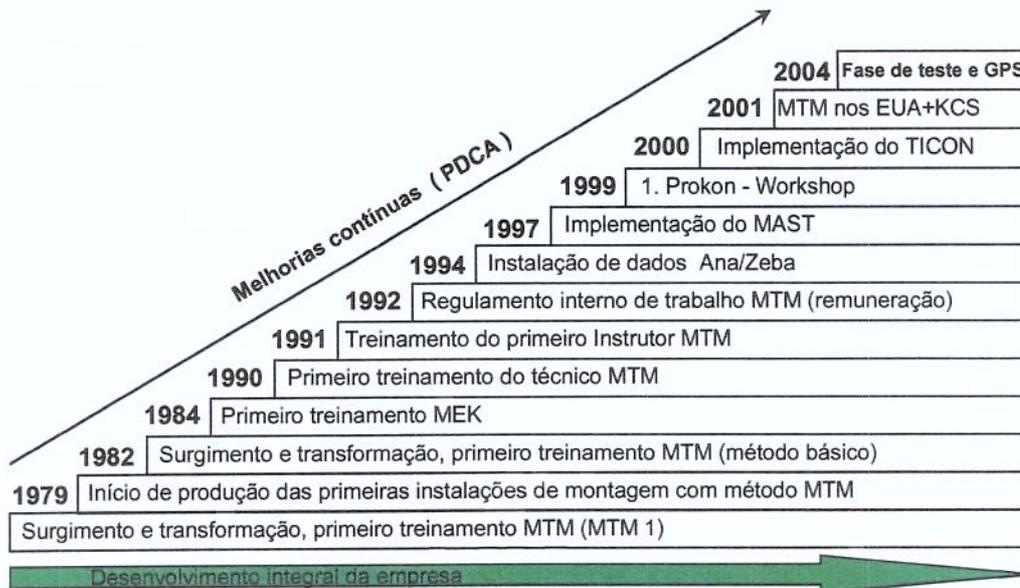


Figura 3.11 Cronologia do método MTM na Kiekert.

A aplicação do método MTM abrange também a seleção através do método MAST - Manual Abilities Scanning Tests, (Método de teste para determinação de habilidade manual ) e remuneração por produtividade. Praticamente influencia em toda área industrial conforme podemos observar na figura 3.12.

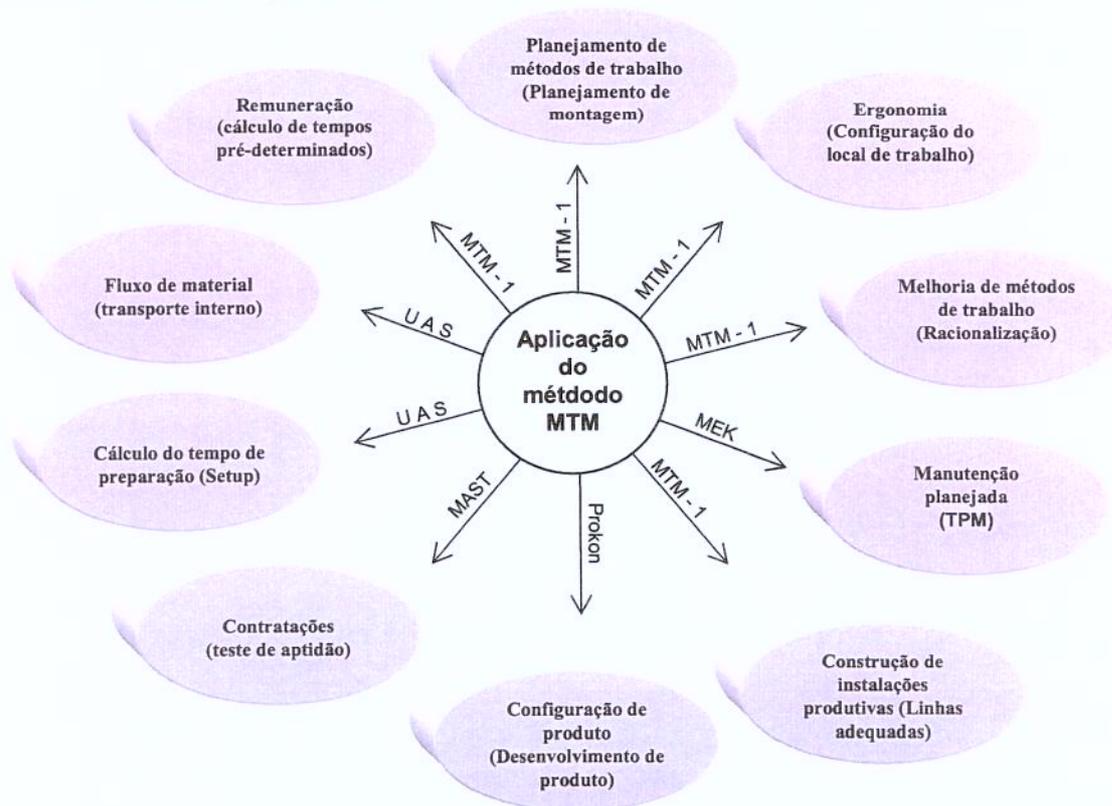


Figura 3.12 Aplicações do método MTM na Kiekert.

BIBLIOTECA CENTRAL  
DESENVOLVIMENTO  
COLEÇÃO  
UNICAMP

Na Kiekert o treinamento dos funcionários no método MTM é obrigatório segundo as funções desempenhada pelo profissional. A tabela 3.2 apresenta as previsões e necessidades de treinamento do método na empresa.

Tabela 3.2 – Treinamento do método MTM versus função.

Função \ Treinamento	MTM-1	MTM-SD	MTM-UAS	MTM-MEK	Prokon
Mestre de produção	X				O
Contramestre de produção	X				O
Planejamento de produção	X	X	X	X	X
Planejamento e economia de trabalho e de tempo	X	X	X	X	X
Construção de instalações produtivas	X				X
Design de produto	O				X
Manutenção	O			P	
Garantia de qualidade	O				O
Conselho de empresa	O	O	O	O	O

X – Treinamento necessário

O – Treinamento a pedido

P – Treinamento planejado

Os resultados obtidos pela Kiekert desde a implementação do método MTM, estão apresentados na figura 3.14. A empresa apresenta um crescimento linear de reduções de consumo de tempo de produção em milhões de euros.

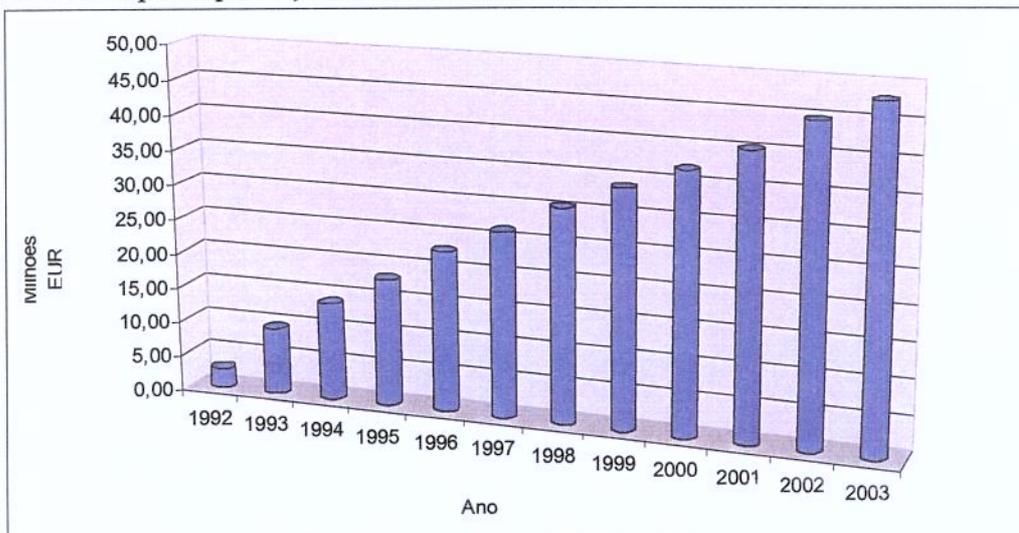


Figura 3.13 - Economia acumulada da redução do consumo de tempo na produção

## Capítulo 4

### 4. Estudo de Caso

A Behr Brasil é uma empresa multinacional de refrigeração veicular, com plantas na Alemanha, França, Espanha, Republica Tcheca, Índia, África do Sul, Estados Unidos, China e Brasil. Sua origem é Alemã com sede em Stuttgart. É a empresa número 1 no seu segmento em tecnologia.

O projeto escolhido para o estudo de caso é o maior projeto de sistema de arrefecimento de motor de carros de passeio, até então adquirido pela Behr Brasil.

Sistema de arrefecimento de motor é o conjunto de radiador e condensador (módulo) Figura 4.2, aplicado a um veículo de passeio (figura 4.1), que está sendo exportado para os Estados Unidos, onde serão integrados a outras peças, sendo, finalmente enviado à Planta no México para montagem final no veículo.

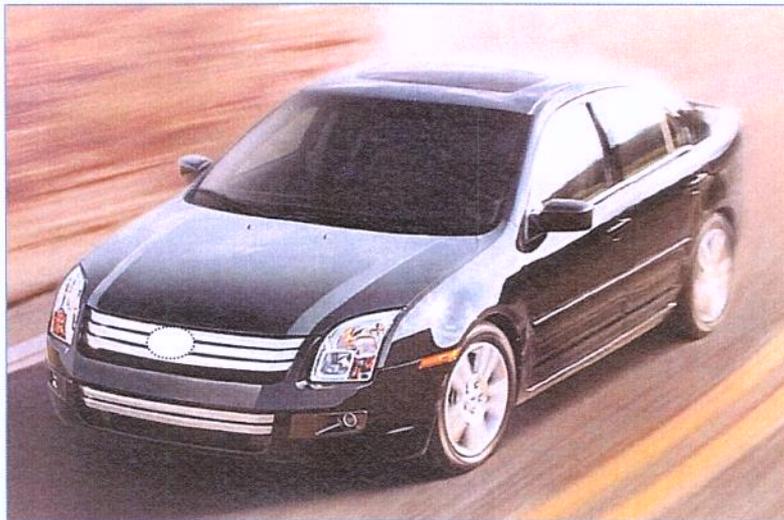


Figura 4.1 Veículo de passeio

Para uma melhor compreensão do elemento a ser estudado, segue-se uma pequena descrição da função dos elementos do conjunto para melhorar a percepção da aplicação do mesmo.

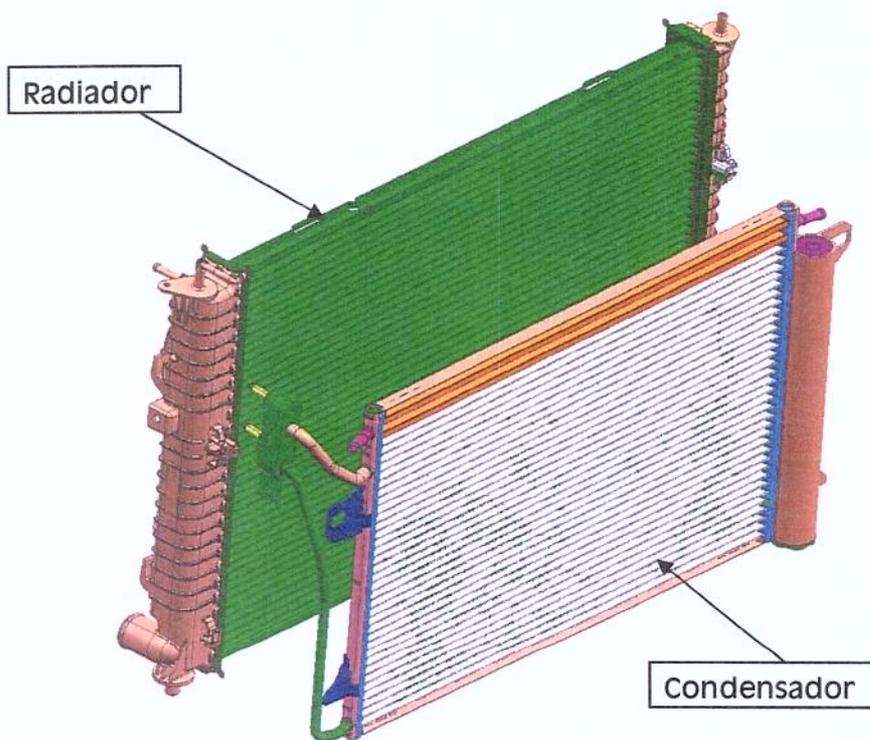


Figura 4.2 Módulo de arrefecimento do veículo de passeio

O módulo de arrefecimento é um conjunto de vários componentes, cuja função é tratar o calor adquirido no motor, câmbio, direção hidráulica e ar condicionado do veículo.

A função do radiador é resfriar o líquido de arrefecimento (etileno-glicol) que circula no bloco do motor acionado pela bomba d'água, é composto por um subconjunto de tubos e aletas (fita de alumínio que faz a dissipação de calor em contato com o tubo) e fechado em suas extremidades por duas caixas, cuja função é de contenção do líquido de arrefecimento que passa dentro do bloco do radiador. No caso estudado, ainda possui a função de refrigerar o óleo da transmissão automática através de um refrigerador de óleo montado dentro de uma das caixas do radiador, conforme figura 4.3.

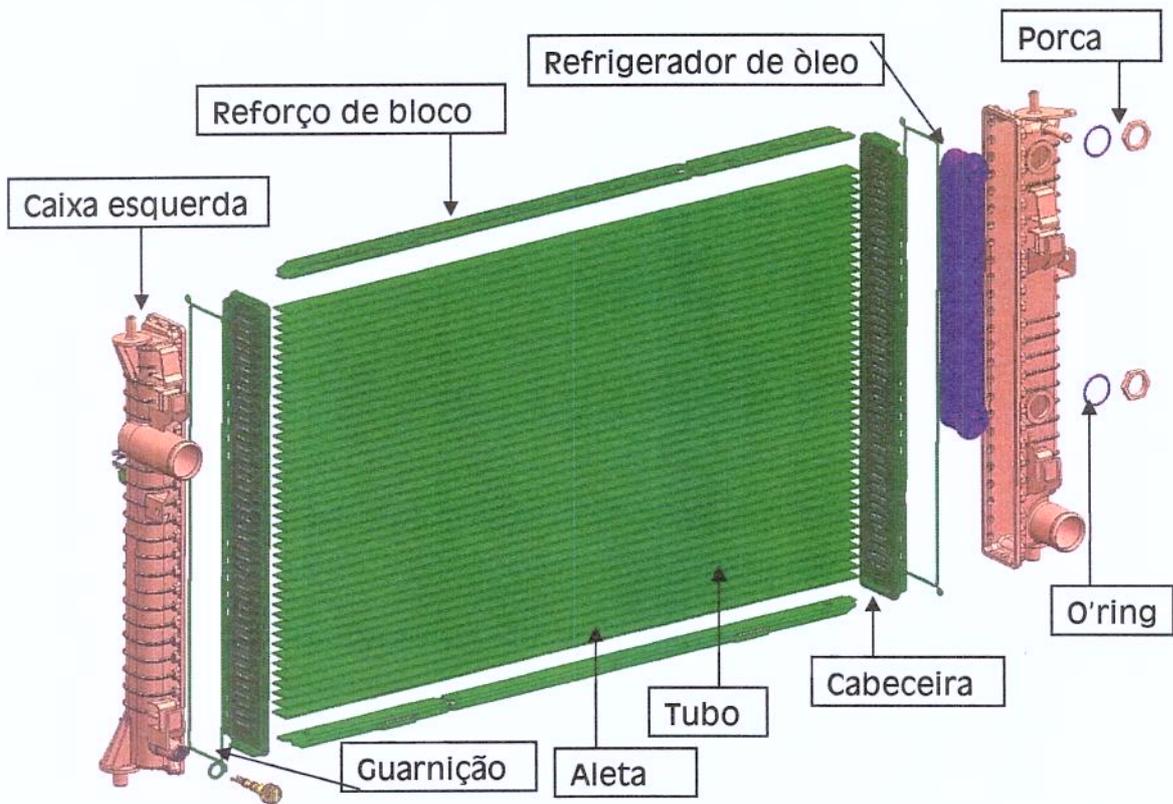


Figura 4.3 Radiador Veículo de passeio

O condensador faz parte do sistema de ar condicionado do veículo, sua função é rejeitar para o exterior o calor extraído pelo gás R134a, vindo do evaporador dentro do habitáculo de passageiros e transformá-lo em líquido,. Sua localização é em frente ao radiador, sendo a primeira peça do módulo vista de fora do veículo e com referência ao sistema de ar condicionado se encontra logo após o compressor. Nele também se encontra integrado um refrigerador de óleo do sistema de direção hidráulica. Figura 4.4.

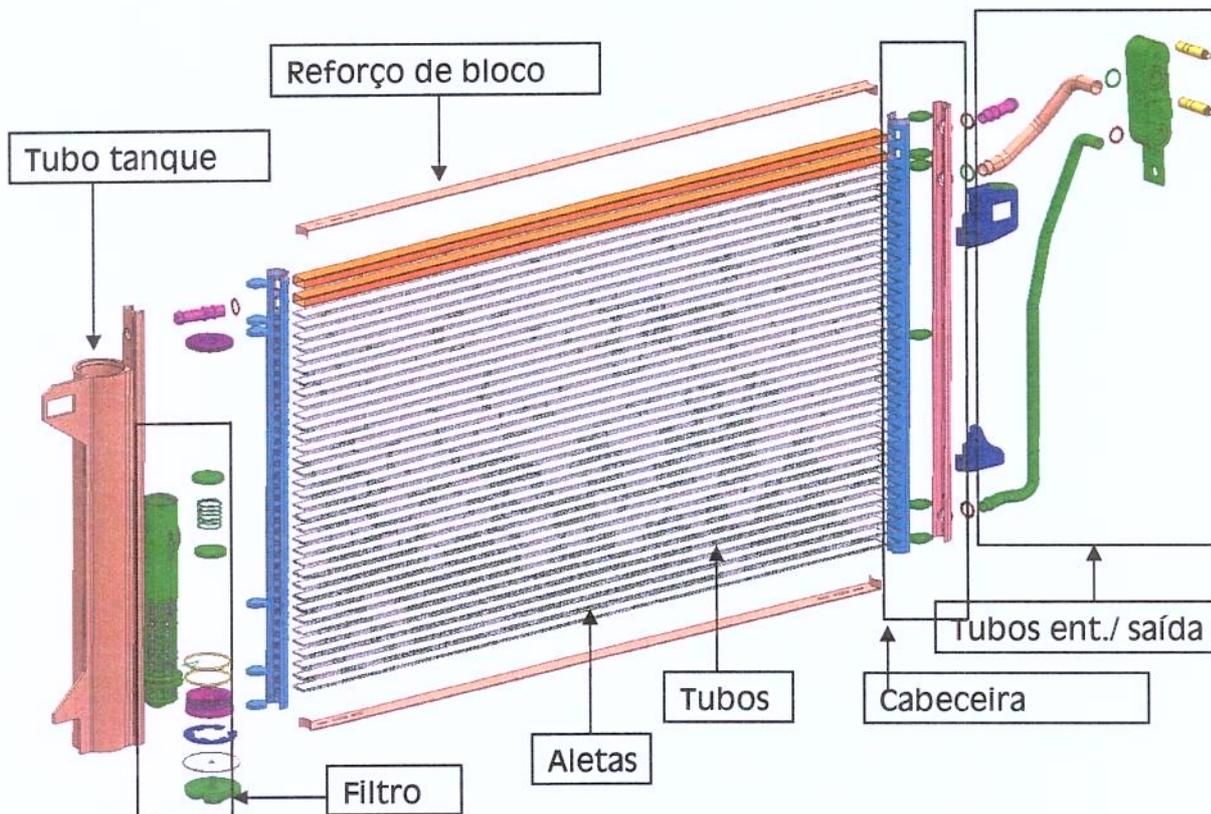


Figura 4.4 Condensador Veículo de passeio.

O módulo ainda possui vários componentes como mangueiras, defletores de ar, eletroventilador e refrigerador de ar para motor turbinado, que são os componentes montados na planta dos Estados Unidos, porém não fazem parte do escopo do nosso projeto.

Os números do projeto são muito expressivos se comparado ao mercado local. O volume anual é de 243.200 peças ano, com investimento de mais de € 1.000.000,00 que possibilitou a compra do terceiro forno de brasagem de blocos de alumínio (elemento em que ocorre a troca térmica nos radiadores e condensadores veiculares), investimento chave para aquisição de novos projetos.

O trabalho foi suportado desde o início pela Associação MTM do Brasil. Primeiramente foi realizada uma reunião para planejamento das atividades a serem desenvolvidas, cuja meta era aplicar o método e quantificar os ganhos de produtividade em relação ao projeto original. A Associação MTM do Brasil não só disponibilizou licenças de seu software Ticon 2.15, como

também disponibilizou seu corpo técnico local e no exterior para suportar as atividades desse projeto.

As atividades desenvolvidas neste projeto foram:

- 4.1 Levantamento dos elementos de contorno do projeto.
- 4.2 Formatar instruções dos métodos
- 4.3 Levantar métodos atuais nos postos de trabalho
- 4.4 Otimização dos métodos de trabalho
- 4.5 Implementar métodos otimizados

Tais atividades serão detalhadas a seguir.

#### **4.1 Elementos de contorno:**

Aqui fez-se levantamento do que deve ou não ser analisado pelo método MTM A1, levando-se em conta a natureza do posto de trabalho, se é dedicado ao projeto ou é afetado por outros produtos, as atividades influenciáveis e não influenciáveis, atividades que agregam e não agregam valor.

A linha de montagem foi concebida com 19 postos de trabalhos, com ciclo de montagem de uma peça por minuto, trabalhando em dois turnos de 7,33 horas disponíveis. Na figura 4.5, é mostrada a localização dos postos de trabalhos do projeto, que são:

1. Montagem do disco no tubo tanque;
2. Montagem dos suportes e tubos de entrada e saída do refrigerador de óleo;
3. Montagem das paredes divisórias do tubo tanque e tampa;
4. Montagem das cabeceiras do tubo tanque e tampa;
5. Montagem do bloco do condensador do módulo;
6. Montagem do sub conjunto de entrada e saída do condensador;
7. Montagem do bloco do radiador de água;
8. Aplicação do fluxo na região do tubo / cabeceira;
9. Saída do forno para os blocos dos condensadores;
10. Calibre dimensional do condensador;
11. Montagem do filtro secador no condensador;
12. Teste de estanqueidade a Hélio;

13. Transportador de pintura de condensadores;
14. Saída do forno para os blocos dos radiadores de água;
15. Montagem do refrigerador de óleo do cambio automático na caixa do radiador;
16. Montagem do radiador de água;
17. Teste do radiador de água;
18. Montagem do conjunto do módulo radiador de água e condensador;
19. Inspeção final e colocação na embalagem.

Houve restrições de alterações nos postos de trabalho não dedicados por envolverem análises de outros projetos que não fazem parte do escopo desse trabalho e estão mostrados na da figura 4.5, conforme legenda, em laranja.

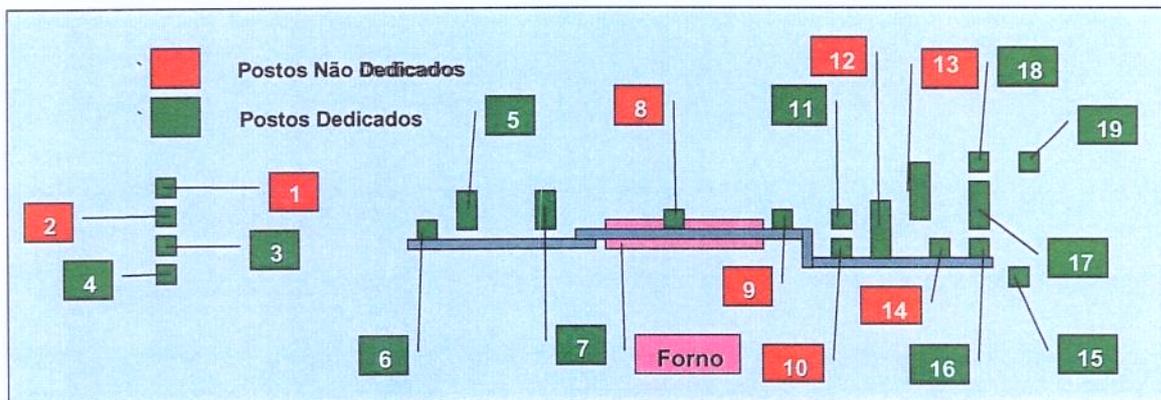


Figura 4.5 Linha de montagem Veículo de passeio

Ainda que alguns postos não fossem dedicados, eles foram analisados principalmente para conferir maior conforto aos operadores com otimização de seus movimentos e conseqüentemente um menor desgaste para um mesmo valor agregado. Também possibilitou um melhor balanceamento da linha nos casos das primeiras operações, reduzindo significativamente o tempo de processo, conforme mostrado mais adiante no capítulo 4.

Os postos de trabalhos não dedicados possuem características que não permitem uma transferência do operador durante o processo e nem sua ausência para outra atividade que poderia otimizar seu tempo de ciclo. É o caso do posto 8, onde o operador é responsável pelo

abastecimento do forno, no qual o balanceamento da carga do forno é fundamental para uma boa brasagem dos produtos, ou seja, conforme a peça que esteja no transportador na entrada do forno, ele deve remontar uma peça sobre a outra, para que a massa da carga do forno seja uniforme, eliminando a necessidade de mais de um de programa de brasagem.

As operações de abastecimento da linha não fazem parte dessa análise, não por características técnicas, pois pode-se fazer análises e colocar frequências que poderiam absorver esses tempos, mas por uma questão de aplicação de indicadores de resultados por centros de custos distintos, aplicados a logística e a produção. Portanto as operações após a inspeção final não farão parte do escopo desse trabalho, como a operação de fechar a embalagem e arqueamento do palete, por exemplo.

#### **4.2 Formatar instruções dos métodos.**

Essa formatação ajuda a criar grupos de critérios de análises para que fique mais fácil sua codificação e separação no banco de dados do Ticon 2.15, uma vez que a base pode ser mostrada por diferentes critérios de seleção de peças, subconjuntos e equipamentos.

O critério adotado era novo, pois foi o primeiro projeto (excluindo o projeto piloto T3000, linha Astra da GM) que estava sendo colocado na base de dados. Foi pensado em algo que pudesse ser aproveitado nas demais plantas do grupo Behr, no caso de futura transferência de base de dados, sendo sugeridas para esse projeto a seguinte codificação:

Número de campos disponíveis na formação de um código.

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10   11   12   13   14   15

Sintaxe para definição dos campos

B    B    .    L    P    C    C    S    S    P    P

1. B =BEHR
2. B =Brasil
3. . = planta nº (no caso de algum país possuir mais de uma planta)
4. LP =linha de produto (por exemplo EP = carros de passeio)
5. CC = Conjunto ( WR = radiador, CD = Condensador)

6. SS = Sub conjunto (CR = bloco - “Core”)

7. PP = parte (HD = cabeceira - “header”)

Os demais campos ficaram em branco para possibilitar outros detalhes como, protótipos, variantes, etc.

Esse campo está localizado no início das folhas de análises e são observados no campo código, da figura 3.7.

#### **4.3 Levantamento dos métodos atuais nos postos de trabalho.**

Como foi explicado anteriormente no capítulo 3, o método define o tempo, portanto o levantamento do método atual define o tempo utilizado pelo operador para completar um ciclo de sua atividade.

É uma atividade que possui algumas variações, devido à:

- habilidade de operadores diferentes,
- por ser um novo projeto a repetibilidade dos movimentos era ainda imprecisa,
- os tempos de produção se concentravam no 1º turno,
- início de produção em série, com volumes mais baixos que a demanda média prevista.

Dessa forma o estudo de caso se inicia pela filmagem de cada posto de trabalho, com o intuito de avaliar o método aplicado por cada operador em seu posto de trabalho, podendo expurgar alguns movimentos que não fariam parte da produção cadenciada, como houve o caso de peças não colocadas no transportador e sim em paletes para envio ao laboratório de medidas. Outra consideração era que a linha inteira funcionava pouco tempo com todos os postos trabalhando continuamente. Então os filmes eram tomados cada dia num posto de trabalho diferente e, quando havia dúvidas quanto ao método, fazia-se uma outra filmagem para maior confiabilidade da base de dados.

A análise do método compõe a descrição do movimento através dos códigos MTM A1 estudados no capítulo anterior. Todos os movimentos da mão direita e esquerda, de alcançar, pegar, mover e colocar no lugar, assim como os deslocamentos necessários para o ciclo eram analisados através do filme. Cada seqüência foi analisada separadamente, com a facilidade de repetir os movimentos e pará-los quantas vezes fosse necessário até o término da análise. A

contra prova do resultado final era checar a diferença entre cronometragem do filme e a análise MTM, cuja diferença ficava sempre abaixo de 80 TMU's, ou seja, 2,88 segundos, variação adequada às premissas do projeto.

Para se ter uma idéia do detalhamento de uma análise, uma seqüência de montagem de apenas 22 segundos de ciclo de processo, gerou 59 linhas de análise (tabela 4.1), podendo ser um número maior ou menor dependendo da quantidade de movimentos para realizar a tarefa.

Tabela 4.1 – Montagem do disco

	<b>MTM - Básico</b>		Página: 1 von 3								
	<b>Padrão</b>		Usuário: SOLON								
				Data: 2/11/2005							
<b>Código:</b>	BB.EP.MD.C.TT..1T		Mod ind. 3								
<b>Descrição:</b>	<b>Behr posto 1: montar disco no tubo tanque</b>										
<b>Índice:</b>		<b>Variante:</b>	corrigido								
<b>Tempo básico tg:</b>	22,40 SEC	<b>Tempo por unidade de</b>	24,64 SEC								
<b>Tempo bás. mont. tg:</b>	SEC	<b>Tempo de mont. tr:</b>	SEC								
<b>Código curto:</b>		<b>Subprocesso:</b>	N								
<b>Tipo:</b>	E Execução	<b>Tipo processo tempo:</b>	P Pessoa								
<b>Status:</b>	3 Liberado para examinador	<b>Processo de tempo:</b>	S Separado								
<b>Classe de procura:</b>		<b>Válido de - até:</b>	5/7/2005								
<b>Proprietário:</b>	SOLON	<b>Formatar:</b>	SOLON 5/7/2005								
<b>Examinado:</b>		<b>Última modificação:</b>	SOLON 2/11/2005								
<b>Seção:</b>		<b>Área:</b>	fluxagem								
<b>Início:</b>	operador na máquina com alcançar do disco										
<b>Conteúdo:</b>	todas as atividades para montar um disco										
<b>Fim:</b>	com o disco montado e posicionado na caixa										
<b>Límite:</b>	1 disco										
<b>Nr.</b>	<b>Fator</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Kz</b>	<b>Código:</b>	<b>Zeit [SEC]</b>	<b>Código:</b>	<b>Kz</b>	<b>S E</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Fator:</b>	<b>W</b>
0		para disco		R10B	0,00						N
0		disco		G1A	0,00						N
0		a outra mão		M30A	0,00	R-B				0	N
					0,00	G3				0	N
					0,00	M4B			para verificar	0	W
					0,00	G2			lado do disco	0,5*0	W
					0,00				para mudar de		
					0,00				lado caso		
					0,00				posição errada		
					0,61	SS30C1			para máquina	1*1	N
					0,28	M10C			para dispositivo	1	N
					0,20	P1SE			do disco	1	W
					0,07	R1L				1	N
					0,00						
1		para tubo		R20B	0,56	R40B			para tubo	1	N
1				G1A	0,07	G1A				1	N
					0,27	D2B			separar tubo do	1	N
					0,38	M20B			dispositivo	1	N
1		tubo da máquina		M-B	0,00				tubo da máquina	1	N
				R1L	0,67	TBC1				1	N
					0,00	M-B			para berço	1	N
					0,22	M10A			reposicionar	1	N
					0,07	R1L			para berço	1	N
					0,00					1	N
					0,23	R10B			para berço	1	N
					0,07	G1A			adjacente	1	N
					0,24	M10B			para tubo s	1	N
					0,67	TBC1			disco no berço	1	N
										1	N
									para máquina	1	N
									novo ciclo		

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 2 von 3  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..1T							
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz S E Descrição:	Fator:	W
1			R-B		0,48	M30B		1	N
1		transferir tubo para mão esquerda	G3		0,20				
					0,22	R10B	reposicionar a mão para topo do tubo	1	N
					0,07	G1A		1	N
1			M10C		0,28	M-A		1	N
1			P2SSD		0,91			1	N
1			RL1		0,07	RL1		1	N
1			R-E		0,00				N
					0,00				
					0,47	R50A	para botão	1	N
					0,00	G5		1	N
					0,07	M2A	aperta botão de acionamento	1*1	N
					0,00	M2B		0	N
					0,00	RL2		0	N
					15,00	PTU		1,60*15	N
					0,00				
					0,00	TBC2	para berço de tubo tank e disco	0	N
0			R-B		0,00	R10B		0	N
0		tubo tank	G1A		0,00	G1A	tubo tank	0	N
					0,00	TBC1	gira para embalagem	0	N
0			M10B		0,00	M10B		0	N
0			G2		0,00	G2		0	N
					0,00	EP		0	W
					0,00	W2P	para embalagem tubo e disco	0	N
					0,00	M10A		0	N
					0,00	RL1		0	N
					0,00	TBC2	para embalagem de tubo e disco - caixa direita	1,2*0	N
					0,00	TBC1	para embalagem de tubo e disco - caixa esquerda	1,2*0	N
					0,00	W1P	para embalagem de tubo e disco - caixa esquerda	1,2*0	N
					0,00	B	inclinador para pegar peças na caixa abaixo do joelho	0,6*0	N
					0,00	R10A		0	N
					0,00	G1A		0	N
					0,00	M10B		0	N
					0,00	AB		0,6*0	N
					0,00	TBC1		0	N
					0,00	W2P		0	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 3 von 3  
 Usuário: SOLON  
 Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT..1T

Nr.	Fator	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S E	Descrição:	Fator:	W
0		para embalagem de disco		R-B	0,00	ML0a			para cerco de espera para máquina	0	N
					0,00	RL1				0	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto

Nessa análise foram filmados 13 ciclos continuamente para se obter os resultados da tabela 4.2.

Tabela 4.2 Tempo por ciclo de montagem do disco.

Nº de ciclos	Início do ciclo (s)	Delta ciclo Filme (s)	Delta ciclo Filme (TMU)	Análise (TMU)
1º	18		0	
2º	38	20	556	
3º	59	21	583,8	
4º	79	20	556	
5º	99	20	556	
6º	119	20	556	
7º	139	20	556	622
8º	158	19	528,2	
9º	178	20	556	
10º	198	20	556	
11º	219	21	583,8	
12º	238	19	528,2	
13º	257	19	528,2	
Média de 13 Ciclos		20	554	622
Delta Filme X Análise		2,5		68

O início do ciclo foi considerado a ação do acionamento do botão máquina, que no filme era o 18º segundo. A tabela 4.2 mostra na coluna “Início do ciclo” o valor, em segundos, com relação ao tempo corrido no cronômetro, na coluna “Delta ciclo filme(s)” mostra a diferença entre os ciclo e o imediatamente anterior, na coluna “Delta ciclo filme(TMU)” representa os valores da coluna anterior transformados em “TMU” e o valor da análise (TMU) é o resultado do análise feita no software Ticon 2.15. A média dos treze ciclos foi de 20 segundos que difere em 2,5 segundos do valor da análise MTM, ou 68 TMU's, o qual está totalmente adequado a variações menores que 5% do *Takt time* de 60 segundos. Quanto maior a experiência do analista menor se torna essa diferença, o que não era o caso.

Como se pode observar nessa tabela, o operador varia seus movimentos com uma amplitude de dois segundos. Portanto, pode-se considerar um operador com ritmo constante, já que a variação de ciclo era de apenas um segundo para mais ou para menos. Outro fator

relevante é o fato que o operador está sendo filmado e, portanto, não é uma condição habitual no seu trabalho assim, há de se considerar um certo dinamismo não natural.

O software Ticon 2.15 possibilita a inclusão de percentuais como: fadiga, necessidades pessoais e imprevistos (falhas de máquinas constantes por final de vida útil, manutenção ou até mesmo variação de matéria prima e erros de projeto) Porém, o treinamento e a melhoria de habilidade do operador pode reduzir os mesmos, o que se sugere que, em um certo momento, eles devam ser reavaliados para adequar a precisão da medição.

São apresentadas nas tabelas 4.3; 4.4; 4.5; 4.6 e 4.7, as análises dos subconjuntos do condensador por se tratar do componente mais complexo do módulo. A apresentação detalhada das demais análises representaria um volume muito grande de tabelas e detalhes que expõem o *know how* da empresa, assim como o termo de confidencialidade com o cliente. Nesse sentido seu detalhamento não deve ser colocado a conhecimento público.

Pode-se observar nas tabelas de 4.1 a 4.15 que alguns movimentos manuais são considerados nulos na análise. Isto ocorre quando o tempo de processo, ou tempo máquina, predecessor ao movimento manual, ou tempo homem, é maior, anulando assim o efeito deste movimento já que o operador, parado ou não, deve esperar o ciclo da máquina terminar para que ele conclua a montagem em questão.

Tabela 4.3 – Montagem do suporte

03 000001 (0) Deutch, Ine MTM/ve einigung e. V.			<b>MTM - Básico</b> <b>Padrão</b>		Página: 1 von 4 Usuário: SOLON Data: 2/11/2005							
	Código: BB.EP.MD.C.TT..2T				Mod ind. 13							
	Descrição: montagem dos suportes e tubing											
	Índice:		Variante: corrigido									
	Tempo básico tg: 38,10 SEC		Tempo por unidade te: 41,91 SEC									
	Tempo bás. mont. tg: SEC		Tempo de mont. tr: SEC									
	Código curto:		Subprocesso: N									
	Tipo: E Execução		Tipo processo tempo: P Pessoa									
	Status: 3 Liberado para examinador		Processo de tempo: S Separado									
	Classe de procura:		Válido de - até: 17/6/2005 -									
Proprietário: SOLON		Formatar: SOLON / 17/6/2005										
Examinado:		Última modificação: SOLON / 2/11/2005										
Seção:			Área:									
Início: pré montagem dos tubings + anel de solda												
Conteúdo: colocação dos suportes e tubing no dispositivo + tampa e tubo tanque												
Fim: retirar tampa e tubo tanque do dispositivo												
Limite: duas peças; duas mãos												
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
	2*0	para contenedor de tubo		R20B	0,00	R10C				para contenedor de anel	2*0	N
	2*0	pegar tubo	1	G4B	0,00	G4C	1				2*0	N
	2*0		1	G2	0,00	G2	1				2*0	N
	2*0		1	M-B	0,00	M10B				para fora do contenedor	2*0	N
	2*0				0,00	M2C				para posicionar o anel de solda no tubo	2*0	W
	2*0	para pino de esparr no contenedor		M10C	0,00	P2SD					2*0	W
	0			G2	0,00							N
	2*0	posicionar no pino		P1SE	0,00							W
	2*0			RL1	0,00	RL1					2*0	N
					0,00	TBC1				para embalagem de tampas	1,3*0	N
					0,00	R10B					1,3*0	N
					0,00	G1B					1,3*0	N
					0,00	G2					1,3*0	N
					0,00	M2B					1,3*0	N
					0,00	G2					1,3*0	N
					0,00	M10B				retirar da embalagem	1,3*0	N
					0,00	TBC1					1,3*0	N
					0,00	RL1					1,3*0	N
					0,00							N
	1	para o suporte	*	R-B	0,36	R20B				para tampa (pronta) no dispositivo	1	N
	1		*		0,07	G1A					1	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto

Código: BB.EP.MD.C.TT..2T

Nr.	Fator: Descrição:	Kz	Código:	Zeit (SEC)	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
1		*		0,48	M30B				proximo ao corpo	1	N
1			G1A	0,07		*					N
4	para checar firmeza do suporte (teste)		M2B	0,29		*				1	W
1		*		0,26	EF				inspeção	1	W
1		*		0,67	TBC1					1	N
1		*	M-B	0,24	M10B				para suporte da lâmpa (peça OK)	1	N
1		*	RL1	0,07	RL1					1	N
		*		0,00							N
		*		0,83	SS60C1				para maquina dispositivo Tubo tanque	1	N
		*		0,46	R30B					1	N
		*		0,07	G1A					1	N
		*		0,21	M8B				levantar peça para retirar do dispositivo	1	N
		*		0,19	T90				girar peça para livrar suportes	1	N
		*		0,48	M30B				mover tubo tanque para fora da máquina	1	N
1			R-B	0,00							N
1			G1A	0,07	R2	*				1	N
3	checar tubing quanto a expansão		T30S	0,30		*					N
1			RL1	0,07		*					N
		*		0,26	EF				inspeccionar	1	W
		*		1,66	SS60C1				para suporte de peças Ok (ida e volta)	2	N
		*		0,24	M10B				posicionar peças	1	N
		*		0,07	RL1					1	N
		*		0,22	R10A				X para 1° tubing	1	N
		*		0,07	G1A					1	N
		*		0,54	M30C				X	1	W
		*		0,20	P1SE				posicionar tubing no dispositivo	1	W
		*		0,07	RL1					1	N
		*		0,34	R30A				para 2° tubing	1	N
		*		0,07	G1A				X	1	N
		*		0,67	M40C					1	W
		*		0,20	P1SE					1	W
		*		0,07	RL1					1	N
		*		0,92	R30B				para contenedor de suporte (média)	2	N
		*		0,14	G1A					2	N
		*		0,84	M20C				para dispositivo	2	W

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 3 von 4  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..2T									
Nr.	Fator: Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
		*		0,00	<del>##</del>	1-				2	N
		*		0,66	P1SSE					2	W
		*		0,14	RL1					2	N
1		*	R-B	0,36	R20B				para lampa em frente da máquina	1	N
		*	G1A	0,07	G1A					1	N
		*	M20C	0,42	M-B	*			para dispositivo	1	W
		*	P2SSE	0,71		*				1	W
		*		0,16	M4C					1	W
		*		0,71	P2SSE					1	W
		*		0,07	RL1					1	N
1	apoiar a peça	*	G2	1,12	R40B				para martelo	2	N
		*		0,07	G1A					1	N
		*		0,56	M40B				para peça	1	N
		*		0,98	M10B				para cima	4	N
		*		0,86	M10A				contra peça	4	N
		*		0,38	M20B				para 2º suporte	1	N
		*		0,73	M60B				para depor martelo	1	N
1		*	RL2	0,07	RL1					1	N
		*		1,34	TBC1				para embalagem (ida e volta)	1*2	N
		*		0,23	R10B					1	N
		*		0,07	G1A				pegar tubo lanque	1	N
		*		0,38	M20B				para dispositivo	1	N
		*		0,00	<del>##</del>	1-			para livrar nervuras	1	N
		*		0,19	T90				voltar a posição das nervura para baixo	1	N
		*		0,21	M6C				mover a peça para trás	1	W
1		*		0,53	P1SSD				posicionar nervura	1	W
		*		0,07	RL1					1	N
		*		0,41	R40A				para bolão de acionamento	1	N
		*		0,00	G5					1	N
		*		0,07	M2A					1	N
		*		12,00	PT				Tempo de processo 12 s	1,5	W
		*		0,00	M2B					1*0	N
		*		0,00	RL2					1*0	N
		*		0,00							
		*		0,00							
	Montar paredes no tubo lanque - 20% das peças										
1*0,2	para contenedor de paredes	R50B		0,13		*					N
1*0,2	pegar punhado	G5		0,80		*					N
1*0,2	pegar punhado	M10B		0,05		*					N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 4 von 4  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..2T										
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
1*0,2		pegar punhado		<b>G2</b>	0,04		*					N
1*0,2		pegar punhado		<b>MAB</b>	0,03		*					N
1*0,2		para fora do contenedor		<b>M10B</b>	0,05		*					N
			*		0,09	<b>TBC2</b>				para direção do suporte	1/3*0,2	N
1*0,2	a ME	acompanha o posicionamento das paredes		* M-E	0,36	<b>R10C</b>				para ME e/ paredes	6*0,2	N
			*		0,56	<b>G4C</b>					6*0,2	W
1*0,2	a ME	acompanha o posicionamento das paredes		* M-E	0,38	<b>M12C</b>		X		parede para tubo tanque	6*0,2	W
			*		0,70	<b>F2SE</b>					6*0,2	W
			*		0,09	<b>RL1</b>					6*0,2	N
			*		0,09	<b>TBC2</b>				para contenedor	1/3*0,2	N
1*0,2				<b>M10B</b>	0,11		*					N
1*0,2				<b>RL1</b>	0,01		*					N
1*0,2				<b>R-E</b>	0,00		*					N

Tipo de impressão: MTM método básico curto

Tabela 4.4 – Montagem das paredes divisórias

Copyright (c) Deutscher Institut für Arbeitswissenschaft e. V.			<b>MTM - Básico</b> <b>Padrão</b>		Página: 1 von 4 Usuário: SOLON Data: 2/11/2005							
	<b>Código:</b> BB.EP.MD.C.TT..3T				Mod ind. 9							
	<b>Descrição:</b> montagem das paredes da tampa e tubo tanque											
	<b>Índice:</b>		<b>Variante:</b> corrigido									
	<b>Tempo básico tg:</b> 47,65 SEC		<b>Tempo por unidade de</b>		52,42 SEC							
	<b>Tempo bás. mont. trg:</b> SEC		<b>Tempo de mont. tr:</b>		SEC							
	<b>Código curto:</b>		<b>Subprocesso:</b> N									
	<b>Tipo:</b> E Execução		<b>Tipo processo tempo:</b> P Pessoa									
	<b>Status:</b> 3 Liberado para examinador		<b>Processo de tempo:</b> S Separado									
	<b>Classe de procura:</b>		<b>Válido de - até:</b> 21/6/2005 -									
<b>Proprietário:</b> SOLON		<b>Formatar:</b> SOLON / 21/6/2005										
<b>Examinado:</b>		<b>Última modificação:</b> SOLON / 2/11/2005										
<b>Seção:</b>		<b>Área:</b>										
<b>Início:</b> alçar tampa												
<b>Conteúdo:</b> montar paredes da tampa; montar paredes do tubo tanque; colocar fluxo (pincel)												
<b>Fim:</b> colocar peça no suporte												
<b>Limite:</b> uma peça; duas mãos												
<b>Nr.</b>	<b>Fator</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Kz</b>	<b>Código:</b>	<b>Zeit [SEC]</b>	<b>Código:</b>	<b>Kz</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Fator:</b>	<b>W</b>
		Montagem de	*		0,90							
		parede na tampa										
			*	R-B	0,46	R30B				tampa s/ parede	1	N
			*		0,07	G1A				no suporte	1	N
			*	G1A	0,65	M50B	1			para frente da	1	N
			*	N-B	0,00		1-			maquina	1	N
		para dispositivo		M10C	0,28		*				1	N
		da maquina		P1SE	0,20		*					W
			*		0,11	M4A				outro lado contra	1	N
										batente		
				RL1	0,07	RL1					1	N
		para contenedor		R50B	0,68		*				1	N
		de paredes										
		pegar punha do		G5	0,00		*				1	N
		pegar punha do		M10B	0,24		*				1	N
		pegar punha do		G2	0,29		*				1	N
		pegar punha do		M1B	0,14		*					N
		para próxima da		M50B	0,65	R-B	*				1	N
		peça (tampa)										
					0,50	R10C				para ME e/	1	N
			*		0,46	G4C				paredas		
			*	N-B	0,42	M20C	3			para tampa no	1	N
			*		0,00		1-			dispositivo		
			*		9,29	P3SE					6	W
			*		0,43	RL1					6	N
			*		1,51	R10C				para ME e/	5	N
			*		2,32	G4C				paredas		
			*		1,42	M10C	1			para tampa no	5	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 2 von 4  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..3T										
Nr.	Fator	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
					0,00					dispositivo	5	N
1		para depor		M50B	0,65							N
		paredes restantes		RL1	0,07							N
1				R-E	0,36	R20B				para martelo	1	N
					0,07	GLA					1	N
					0,38	M20B				para paredes l.l.	1	N
					0,72	M6B				martelar	2*2	N
					0,59	M6A				martelar	2*2	N
					0,14	M4B				para parede	1	N
					0,38	M20B				adjacente para depor o martelo	1	N
					0,07	RLA					1	N
1				R20A	0,28	R20A				para botão de acionamento	1	N
1				G5	0,00	G5					1	N
1				M2A	0,07	M2A				acionar	1	N
					1,47	PTTMU					17,8*1,4	W
1				M2B	0,07	M2B					1	N
1				RL2	0,00	RL2					1	N
1		para tanque e/ paredes no dispositivo		R20A	0,28							N
1				GLA	0,07							N
1		para suporte de peças e/ paredes		M40B	0,56							N
1				RL1	0,07							N
		Mortar paredes no tubo tanque			0,00							N
1	0,8	para contenedor de paredes		R50B	0,35							N
1	0,8	pegar punhado		G5	0,00							N
1	0,8	pegar punhado		M10B	0,19							N
1	0,8	pegar punhado		G2	0,16							N
1	0,8	pegar punhado		M4B	0,12							N
1	0,8	para fora do contenedor		M10B	0,19							N
					0,36	TBC2				para direção de suporte	1/3*0,8	N
1	0,8	a ME acompanha o posicionamento das paredes		N-B	1,45	R10C				para ME e/ paredes	6*0,8	N
					2,23	G4C					6*0,8	N
1	0,8	a ME acompanha o posicionamento das paredes		N-B	1,52	M12C				parede para tubo tanque	6*0,8	N
					2,80	P29E					6*0,8	W
					0,35	RL1					6*0,8	N
					0,36	TBC2				para contenedor	1/3*0,8	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 3 von 4  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..3T							
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz S E Descrição:	Fator:	W
	1*0,8	para contenedor de paredes		M40B	0,45		*		N
	1*0,8			RL1	0,06		*		N
	1*0,8			R-E	0,00		*		N
		Passar fluxo nas paredes em 80% dos casos			0,00				
			*		0,29	R20B	para o pole de fluxo e/ pincel	1*0,8	N
			*		0,06	G1A		1*0,8	N
			(		1,07	TBC2	para tubo tanque no suporte	1*0,8	N
	1*0,8		-	G2	0,09				
	1*0,8		*	M-B	0,36	R10B	pincel para o pole	1*2*0,8	N
			*		0,35	G1A	pincel para as paredes	1*6*0,8	N
	1*0,8		*	M-B	0,29	M12A	de uma parede para outra	5*0,8	N
			*		2,76	M4B	para mover pincel para outro lado da parede	2*12*0,8	N
			*		0,35	M2B	de uma face para outra	6*0,8	W
	1*0,8		*	M-B	0,20	M10B	para recipiente e/ fluxo	1*0,8	N
			*		0,23	M4B	molhar o pincel	2*0,8	W
			*		0,20	M10B	de volta para parede seguinte	1*0,8	N
	1*0,8		*	M-B	0,20	M10B	pincel para recipiente	1*0,8	N
			*		0,00	RL1		1*0,8	N
			*		1,07	TBC2		1*0,8	N
	1*0,8	recipiente para bancada da máquina		M10B	0,19		*		N
	1*0,8			RL1	0,06		*		N
			*		0,22	TBC1	para suporte do tubo tanque	1/3	N
			*		0,36	W2P	para suporte do tubo tanque	1/3	N
	1/3	apanhar 03 tubos tanque		R20B	0,12	R20B	apanhar 03 tubos tanque	1/3	N
	1/3			G5	0,00	G5		1/3	N
	1/3			M10B	0,08	M10B		1/3	N
			*		0,22	TBC1	para suporte do posto seguinte	1/3	N
			*		0,61	W3PO	para suporte do posto seguinte	1/3	N
	1/3			M10B	0,08	M10B	para depor	1/3	N
	1/3		*	RL2	0,00	RL2		1/3	N
			*		0,22	TBC1	volta para máquina	1/3	N
			*		0,36	W2P	volta para	1/3	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



# MTM - Básico Padrão

Página: 4 von 4  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT..3T

Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
-----	--------	------------	----	---------	------------	---------	----	---	---	------------	--------	---

maquina

Tipo de impressão: MTM método básico curto

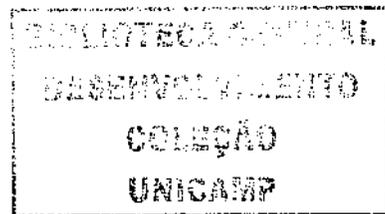


Tabela 4.5 – Montagem das tampas

	<b>MTM - Básico</b>		Página: 1 von 5								
	<b>Padrão</b>		Usuário: SOLON								
				Data: 21/11/2005							
<b>Código:</b>	BB.EP.MD.C.TT..4T		Mod ind. 14								
<b>Descrição:</b>	montagem das cabeceiras na tampa e tubo tanque										
<b>Índice:</b>		<b>Variante:</b>	corrigido								
<b>Tempo básico tg:</b>	36,00 SEC	<b>Tempo por unidade te</b>	39,60 SEC								
<b>Tempo bás. mont. trg:</b>	SEC	<b>Tempo de mont. tr:</b>	SEC								
<b>Código curto:</b>		<b>Subprocesso:</b>	N								
<b>Tipo:</b>	E Execução	<b>Tipo processo tempo:</b>	P Pessoa								
<b>Status:</b>	3 Liberado para examinador	<b>Processo de tempo:</b>	S Separado								
<b>Classe de procura:</b>		<b>Válido de - até:</b>	21/6/2005 -								
<b>Proprietário:</b>	SOLON	<b>Formatar:</b>	SOLON / 21/6/2005								
<b>Examinado:</b>		<b>Última modificação:</b>	SOLON / 21/11/2005								
<b>Seção:</b>	<b>Área:</b>										
<b>Início:</b>	alcançar cabeceira										
<b>Conteúdo:</b>	montar cabeceira no dispositivo; retirar tampa e tubo tanque e cabeceira do dispositivo; posicionar tampa e tubo tanque e cabeceira no dispositivo; acionar máquina; inspecionar tampa e tubo tanque;										
<b>Fim:</b>	colocar peças no carrinho de transporte										
<b>Limite:</b>	uma peça; duas mãos										
<b>Nr. Fator:</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Kz</b>	<b>Código:</b>	<b>Zeit (SEC)</b>	<b>Código:</b>	<b>Kz</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Fator:</b>	<b>W</b>
		*		1,04	B				curvar para embalagem de cabeceira	1	N
		*		0,23	M10B					1	N
		*		0,13	G1B				pegar uma peça	1	N
		*		0,20	G2					1	N
		*		0,13	G1B				pegar segunda peça	1	N
1		* R-B		0,24	M10B					1	N
1		*		1,15	A9				levantar da embalagem de cabeceira	1	N
		*		0,67	TBC1					1	N
		*		0,83	S60C1				para máquina	1	N
1	for controle das peças	-	* Q1A	0,00							N
1	reposicionar peça na mão	-	* Q2	0,00					reposicionar peça na mão	1	N
1			M10B	0,24	M10B					1	N
1	soltar uma peça		RL2	0,00	RL2				soltar uma peça	1	N
1			* M-B	1,33	M40C				para posicionar as duas cabeceiras	2	W
		*		0,00						2	N
		*		0,81	P1SD					2	W
2	para posicionar as duas cabeceiras	(	M10C	0,57							W
2		-	Q2	0,00							N
2			P1SD	0,81							W
2			RL2	0,00	RL2					2	N
1	para segunda peça		R40B	0,56	R40B				para segunda peça	1	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto

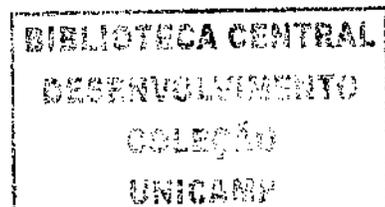


## MTM - Básico Padrão

Página: 2 von 5  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB,EP,MD,C,TT..4T							
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz S E Descrição:	Fator:	W
				G1A	0,07	G1A		1	N
		retirar tampa e/			0,06				N
		cabecreira do							
		dispositivo		R40B	0,56	R40B		1	N
				G1A	0,07	G1A		1	N
		separar tampa e/		D2E	0,27	D2E		1	N
		cabecreira do							
		dispositivo							
		curso da peça no		M6B	0,18				N
		dispositivo							
					0,18	M6B	curso da peça no	1	N
							dispositivo		
		mover para		M50B	0,65	M50B		1	N
		inspeção da							
		extremidade da							
		peça							
					0,00			1	N
					0,26		inspeção de uma	1	W
							extremidade		
					0,38			1	N
					0,00			1	N
					0,26		inspeção de	1	W
							outra		
							extremidade		
					0,48		para suporte	1	N
					0,07			1	N
					0,23		para tampa s/	1	N
							cabecreira no		
							suporte		
					0,07			1	N
					0,65		para frente do	1	N
							dispositivo		
					0,00			1	N
					0,28		L.D da tampa	1	W
							para dispositivo		
					0,33			1	W
		L.D da tampa			0,21				W
		para dispositivo							
					0,33				N
					0,07			1	N
		para tubo lanque			0,36		para tubo lanque	1	N
		e/ cabecreira no					e/ cabecreira no		
		dispositivo					dispositivo		
					0,07			1	N
		para fora do			0,24		para fora do	1	N
		dispositivo					dispositivo		
					0,00			1	N
					0,67		para suporte	1	N
					0,24		posicionar no	1	N
							suporte		
					0,07			1	N
					0,36		para tubo lanque	1	N
							s/ cabecreira		

Tipo de impressão: MTM método básico curto





## MTM - Básico Padrão

Página: 3 von 5  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..4T										
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
			*		0,07	G1A					1	N
			*		0,67	TBC1				para máquina	1	N
1			* R-B		0,48	M30B		)		para dispositivo do tubo tanque na máquina	1	N
1			* G1A		0,00	<del>GG</del>		)			1	N
1			* M-B		0,28	M10C					1	W
			*		0,20	P1SE				posicionar L.D do tubo tanque	1	W
1		posicionar L.D do tubo tanque	M6C		0,21		*					W
1			P1SE		0,20		*					W
1			RL1		0,07	RL1					1	N
			*		0,41	R40A				para botão de acionamento	1	N
			*		0,00	G5					1	N
			*		0,07	M2A				acionar	1	N
					0,00	PTTU				tempo da atividade é maior que o PT	1,8*	13,5* W
			*		0,07	M2B					1	N
			*		0,00	RL2					1	N
			*		0,00							N
1			* R-B		0,46	R30B				para tampa e parede	1	N
1		para inspeccionar tampa	* R10B		0,07	G1A					1	N
1			* R10B		0,48	M30B		1		para inspeccionar tampa	1	N
1			* G1A		0,00	<del>GG</del>		)			1	N
1			* M10B		0,24	M10B				para inspeccionar extremidade	1	N
			*		0,26	EP				inspeção de uma extremidade	1	N
1		para inspeção de uma face	M20B		0,38	M20B				para inspeção de uma face	1	N
			*		0,53	EP					2	N
			*		0,82	ET30/40					2	N
1		para inspeção da outra face	M9B		0,21	M9B				para inspeção da outra face	1	N
1			* <del>GG</del>		0,00	<del>GG</del>		)			1	N
1		para inspeção da outra extremidade	M20B		0,38	M20B		1		para inspeção da outra extremidade	1	N
1			* <del>GG</del>		0,00	<del>GG</del>		)			1	N
			*		0,26	EP					1	N
			*		0,67	TBC1				para carrinho de peças Ok.	1	N
			*		0,27	W1P				para metade das peças	1*0,5	N
1			* M-B		0,28	M10C					1	W
			*		0,33	P1SE				posicionar no berço	1	W
1			RL1		0,07	RL1					1	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



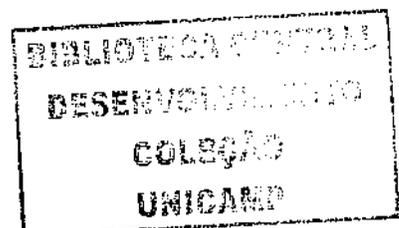
## MTM - Básico Padrão

Página: 4 von 5  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT..4T

Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
		para inspeção do tubo lanque c/ cabeceira			0,00							
			*		0,67	TBC1					1	N
			*		0,27	WLP				para metade das peças	1*0,5	N
			*		0,23	R10B					1	N
			*		0,07	Q1A					1	N
1		para inspecionar tubo lanque c/ cabeceira	(	* R10B	0,48	M30B	)			para inspecionar tubo lanque c/ cabeceira	1	N
1			-	* <del>Q1A</del>	0,00	<del>Q1A</del>	-				1	N
1			*	M10B	0,24	M10B				para inspeção de uma extremidade	1	N
			*		0,26	EP					1	N
1		para inspeção de uma face		M20B	0,38	M20B				para inspeção de uma face	1	N
			*		0,26	EP					1	W
			*		0,41	RT30/40					1	N
1		para inspeção da outra face		M3B	0,21	M3B				para inspeção da outra face	1	N
1			(	<del>Q1A</del>	0,00	<del>Q1A</del>	-				1	N
1		para inspeção da outra extremidade	(	M20B	0,38	M20B	)			para inspeção da outra extremidade	1	N
1			-	<del>Q1A</del>	0,00	<del>Q1A</del>	-				1	N
			*		0,26	EP					1	W
			*		0,67	TBC1				para carrinho de peças Ok.	1	N
			*		0,81	WLP				para carrinho de peças Ok.	1,5	N
			*		0,52	S				para colocar peças no palete de baixo	0,5*1	N
1			*	M-B	0,28	M10C					1	W
			*		0,33	P199E				posicionar no berço	1	W
1				RL1	0,07	RL1					1	N
			*		0,57	AS					0,5*1	N
			*		0,67	TBC1					1	N
			*		0,81	WLP				para máquina	1,5	N
			*		0,00							N
		Passar fluxo em 20% das peças	*		0,07	R20B				para o pote de fluxo c/ pincel	1*0,2	N
			*		0,01	Q1A					1*0,2	N
1*0,2			-	*	0,27	TBC2				para tubo lanque no suporte	1*0,2	N
1*0,2			(	* Q3	0,00							N
1*0,2			*	M-B	0,09	R10B				para o pincel	1*2*0,2	N
			*		0,09	Q1A				pincel para as paredes de uma parede para outra	1*6*0,2	N
1*0,2			*	M-B	0,25	M12A					5*0,2	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto





## MTM - Básico Padrão

Página: 5 von 5  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..4T						
Nr.	Fator: Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz S E	Descrição:	Fator: W
		*		0.69	M4B		(média) mover pincel para outro lado da parede	2*1,2*0,2 W
		*		0.09	M2B		de uma face para outra	6*0,2 W
1*0,2		* M-B		0.05	M10B		para recipiente o/ fluxo	1*0,2 N
		*		0.96	M4B		molhar o pincel de volta para	2*0,2 W
		*		0.85	M10B		parede seguinte pincel para	1*0,2 W
1*0,2		* M-B		0.05	M10B		recipiente	1*0,2 N
		*		0.01	RL1			1*0,2 N
		*		0.27	TBC2			1*0,2 N
1*0,2			M10B	0.85		*		N
1*0,2			RL1	0.01		*		N

Tipo de impressão: MTM método básico curto

Tabela 4.6 – Montagem do bloco do condensador

		<b>Módulo de tempo</b> <b>Análise</b>		Página: 1 von 4 Usuário: MTM Data: 2/11/2005	
<b>Código:</b>	POSTO BLOCO C 1			Mod ind. 7	
<b>Descrição:</b>	Montagem do bloco do condensador				
<b>Índice:</b>			<b>Variante:</b>		
<b>Tempo básico tg:</b>	47,8 SEC	<b>Tempo por unidade te</b>		52,6 SEC	
<b>Tempo bás. mont. tr:</b>	SEC	<b>Tempo de mont. tr:</b>		SEC	
<b>Tempo básico:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
Tempo de atividade influenciável	tb	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividade não influenciável	tlu	0,0	47,8	SEC	
Tempo de espera	tw	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividades de montagem influenciável	trtb	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividades de montagem não influenciável	trtu	0,0	0,0	SEC	
Tempo de espera de montagem	trw	0,0	0,0	SEC	
<b>Acréscimos:</b>	<b>Valor (%):</b>		<b>M</b>		
Acréscimo de tempo de distribuição pessoal	5,00		1		
Acréscimo de tempo de distribuição objetivo	3,00		1		
Acréscimo tempo de descanso	2,00		1		
<b>Estrutura de tempo:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
tempo básico	tg	0,0	47,8	SEC	
tempo de distribuição pessoal	trp	0,0	2,4	SEC	
tempo de distribuição objetivo	trv	0,0	1,4	SEC	
tempo de descanso	kr	0,0	1,0	SEC	
tempo por unidade	te	0,0	52,6	SEC	
Tempo básico de montagem	trg	0,0	0,0	SEC	
Tempo de distribuição de montagem	trv	0,0	0,0	SEC	
Tempo de descanso de montagem	trkr	0,0	0,0	SEC	
Tempo de montagem	tr	0,0	0,0	SEC	
<b>Nr. de simultaneidade:</b>	<b>Pç. com tempo apurado simultaneamente:</b>		<b>Parâmetros de cálculo:</b>		
1	1,00		Quantidade		
			Unidade de quantidade		
			Período		
			Fator de quantidade		
<b>Valorização da temporização:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
tempo de execução	ta	0,0	52,6	SEC	
Tempo de ordem	T	0,0	52,6	SEC	

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 2 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 2/11/2005

<b>Código:</b>		POSTO BLOCO C 1				
<b>Código curto:</b>		<b>Subprocesso:</b>	N			
<b>Tipo:</b>	E Execução	<b>Tipo processo tempo:</b>	P Pessoa			
<b>Status:</b>	3 Liberado para examinar	<b>Processo de tempo:</b>	S Separado			
<b>Classe da procura:</b>		<b>Válido de - até:</b>	23/6/2005 -			
<b>Proprietário:</b>	MTM	<b>Formatar:</b>	MTM / 23/6/2005			
<b>Examinado:</b>		<b>Última modificação:</b>	MTM / 27/6/2005			
<b>Seção:</b>	<b>Área:</b>					
<b>Início:</b>						
<b>Conteúdo:</b>						
<b>Fim:</b>						
<b>Limite:</b>						
<b>Corte</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Código:</b>	<b>tg:</b>	<b>Fator:</b>	<b>tg (total):</b>	<b>W</b>
1	...posicionar tampa e tubo c/ cabeceira	POSTO BLOCO C 1-1	8,2	1	8,2	
1	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1	0,7	
1	Andar sem carga ou obstáculo - p/ pês	W1P	0,5	1	0,5	
1	Alcançar 10 cm - 2 mãos	R1OB	0,2	1	0,2	
1	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	
1	Mover	M1OB	0,2	1	0,2	
1	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1	0,7	
1	Aandar com carga ou obstáculo - p/ máquina	W2PO	1,2	1	1,2	
1	Mover - MD - p/ soltar tampa no posto de trabalho	M1OB	0,2	1	0,2	
1	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	
1	Mover perna - acionar p/ liberar trava c/ joelho	LM15	0,3	1	0,3	
1	Mover - ME - pos. tubo na dispositivo	M1OC	0,5	1	0,5	
1	Posicionar	PESSD	0,9	1	0,9	
1	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	
1	Mover perna - acionar p/ fechar trava c/ joelho	LM15	0,3	1	0,3	
1	Alcançar 30 cm - MD	R3OB	0,5	1	0,5	
1	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	
1	Mover	M3OB	0,5	1	0,5	
1	Mover perna - acionar p/ liberar trava c/ joelho	LM15	0,3	1	0,3	
1	Mover - MD	M2OC	0,4	1	0,4	
1	Posicionar	P1SE	0,2	1	0,2	
1	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	
1	Mover perna - acionar p/ fechar trava c/ joelho	LM15	0,3	1	0,3	
2	... pos. reforço do bloco e acionar a máquina	POSTO BLOCO C 1-2	19,3	1	19,3	
2	Alcançar 40 cm - 2 mãos	R4OB	0,6	1	0,6	
2	Apanhar - 1 reforço	G1B	0,1	1	0,1	
2	Repegar	G2	0,2	1	0,2	
2	Apanhar - outro reforço	G1B	0,1	1	0,1	
2	Mover - próx. ao posicionamento	M3OB	0,5	1	0,5	
2	Repegar durante outro movimento	G2/		1		
2	Soltar - 1 reforço	RL1	0,1	1	0,1	

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 3 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 2/11/2005

Código:		POSTO BLOCO C 1			
Corte	Descrição:	Código:	tg:	Fator:	tg (total): W
2	Mover - p/ pos. 1 reforço	M06C	0,2	1	0,2
2	Posicionar	P05E	0,6	1	0,6
2	Soltar	RL1	0,1	1	0,1
2	Alcançar 6 cm - outra pla. do reforço	R06B	0,2	1	0,2
2	Contato	G5		1	
2	Mover - p/ pos.	M02C	0,1	1	0,1
2	Posicionar	P25E	0,6	1	0,6
2	Soltar	RL2		1	
2	Alcançar 6 cm - para pegar reforço depositado	R05B	0,2	1	0,2
2	Aparar	G1B	0,1	1	0,1
2	Mover - p/ pos. 1 lado	M30C	0,5	1	0,5
2	Posicionar	P25E	0,6	1	0,6
2	Soltar	RL1	0,1	1	0,1
2	Alcançar 6 cm - outra ponta	R06B	0,2	1	0,2
2	Contato	G5		1	
2	Mover	M02C	0,1	1	0,1
2	Posicionar	P25E	0,6	1	0,6
2	Soltar	RL2		1	
2	Andar com carga ou obstáculo - de costas	W2PO	1,2	1	1,2
2	Alcançar 60 cm - p/ sensor acionador	R60A	0,5	1	0,5
2	Contato	G5		1	
2	Mover - acionar	M04B	0,1	1	0,1
2	Soltar	RL2		1	
2	Tempo de processo	PTTMU		27,8*11,89	11,9
3	...inspeção visual e acionar a máquina	POSTO BLOCO C 1-3	5,3	0,9	4,7
3	Andar sem carga ou obstáculo	WLP	0,5	1	0,5
3	Alcançar 10 cm	R10B	0,2	1	0,2
3	Contato	G5		2	
3	Mover simultâneo a outro movimento	M-B		1	
3	Repegar durante outro movimento	G2/		1	
3	Controle visual	EP	0,3	4	0,9
3	Controle visual - deslocar e/ou	ET	0,5	2	1,0
3	Mover	M20B	0,4	2	0,7
3	Soltar	RL2		2	
3	Alcançar 20 cm	R20B	0,4	1	0,3
3	Andar com carga ou obstáculo	W2PO	1,2	1	1,1
	Alcançar 60 cm - p/ sensor acionador	R60A	0,5	1	0,5
	Contato	G5		1	
	Mover - acionar	M04B	0,1	1	0,1
	Soltar	RL2		1	
	Tempo de processo	PTTMU		27,8*10,72	10,7
4	...apertar grelha	POSTO BLOCO C 1-4		1	
4	Girar corpo 90°	TBCL	0,7	1*0	
4	Andar sem carga ou obstáculo	W2P	1,1	1*0	
4	Alcançar 10 cm - grelha no carrinho - 2 mãos	R20B	0,4	1*0	
4	Aparar	G1A	0,1	1*0	
4	Mover - grelha para fora do carrinho (máquina)	M40B	0,6	1*0	

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 4 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 2/11/2005

Código:		POSTO BLOCO C 1			
Code	Descrição:	Código:	tg:	Fator:	tg (total): W
4	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1*0	
4	Andar com carga ou obstáculo	W2PO	1,2	1*0	
5	...posicionar grelha	POSTO BLOCO C 1-5	2,3	1	2,3
5	Andar com carga ou obstáculo	W1PO	0,6	1	0,6
5	Mover 20 cm - ME	M2OC	0,4	1	0,4
5	Mover simultâneo a outro movimento - MD	M-B		1	
5	Posicionar	P1SE	0,2	1	0,2
5	Mover - MD	M1OC	0,3	1	0,3
5	Posicionar	P1SE	0,2	1	0,2
5	Mover - 2 mãos	M4QA	0,6	1	0,6
6	...levar pç para próx. posto	POSTO BLOCO C 1-5	1,8	1	1,8
6	Mover - p/ levantar do posto de trabalho	M1OB	0,2	1	0,2
6	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1	0,7
6	Andar com carga ou obstáculo	W1PO	0,6	1	0,6
6	Mover	M1OB	0,2	1	0,2
6	Soltar	RL1	0,1	1	0,1

Descrição do processo:

Tabela 4.7 – Montagem do flange

		<b>Módulo de tempo</b> <b>Análise</b>		Página: 1 von 4 Usuário: MTM Data: 2/11/2005	
<b>Código:</b>	POSTO FLANGE 1			Mod ind. 6	
<b>Descrição:</b>	Pré-montagem da flange e montagem da flange no bloco				
<b>Índice:</b>	Variante:				
<b>Tempo básico tg:</b>	30,9 SEC	<b>Tempo por unidade te</b>		34,0 SEC	
<b>Tempo bás. mont. tr:</b>	SEC	<b>Tempo de mont. tr:</b>		SEC	
<b>Tempo básico:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
Tempo de atividade influenciável	tb	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividade não influenciável	tn	0,0	30,9	SEC	
Tempo de espera	tw	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividades de montagem influenciável	trb	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividades de montagem não influenciável	trn	0,0	0,0	SEC	
Tempo de espera de montagem	trw	0,0	0,0	SEC	
<b>Acréscimos:</b>		<b>Valor (%):</b>	<b>M</b>		
Acréscimo de tempo de distribuição pessoal		3,00	1		
Acréscimo de tempo de distribuição objetivo		3,00	1		
Acréscimo tempo de descanso		2,00	1		
<b>Estrutura de tempo:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
tempo básico	tg	0,0	30,9	SEC	
tempo de distribuição pessoal	tp	0,0	1,5	SEC	
tempo de distribuição objetivo	tpo	0,0	0,9	SEC	
tempo de descanso	td	0,0	0,6	SEC	
tempo por unidade	te	0,0	34,0	SEC	
Tempo básico de montagem	trg	0,0	0,0	SEC	
Tempo de distribuição de montagem	trp	0,0	0,0	SEC	
Tempo de descanso de montagem	trtd	0,0	0,0	SEC	
Tempo de montagem	tr	0,0	0,0	SEC	
<b>Nr. de simultaneidade:</b>	<b>Pç. com tempo apurado simultaneamente:</b>		<b>Parâmetros de cálculo:</b>		
1	1,00	Quantidade			
		Unidade de quantidade:			
		Período			
		Fator de quantidade			
<b>Valorização da temporização:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
tempo de execução	ta	0,0	34,0	SEC	
Tempo de ordem	T	0,0	34,0	SEC	

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 2 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 2/11/2005

<b>Código:</b>		POSTO FLANGE 1				
<b>Código curto:</b>		<b>Subprocesso:</b>	N			
<b>Tipo:</b>	E Execução	<b>Tipo processo tempo:</b>	P	Pessoa		
<b>Status:</b>	3 Liberado para examinador	<b>Processo de tempo:</b>	S	Separado		
<b>Classe de procura:</b>		<b>Válido de - até:</b>	29/6/2005	-		
<b>Proprietário:</b>	MTM	<b>Formatar:</b>	MTM	/ 29/6/2005		
<b>Examinado:</b>		<b>Última modificação:</b>	MTM	/ 2/11/2005		
<b>Seção:</b>	<b>Área:</b>					
<b>Início:</b>						
<b>Conteúdo:</b>						
<b>Fin:</b>						
<b>Lista:</b>						
<b>Corte</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Código:</b>	<b>tg:</b>	<b>Fator:</b>	<b>tg (todo):</b>	<b>W:</b>
1	... pos. grelha na bancada	POSTO FLANGE 1-1	3,9	1	3,9	
1	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1	0,7	N
1	Andar sem carga ou obstáculo	WLP	0,5	1	0,5	N
1	Alcançar 30 cm - grelha	R30B	0,5	1	0,5	N
1	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N
1	Mover	M40B	0,6	1	0,6	N
1	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1	0,7	N
1	Andar com carga ou obstáculo	WLP0	0,6	1	0,6	N
1	Mover	M10B	0,2	1	0,2	N
1	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
2	... posicionar protetor do tubo tanque	POSTO FLANGE 1-2		1		
	Alcançar 30 cm - ME p/ protetor do tubing	R40B	0,6	1	0,6	N
	Alcançar - MD p/ protetor do tubo	R-B		1		N
	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N
	Mover - ME pos. protetor do tubing	M50B	0,6	1	0,6	N
	Mover simultâneo a outro movimento - MD	M-B		1		N
	Mover - MD	M20C	0,4	1	0,4	V
	Posicionar	PLSR	0,2	1	0,2	V
	Soltar - 2 mãos	RL1	0,1	1	0,1	N
3	... girar bloco na bancada	POSTO FLANGE 1-3	1,7	1	1,7	
3	Alcançar 40 cm - 2 mãos pegar bloco	R40B	0,6	1	0,6	N
3	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N
3	Mover - levantar bloco	M04B	0,1	1	0,1	N
3	Mover - girar	M60B	0,7	1	0,7	N
3	Repegar durante outro movimento	G2/		1		N
3	Mover - pos. na bancada	M04B	0,1	1	0,1	N
3	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
4	... pré-montagem do flange	POSTO FLANGE 1-4	2,1	1	2,1	
4	Alcançar 80 cm - 2 mãos - 1 p/ cada tubo	R80B	1,0	1	1,0	N
4	Apanhar - ME	G1A	0,1	1	0,1	N
4	Apanhar - MD	G1A	0,1	1	0,1	N
4	Mover - ME p/ bancada; MD próx. ao corpo	M30B	0,9	1	0,9	N
4	Soltar - ME - tubo grande na bancada	RL1	0,1	1	0,1	N
5	... montar 2 anéis no tubo pequeno	POSTO FLANGE 1-5	4,2	1	4,2	

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 3 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 2/11/2005

Código: POSTO FLANGE 1					
Corte	Descrição:	Código:	tg:	Fator:	tg (todo): W
5	Passo tubo - 30 cm	SS30C1	0,6	1	0,6 N
5	Alcançar 20 cm - ME - até anel	R20C	0,4	1	0,4 N
5	Apanhar	G4C	0,5	2	0,9 N
5	Mover simultâneo a outro movimento - MD - tubo	M-B		2	N
5	Repegar durante outro movimento	G2/		2	N
5	Mover - pos. anel no tubo	M30C	0,5	2	1,1 V
5	Repegar durante outro movimento	G2/		2	N
5	Posicionar	P1SE	0,2	2	0,4 V
5	Soltar - anel	RL1	0,1	2	0,1 N
5	Alcançar 40 cm	R40C	0,6	1	0,6 N
6	...posicionar flange	POSTO FLANGE 1-6	2,0	1	2,0
6	Alcançar 40 cm - ME p/ flange	R40B	0,6	1	0,6 N
6	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1 N
6	Mover - pos. no tubo	M40C	0,7	1	0,7 V
6	Posicionar	P1SE	0,2	1	0,2 V
6	Soltar	RL1	0,1	1	0,1 N
6	Mover - MD - depar ej. na bancada	M20B	0,4	1	0,4 N
6	Repegar durante outro movimento	G2/		1	N
6	Soltar	RL1	0,1	1	0,1 N
7	...montar 2 anéis no tubo grande	POSTO FLANGE 1-7	1,0	1	1,0
7	Alcançar 30 cm - ME - até tubo	R30B	0,5	1	0,5 N
7	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1 N
7	Mover - próx. ao corpo	M30B	0,5	1	0,5 N
7	Repegar durante outro movimento	G2/		1	N
	Alcançar 20 cm - MD - até anel	R40C	0,6	2	1,2 N
	Apanhar	G4C	0,5	2	0,9 N
	Mover simultâneo a outro movimento - ME - tubo	M-B		2	N
	Repegar durante outro movimento	G2/		2	N
	Mover - pos. anel no tubo - MD	M30C	0,5	2	1,1 V
	Repegar durante outro movimento	G2/		2	N
	Posicionar	P1SE	0,2	2	0,4 V
	Soltar - anel - MD	RL1	0,1	2	0,1 N
8	...pos. tubo grande no flange	POSTO FLANGE 1-8	1,0	1	1,0
8	Alcançar 30 cm - MD - flange e/ tubo pequeno	R30B	0,5	1	0,5 N
8	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1 N
8	Mover	M30B	0,5	1	0,5 N
8	Mover simultâneo a outro movimento - ME	M-B		1	N
8	Repegar durante outro movimento	G2/		1	N
9	...pos. flange no bloco	POSTO FLANGE 1-9	2,0	1	2,0
9	Passo lateral - 30 cm - de frente p/ bloco	SS30C1	0,6	1	0,6 N
9	Mover - 2 mãos - ej. próx. ao bloco	M10B	0,2	1	0,2 N
9	Soltar	RL1	0,1	1	0,1 N
9	Alcançar 30 cm - MD - apoio p/ pos.	R30B	0,5	1	0,5 N
9	Contato	G5		1	N
9	Mover - pos. flange	M10C	0,3	1	0,3 V
9	Mover simultâneo a outro movimento	M-B		1	N

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 4 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 2/11/2005

Código:		POSTO FLANGE 1				
Corre	Descrição:	Código:	tg:	Fator:	tg (todo):	W
9	Posicionar	PLSR	0,2	1	0,2	V
9	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
9	Alcançar 30 cm - 2 mãos	R3EB	0,5	1	0,5	N
9	Apanhar - MD	GLA	0,1	1	0,1	N
9	Contato - ME	GS		1		N
9	Mover - MD - flange no bloco	M1OC	0,3	1	0,3	V
9	Mover simultaneo a outro movimento - ME	M-E		1		N
9	Posicionar	PLSR	0,2	1	0,2	V
	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
10	...pos. proteções da flange	POSTO FLANGE 1-10	2,6	1	2,6	
10	Alcançar 40 cm - MD - p/ protetor	R4OB	0,6	1	0,6	N
10	Alcançar 40 cm - ME - p/ grampo	R3OC	0,5	1*0		N
10	Apanhar - MD	GLA	0,1	1	0,1	N
10	Apanhar - ME	GLC3	0,4	1	0,4	N
10	Mover - ME	M3OC	0,5	1	0,5	N
10	Mover simultaneo a outro movimento - MD	M-E		1		N
10	Repegar durante outro movimento	G2/		1		N
10	Posicionar - ME - 1ª ponta	PLSE	0,2	1	0,2	N
10	Mover - ME - 2ª ponta	MO2C	0,1	1	0,1	V
10	Posicionar	PLSE	0,2	1	0,2	V
10	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
10	Mover - MD - pos. protetor do tubo	M2OE	0,4	1	0,4	N
10	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
11	...pos. bloco na mesa de rolos	POSTO FLANGE 1-11	3,6	1	3,6	
11	Alcançar 10 cm - MD - bloco	R1OB	0,2	1	0,2	N
11	Apanhar	GLA	0,1	1	0,1	N
11	Mover - puxar bloco	M4OE	0,6	1	0,6	N
11	Repegar durante outro movimento	G2/		1		N
11	Alcançar 20 cm - ME - bloco	R2OE	0,4	1	0,4	N
11	Apanhar	GLA	0,1	1	0,1	N
11	Mover - 2 mãos - próx. ao corpo	M1OE	0,2	1	0,2	N
11	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1	0,7	N
11	Andar com carga ou obstáculo	Y1EO	0,6	1	0,6	N
11	Mover	M1OB	0,2	1	0,2	N
11	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
11	...ocorre a cada 2 pgs					
11	Alcançar 10 cm -- 2 mãos	R1OB	0,2	0,5	0,1	N
11	Contato	GS		0,5		N
11	Mover - p/ mesa	M5OB	0,6	0,5	0,3	N
11	Soltar	RL2		0,5		N
11						
Descrição do processo:						

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical

#### **4.4 Otimização dos métodos de trabalho:**

Neste ponto é onde a aplicação do método detém sua grande eficácia. Cada linha de movimento é analisada e virtualmente podem-se criar condições de movimentos mais simples e rápidos sem a necessidade de estar no posto de trabalho ou interferindo na produção, antes de se ter certeza da viabilidade do novo processo. A análise real da disponibilidade do operador para executar outros movimentos se diferencia em apontar com detalhes, quando e quanto tempo o operador está disponível durante o ciclo. As possibilidades são tão maiores quanto maior for a experiência do analista em “enxergar” essa disponibilidade.

Conforme detalhado no capítulo 3, cada movimento está relacionado a um tempo pré-determinado. Portanto, uma das análises usadas na otimização do tempo pelo método MTM A1 foi de criar um gráfico de prioridades dos movimentos de maior tempo e simplificá-los. Essa simplificação pode ir além da simples montagem, podendo sugerir modificações no produto que possam facilitar e agilizar sua montagem. Logicamente, uma análise técnico financeira se faz necessária, para que a viabilidade econômica prevaleça sobre a técnica na questão de custo benefício.

A redução dos movimentos que não agregam valor também foram claramente observadas e otimizadas. Movimentos necessários que não agregam valor como “Mover” e “Alcançar”, também foram minimizados, trazendo as peças de montagens para posições de movimentos mais curtos ou mesmo pré-montados dos fornecedores (internos ou externos), para diminuir a complexidade de montagem do conjunto.

Nesse enfoque, o posto de trabalho pode ser completamente remodelado a custos bem razoáveis, aplicando características já conhecidas de abastecimento frontal, ergonomia do posto em relação aos operadores, colocar as peças ou montagem dentro do campo de visão normal e ferramentas e dispositivos em locais fixos, onde, com a prática, o operador consegue alcançá-lo sem a necessidade de desvio de olhar para pegá-los.

Outra grande eficácia do método é com relação ao balanceamento dos postos de trabalho, principalmente se aplicado à fase anterior ao projeto do equipamento. A linha de montagem de um produto normalmente está associada à seqüência de montagem dos seus sub-conjuntos e não ao balanceamento de seus tempos de montagens. Logo, uma célula de montagem com aplicação

do método MTM A1 confere um processo enxuto e otimizado em relação ao Takt –time do cliente.

Os tempos de processo também são influenciados pelo layout da linha, no qual parte dos movimentos que não agregam valor são mais evidentes, como abastecimento, transportes, movimentos de “Andar” e “Girar o corpo”. Esses podem ser otimizados por sistemas de abastecimento que facilitem tanto a remoção como a carga dos sub-conjuntos nos elementos auxiliares de montagem, no nosso caso as grelhas e carrinhos de transporte, assim como a transferência de células de montagem em áreas contíguas à seqüência de montagem do próximo sub-conjunto.

No estudo de caso, a aplicação desses elementos foi particularmente eficiente na montagem do bloco do condensador, embora tardia, devido a uma exigência do cliente de que o produto e o processo não poderiam ser alterados após sua homologação num período de seis meses após o início da produção série, para que não houvessem oscilações no comportamento das peças na fase de lançamento do carro. Assim, ficaram congeladas as modificações de *layout* até meados de março de 2006.

Como percebe-se na figura 4.4, o bloco do condensador possui vinte e nove elementos diferentes de montagem, enquanto que o radiador figura 4.3 possui apenas dez, quando o veículo possui câmbio automático. No câmbio manual esse número cai para apenas sete elementos.

Essa complexidade é ainda maior com respeito ao processo. As interfaces de montagem de seus componentes permitem uma maior possibilidade de falhas entre eles, portanto a garantia de estanqueidade é fator que contribui para definir as etapas de fabricação dos sub-conjuntos.

A seqüência de montagem para esse conjunto, conforme mostrado na figura 4.5, é a seguinte:

1- O condensador é formado por quatro subconjuntos principais que definem seu processo de montagem e são visualizados na figura 4.4. O primeiro subconjunto é constituído dos *manifolds*, que compreendem os componentes, tubo tanque, tampas, cabeceiras, paredes divisórias e separatórias, disco, tubos, anéis e suportes e são montados nas operações de 1 a 4 da tabela 4.8.

2- O segundo sub-conjunto é o bloco do condensador que é composto pelos tubos, aletas, subconjuntos dos manifolds e reforço do bloco, que são montados operação 5 da tabela 4.8.

3- O terceiro sub-conjunto é formado pelos tubos de entrada e saída, que é composto por tubo, anéis de solda e flange, montados na operação 6 da tabela 4.8.

A análise feita para a montagem do primeiro, segundo e terceiro subconjuntos configurou os dados da tabela 4.8, com acréscimos totais de 10% será objeto da análise que segue.

Tabela 4.8 Ciclos de montagem parcial do condensador.

	Nº de operadores	Sub-conjuntos	Análise (s)	Desperdício do maior ciclo (s)
Operação 1	1	1	22,4	-25,37
Operação 2	1	1	38,1	-9,70
Operação 3	1	1	47,7	-0,15
Operação 4	1	1	36,0	-11,80
Operação 5	1	2	<b>47,8</b>	0,00
Operação 6	1	3	30,9	-16,90
<b>Soma</b>	<b>6</b>		<b>222,9</b>	<b>-63,92</b>
Média			37,1	

Na tabela 4.8 a coluna “Desperdício do maior ciclo” é a diferença do tempo da operação 5, gargalo da célula, e os tempos das demais operações, respectivamente. Percebe-se que, para cada ciclo completo da operação 1 a 6, desperdiça-se o montante equivalente a mais de um operador, pois o tempo de 63,92 segundos é maior que o maior ciclo de montagem de 47,8 segundos. Comparando-se essa soma de 63,92 segundos com a média de 37,1 segundos (balanceamento ideal) estar-se-ia desperdiçando quase dois operadores.

O takt-time do cliente é de uma peça aprovada por minuto, mas outros fatores tem que ser considerados como, produtividade (no caso a meta de 2005 é 85% e para 2006 de 90%) além da disponibilidade da linha para manutenção (5,0%) e peças não aprovadas no final da linha (5,0%). Assim sendo a necessidade de peças aprovadas é de:

$$60 \text{ (s)} * 0,90 \text{ (produtividade)} * 0,95 \text{ (manutenção)} * 0,95 \text{ (peças Ok)} / 1 \text{ (peça)} = 48,74 \text{ s} / 1 \text{ (peça)}$$

Esse valor está sendo atendido pelo gargalo da operação 5, porém longe de atingir a média de 37,1 s por peça, que representa o balanceamento ideal, conforme tabela 4.8.

Uma possibilidade para maximizar o resultado da linha seria a redução de dois operadores. Nesse caso o ciclo médio de 37,1 s aumentaria para 55,7 s, divisão da soma dos 222,9 s por quatro operadores segundo a simulação, ultrapassando os 48,74 s por peça requerido pelo cliente. Portanto, não é aceitável a redução de dois operadores nesta condição de distribuição de tempo de ciclo. Nesse momento, acredita-se que todos os movimentos conhecidos das análises sejam absolutamente necessários, sendo que a meta é obter o ciclo de cada operação o mais perto possível do ciclo médio das operações.

Se a redução for de apenas um operador, o ciclo médio passa de 37,1 s para 44,6 s por peça, menor que o tempo takt time do cliente de 48,74 s por peça, o que torna um resultado aceitável.

Observa-se, na figura 4.5, que áreas das operações 1 a 4 e a operação 5 não são contíguas. O sub-conjunto 1 é abastecido por carrinhos até a operação 5, cuja distância é de aproximadamente 50 metros, o que deve ser considerado na análise proposta para o balanceamento.

Para começo do trabalho, foram aplicadas as melhorias em cada operação individualmente, de forma a não perturbar a produção com várias modificações de uma só vez, pois não havia disponibilidade de mão de obra para dedicação exclusiva ao assunto.

Como algumas mudanças dependiam de alterações de alcance das peças e posicionamento de embalagens, os líderes de produção e os técnicos de processos de cada operação foram envolvidos para dar sugestões e validar essas propostas.

As seguir as análises propostas e implementadas na otimização de processo mensurados estão mostradas nas figuras 4.7.1 a 4.11.2 e suas respectivas planilhas MTM estão nas tabelas 4.9 a 4.13.

Operação 1 – Montagem do disco, está representada na figura 4.7.1 e sua análise otimizada na figura 4.7.2.

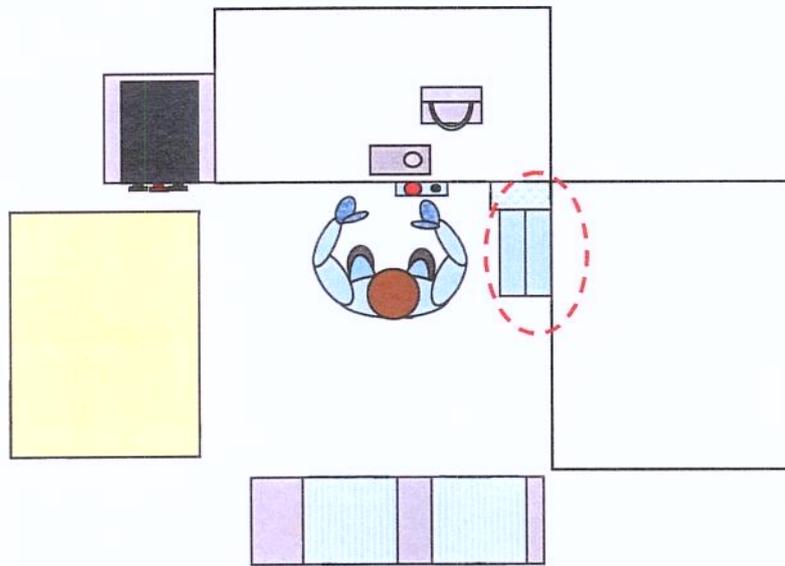


Figura 4.7.1 - Montagem atual da operação 1

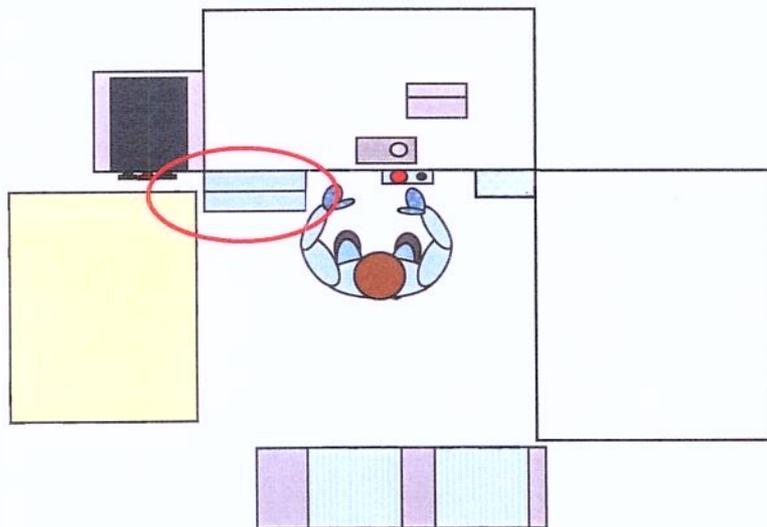


Figura 4.7.2 - Montagem proposta da operação 1

Ganho de 2,0 s no ciclo, mudando a posição do suporte para parte frontal da máquina

Tabela – 4.9 Montagem do disco otimizada.

TiCon		MTM - Básico Padrão		Página: 1 von 2 Usuário: SOLON Data: 2/11/2005							
<b>Código:</b>	BB.EP.MD.C.TT..1P			Mod ind. 2							
<b>Descrição:</b>	<b>Behr posto 1: montar disco no tubo tanque</b>										
<b>Índice:</b>		<b>Variante:</b>	proposta								
<b>Tempo básico tg:</b>	20,39 SEC	<b>Tempo por unidade te</b>	22,43 SEC								
<b>Tempo bás. mont. trg:</b>	SEC	<b>Tempo de mont. tr:</b>	SEC								
<b>Código curto:</b>		<b>Subprocesso:</b>	N								
<b>Tipo:</b>	E Execução	<b>Tipo processo tempo:</b>	P Pessoa								
<b>Status:</b>	3 Liberado para examinador	<b>Processo de tempo:</b>	S Separado								
<b>Classe de procura:</b>		<b>Válido de - até:</b>	5/7/2005 -								
<b>Proprietário:</b>	SOLON	<b>Formatar:</b>	SOLON / 5/7/2005								
<b>Examinado:</b>		<b>Última modificação:</b>	SOLON / 5/7/2005								
<b>Seção:</b>		<b>Área:</b>	fluxagem								
<b>Início:</b>	operador na máquina com alcançar do disco										
<b>Conteúdo:</b>	todas as atividades para montar um disco										
<b>Fim:</b>	com o disco montado e posicionado na caixa										
<b>Limite:</b>	1 disco										
Nr.	Fator	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S E	Descrição:	Fator:	W
					0,00	R10B			para disco	0	
					0,00	G1A			disco	0	
					0,00	M10B			tirar do recipiente	0	
					0,00	M4B			para verificar	0	
					0,00	G2			lado do disco	0,5*0	
									para mudar de		
									lado caso		
									posição errada		
			*		0,00						
			*		0,42	M20C			para dispositivo	1	
									do disco		
			*		0,20	P15B				1	
			*		0,07	RL1				1	
			*		0,00						
1		para tubo	*	R20B	0,56	R40B			para tubo	1	
1			*	G1A	0,07	G1A				1	
			*		0,27	D2E			separar tubo do	1	
									dispositivo		
1		tubo da máquina	*	M-B	0,73	M60B			para berço	1	
1			*	RL1	0,00			j-			
			*		0,00			j-	reposicionar	1	
			*		0,07	RL1				1	
1		para tubo s/		R30B	0,46		*	X			
1		disco no berço					*				
				G1A	0,07		*				
1		para máquina		M50B	0,65	R-B	*			1	
		(novo ciclo)					*				
					0,00	G5	*			1	
1		posicionar na		M10C	0,28	M-A	*			1	
		máquina					*				
1				P2SSD	0,91		*			1	
1				RL1	0,07	RL1				1	
			*		0,00						
			*		0,47	R50A			para botão	1	

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 2 von 2  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT..1P

Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
			*		0,00	G5					1	
			*		0,07	M2A				aperta botão de acionamento	1*1	
			*		15,00	PTU					1,60*15	
					0,00	M2B					0	
					0,00	RL2					0	
					0,00							
					0,00	TBC2				para berço de tubo tank c/ disco	0	
0				R-B	0,00	R10B					0	
0		tubo tank		G1A	0,00	G1A				tubo tank	0	
0		junto ao corpo		M10B	0,00	M10B				junto ao corpo	0	
					0,00	TBC1				gira para rack da embalagem	0	
0				G2	0,00	G2					0	
					0,00	BP					0	
					0,00	W2P				para embalagem tubo c/ disco	0	
					0,00	M10A					0	
					0,00	RL1					0	
					0,00	TBC2				para embalagem de tubo s/ disco - caixa direita	1/2*0	
					0,00	TBC1				para embalagem de tubo s/ disco - caixa esquerda	1/2*0	
					0,00	W1P				para embalagem de tubo s/ disco - caixa esquerda	1/2*0	
					0,00	B				inclinar para pegar peças na caixa abaixo do joelho	0,6*0	
0		para tubo lanque sem disco		R10A	0,00							
0				G1A	0,00							
0		junto ao corpo		M10B	0,00							
					0,00	AB					0,6*0	
					0,00	TBC1					0	
					0,00	W1P					0	
0		para berço de espera para máquina		M10A	0,00							
0				RL1	0,00							
					0,00							
					0,00							
					0,00							

Tipo de impressão: MTM método básico curto

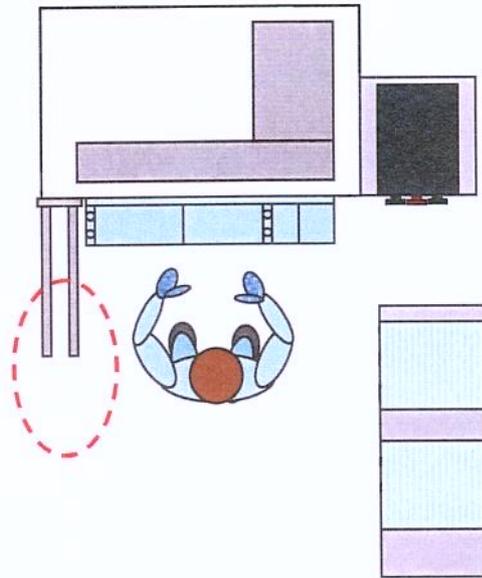


Figura 4.8.1 - Montagem atual da operação 2

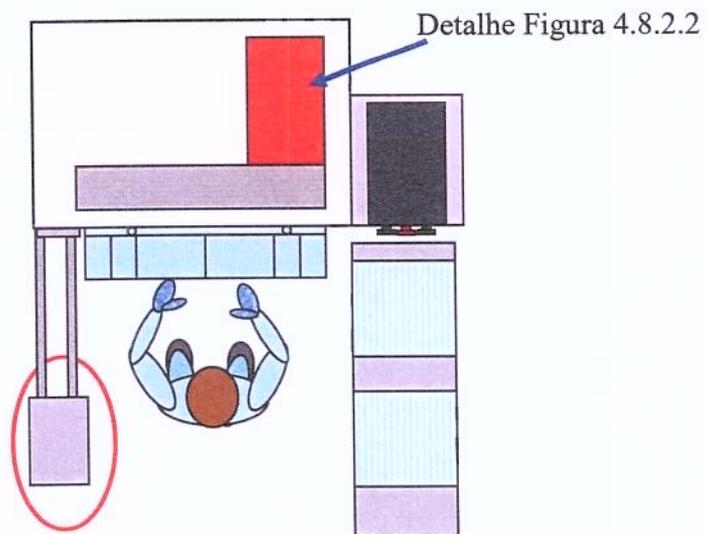


Figura 4.8.2 - Montagem proposta da operação 2

Ganho de 5,6 s adicionando um suporte para montagem de paredes divisórias (parcial) operação 3 e modificando o berço do tubo tanque, colocando batente para posicionamento e retirando interferência para retirada da peça após operação.

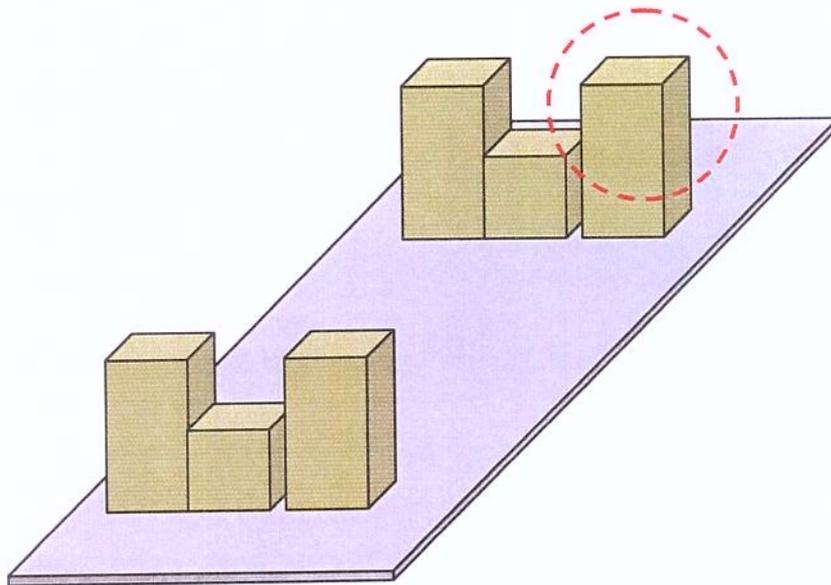


Figura 4.8.2.1 - Montagem atual da operação 2 -

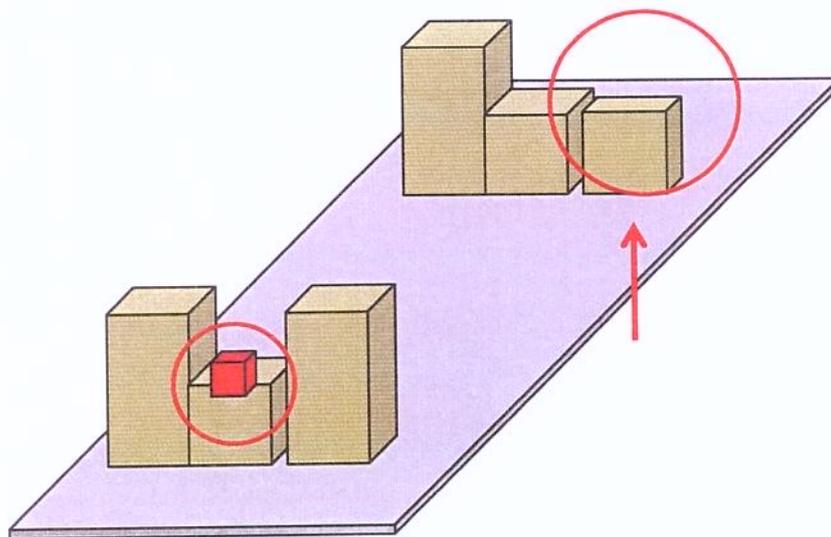


Figura 4.8.2.2 - Montagem proposta da operação 2

Remoção de elementos de interferência de posicionamento da peça e inclusão de batente para facilitar posicionamento da mesma.

Tabela – 4.10 Montagem do suporte otimizada

		<b>MTM - Básico</b> <b>Padrão</b>		Página: 1 von 4 Usuário: SOLON Data: 2/11/2005								
<b>Código:</b>	BB.EP.MD.C.TT..2P			Mod ind. 7								
<b>Descrição:</b>	montagem dos suportes e tubing											
<b>Índice:</b>		<b>Variação:</b>	proposta									
<b>Tempo básico tg:</b>	32,53 SEC	<b>Tempo por unidade te</b>	35,79 SEC									
<b>Tempo bás. mont. trg:</b>	SEC	<b>Tempo da mont. tr:</b>	SEC									
<b>Código curto:</b>		<b>Subprocesso:</b>	N									
<b>Tipo:</b>	E Execução	<b>Tipo processo tempo:</b>	P Pessoa									
<b>Status:</b>	3 Liberado para examinador	<b>Processo de tempo:</b>	S Separado									
<b>Classe de procura:</b>		<b>Válido de - até:</b>	5/7/2005 -									
<b>Proprietário:</b>	SOLON	<b>Formatar:</b>	SOLON 5/7/2005									
<b>Examinado:</b>		<b>Última modificação:</b>	SOLON 2/11/2005									
<b>Seção:</b>	<b>Área:</b>											
<b>Início:</b>	pré montagem dos tubings + anel de solda											
<b>Corteúdo:</b>	colocação dos suportes e tubing no dispositivo + tampa e tubo tanque											
<b>Fim:</b>	retirar tampa e tubo tanque do dispositivo											
<b>Limite:</b>	duas peças: duas mãos											
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
1º		para contenedor de tubo		R10B	0,00	R10B				para contenedor de tubo	1º	N
1º		pegar tubo	1	G4B	0,00	G4B				pegar tubo	1º	N
1º			4	G2	0,00	G2					1º	N
1º		para pino de espera no contenedor		M10C	0,00	M10C				para pino de espera no contenedor	1º	W
1º				G2	0,00	G2					1º	N
1º		posicionar no pino		P1SE	0,00	P1SE				posicionar no pino	1º	W
1º				RL1	0,00	RL1					1º	N
1º					0,00							N
1º		para contenedor de anel		R10C	0,00	R10C				para contenedor de anel	1º	N
1º				G4C	0,00	G4C					1º	N
1º			4	G2	0,00	G2					1º	N
1º		para pino de espera no contenedor		M10C	0,00	M10C				para posicionar o anel de solda no tubo	1º	W
1º					0,00	P2SD					1º	W
1º		posicionar no pino		P2SD	0,00							N
1º				RL1	0,00	RL1					1º	N
					0,00	TBC1					1,3º	N
					0,00	R10B				para embalagem de tampas	1,3º	N
					0,00	G1B					1,3º	N
					0,00	G2					1,3º	N
					0,00	M2B					1,3º	N
					0,00	G2					1,3º	N
					0,00	M10B				retirar da embalagem	1,3º	N
					0,00	TBC1					1,3º	N
					0,00	RL1					1,3º	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 2 von 4  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT..2P									
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz S E Descrição:	Fator:	W
					0.00				N
1		para o suporte	R-B		0.36	R20B	para lâmpa (pronta) no dispositivo	1	N
					0.07	G1A		1	N
					0.48	M30B	próximo ao corpo	1	N
			G1A		0.07				N
4		para checar firmeza de suporte (teste)	M2B		0.29			1	N
			RL1		0.07				N
			R-B		0.00				N
					0.26	EF	inspeção	1	N
			G3		0.20			1	N
		para suporte da tampa (peça OK)	M30B		0.48				N
			RL1		0.07			1	N
					0.00				N
					0.66	R50B	para tubo tanque pronto	1	N
					0.07	G1A		1	N
					0.21	M8B	levantar peça para retirar de dispositivo	1	N
					0.19	T90	girar peça para livrar suportes	1	N
					0.48	M30B	mover tubo tanque para fora da máquina	1	N
			R-B		0.00				N
			G1A		0.07			1	N
3		checar tubing quanto a expansão	T30S		0.30				N
			RL1		0.07				N
					0.26	EF	inspecionar	1	W
					1.34	TBC1	para suporte de peças Ok (ida e volta)	2	N
					0.24	M10B	posicionar peças	1	N
					0.07	RL1		1	N
					0.00				N
		para 2º tubing	R10A		0.22	R10A	X para 1º tubing	1	N
			G1A		0.07	G1A		1	N
			M26C		0.49	M-C	X	1	W
		posicionar tubing no dispositivo	P1SE		0.20			1	W
					0.40	P1SD	posicionar tubing no dispositivo	1	W
			RL1		0.07	RL1		1	N
		para contenedor	R16B		0.32	R16B	para contenedor	1	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 3 von 4  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT..2P

Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
		de suporte (média)								de suporte (média)		
1				G1A	0,07	G1A					1	N
1		para dispositivo		M16C	0,38	M16C				para dispositivo	1	W
1				≡	0,00	≡					1	N
1				P1SSE	0,33	P1SSE					1	W
1				P1SSE	0,33							N
1				RL1	0,07	RL1					1	N
1					0,00							N
1		para tampa em frente da máquina		R16B	0,32	R16B				para tampa em frente da máquina	1	N
1				G1A	0,07	G1A					1	N
1		para dispositivo		M20C	0,42	M-E				para dispositivo	1	W
1				P2SSE	0,71						1	W
1					0,16	M4C				para dispositivo	1	W
1					0,71	P2SSE					1	W
1					0,07	RL1					1	N
1		apoiar a peça		G2	0,68	R30A				para manete	2	N
					0,07	G1A					1	N
					0,48	M30B				para peça	1	N
					0,98	M10B				para cima	4	N
					0,86	M10A				contra peça	4	N
					0,38	M20B				para 2º suporte	1	N
					0,68	M50A				para depor manete	1	N
1				RL1	0,07	RL1					1	N
					0,66	R50B				para recipiente de tubo lanque	1	N
					0,07	G1A					1	N
					0,65	M50B				para dispositivo	1	N
					0,00	≡				deixar a posição das nervura para baixo	1	N
					0,15	M5A				mover a peça para trás	1	N
1					0,07	RL1					1	N
					0,41	R40A				para botão de acionamento	1	N
					0,00	G5					1	N
					0,07	M2A					1	N
					12,00	PT				Tempo de processo 12 s	1,5	W
					0,00	M2B					1*0	N
					0,00	RL2					1*0	N
					0,00							
		Montar paredes no tubo lanque - 20% das peças			0,00							
					0,09	TBC2				para frente do suporte	1,3*0,2	N
1*0,2		para contenedor de paredes		R10B	0,05							N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 4 von 4  
 Usuario: SOLON  
 Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..2P							
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz S E Descrição:	Fator:	W
1*0.2		pegar punhado		G5	0.00		*		N
1*0.2		pegar punhado		M10B	0.05		*		N
1*0.2		pegar punhado		G2	0.04		*		N
1*0.2		pegar punhado		M4B	0.03		*		N
1*0.2		para fora do contenedor		M10B	0.05		*		N
1*0.2		a ME acompanha o posicionamento das paredes		* M-E	0.36	R10C		para ME e paredes	6*0.2 N
1*0.2		a ME acompanha o posicionamento das paredes		*	0.56	G4C			6*0.2 N
1*0.2		a ME acompanha o posicionamento das paredes		* M-E	0.34	M10C		X parede para tubo tanque	6*0.2 W
1*0.2		depor paredes excedentes		*	0.70	P2SE			6*0.2 W
1*0.2				M06B	0.04		*		N
1*0.2				* R11	0.09	RL1			6*0.2 N
1*0.2				*	0.09	TBC2			1.3*0.2 N

Tipo de impressão: MTM método básico curto

BIBLIOTECA CENTRAL  
 DESENVOLVIMENTO  
 COLEÇÃO  
 UNICAMP

Tabela – 4.11 Montagem de parede otimizada

		<b>MTM - Básico</b> <b>Padrão</b>		Página: 1 von 3 Usuário: SOLON Data: 2/11/2005								
<b>Código:</b>		BB.EP.MD.C.TT..3P		Mod ind. 4								
<b>Descrição:</b>		montagem das paredes da tampa e tubo tanque										
<b>Índice:</b>		Variante:		proposto								
<b>Tempo básico tq:</b>		43,96 SEC		<b>Tempo por unidade te</b> 48,36 SEC								
<b>Tempo bás. mont. tq:</b>		SEC		<b>Tempo de mont. tr:</b> SEC								
<b>Código curto:</b>		Subprocesso:		N								
<b>Tipo:</b>		E Execução		Tipo processo tempo: P Pessoa								
<b>Status:</b>		3 Liberado para examinador		Processo de tempo: S Separado								
<b>Classe de procura:</b>		Válido de - até:		5/7/2005								
<b>Proprietário:</b>		SOLON		Formatar: SOLON 5/7/2005								
<b>Examinado:</b>		Última modificação:		SOLON 2/11/2005								
<b>Seção:</b>		<b>Área:</b>										
<b>Início:</b>		alçar tampa										
<b>Conteúdo:</b>		montar paredes da tampa; montar paredes do tubo tanque; colocar fluxo-pínel;										
<b>Fim:</b>		colocar peça no suporte										
<b>Límite:</b>		uma peça; duas mãos										
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
		Montagem de			0,00						1	N
		parede na tampa										
1				R-B	0,46	R30B				tampa s. parede	1	N
										no suporte		
					0,07	G1A					1	N
1				G1A	0,65	M50B				para frente da	1	N
										maquina		
					0,00						1	N
1		para dispositivo		M10C	0,28						1	N
		da maquina										
					0,20							
1				P1SE	0,11	M4A				em o lado contra	1	N
										balente		
					0,07	RL1					1	N
1		para contenedor		RL1	0,46						1	N
		de paredes										
					0,00						1	N
1		pegar punhado		G5	0,24						1	N
		pegar punhado		M10B	0,20						1	N
		pegar punhado		G2	0,14						1	N
		pegar punhado		M4B	0,48						1	N
1		para próximo da		M30B	0,30	R10C				para ME c.	1	N
		para ME c.								paredes		
					0,46	G4C					1	N
1				M-B	0,42	M20C				para tampa no	1	N
										dispositivo		
					0,00						1	N
					9,29	P3SB					6	W
					0,43	RL1					6	N
					1,51	R10C				para ME c.	5	N
										paredes		
					2,32	G4C					5	N
					1,42	M10C				para tampa no	5	W

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 2 von 3  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..3P							
Nr.	Fator	Descrição	Kz	Código	Zeit [SEC]	Código	Kz S E Descrição	Fator	W
					0.00		dispositivo	5	N
1		para depor paredes restantes		M30B	0.48				N
				RL1	0.07				N
				R-E	0.26	R16A	para martelo	1	N
					0.07	G1A		1	N
					0.33	M16B	para paredes l.l.	1	N
					0.72	M6B	martelar	2*2	W
					0.59	M6A	martelar	2*2	W
					0.14	M4B	para parede adjacente	1	N
					0.30	M16A	para depor o martelo	1	N
					0.07	RL1		1	N
1				R20A	0.28	R20A	para botão de acionamento	1	N
				G5	0.00	G5		1	N
				M2A	0.07	M2A	acionar	1	N
					1.47	PTTMD		17.8*1.4	W
				M2B	0.07	M2B		1	N
				RL2	0.00	RL2		1	N
1		para tampa e paredes no dispositivo		R20A	0.28				N
				G1A	0.07				N
1		para suporte de peças e paredes		M10B	0.56				N
				RL1	0.07				N
		Montar paredes no tubo tanque			0.00				N
					0.36	TBC2	para direção de suporte	13*0.8	N
1*0.8		para contenedor de paredes		R20B	0.29				N
1*0.8		pegar punhado		G5	0.00				N
1*0.8		pegar punhado		M10B	0.19				N
1*0.8		pegar punhado		G2	0.16				N
1*0.8		pegar punhado		M4B	0.12				N
1*0.8		para fora de contenedor		M10B	0.19				N
1*0.8		a ME acompanha o posicionamento das paredes		R-E	1.45	R10C	para ME e paredes	6*0.8	N
					2.23	G4C		6*0.8	N
1*0.8		a ME acompanha o posicionamento das paredes		R-E	1.52	M12C	parede para tubo tanque	6*0.8	W
					2.80	F2SE		6*0.8	W
					0.35	RL1		6*0.8	N
1*0.8		para contenedor		M20B	0.30				N

Tipo de impressão: MTM método básico tudo



## MTM - Básico Padrão

Página: 3 von 3  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT\_3P

Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz S E	Descrição:	Fator:	W
		de paredes								
1*0,8				RL1	0,06					N
1*0,8				R-E	0,00					N
		Passar fluxo nas paredes em 80% dos casos			0,00					N
					0,29	R20B		para o pote de fluxo c/ pincel	1*0,8	N
					0,06	GLA			1*0,8	N
1*0,8				G3	0,16					N
1*0,8				M-E	0,36	R10B		para o pincel	1*2*0,8	N
					0,35	GLA		pincel para as paredes	1*6*0,8	N
1*0,8				M-E	0,86	M10A		de uma parede para outra (média)	5*0,8	N
					2,76	M4B		mover pincel para outro lado da parede	2*12*0,8	W
					0,35	M2B		de uma face para outra	6*0,8	W
1*0,8				M-E	0,20	M10B		para recipiente c/ fluxo	1*0,8	N
					0,23	M4B		melhar o pincel	2*0,8	W
					0,20	M10B		de volta para parede seguinte	1*0,8	W
					0,20	M10B		pincel para recipiente	1*0,8	N
1*0,8		para depor pote com o pincel		M20B	0,30					N
1*0,8		transferir tubo tanque de um suporte para o outro		RL1	0,06	RL1			1*0,8	N
					0,00					
					0,41	SS30C2				13 N
13		apanhar 03 tubos tanque		R20B	0,12	R20B		apanhar 03 tubos tanque	13	N
13				G5	0,00	G5			13	N
13				M10B	0,08	M10B			13	N
					0,22	TBC1		para suporte do poste seguinte	13	N
					0,61	W3PO		para suporte do poste seguinte	13	N
13				M10B	0,08	M10B		para depor	13	N
13				RL2	0,00	RL2			13	N
					0,22	TBC1		volta para maquina	13	N
					0,36	W2P		volta para maquina	13	N
					0,00					

Tipo de impressão: MTM método básico curto

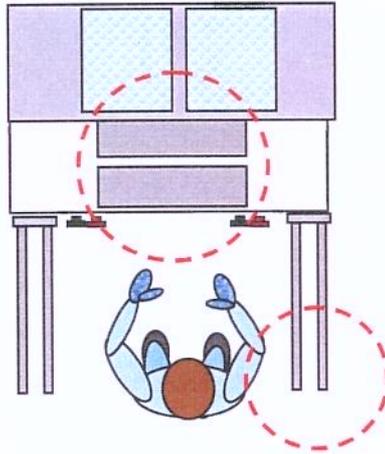


Figura 4.9.1 - Montagem atual da operação 3

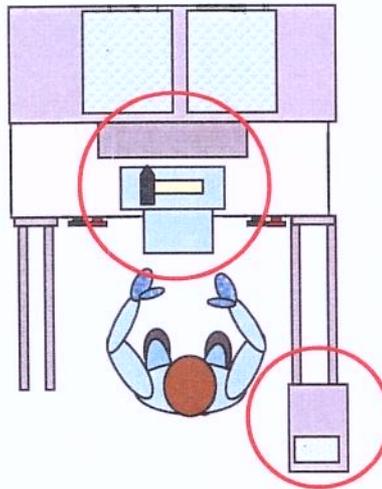


Figura 4.9.2 - Montagem proposta da operação 3

Ganho de 3,7 s, com a montagem das paredes divisórias no novo suporte à direita (parcialmente montados pelo operador 2), suporte fixo para o martelo e abastecimento frontal de paredes divisórias junto ao martelo.

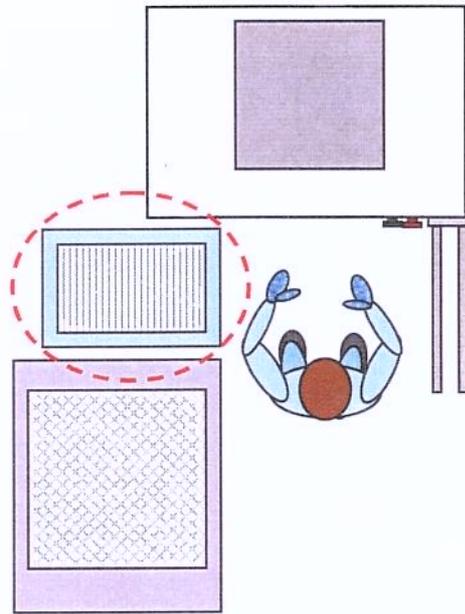


Figura 4.10.1 - Montagem atual da operação 4

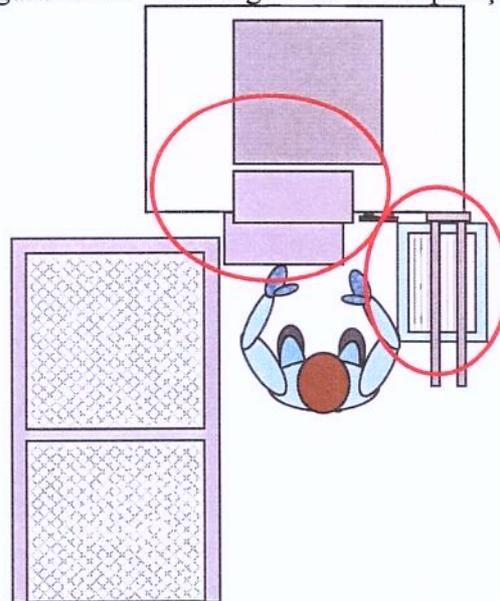


Figura 4.10.2 - Montagem proposta da operação 4.

Ganho de 4,2 s com o abastecimento de cabeceiras com a mão direita, pré posicionamento frontal das peças de montagem e aproximação do contenedor de peças montadas, reduzindo o ciclo de movimentos.

Tabela - 4.12 Montagem de tampa otimizada

Copyright (c) Brastech MIKVechnikung e. V.			<b>MTM - Básico</b>		Página: 1 von 5							
			<b>Padrão</b>		Usuário: SOLON							
					Data: 2/11/2005							
	<b>Código:</b>	BB.EP.MD.C.TT..4P			Mod ind. 5							
	<b>Descrição:</b>	montagem das cabeceiras na tampa e tubo tanque										
	<b>Índice:</b>		<b>Variante:</b>	proposto								
	<b>Tempo básico tg:</b>	31,79 SEC	<b>Tempo por unidade te</b>	34,97 SEC								
	<b>Tempo bás. mont. tg:</b>	SEC	<b>Tempo de mont. tr:</b>	SEC								
	<b>Código curto:</b>		<b>Subprocesso:</b>	N								
	<b>Tipo:</b>	E Execução	<b>Tipo processo tempo:</b>	P	Pessoa							
<b>Status:</b>	3 Liberado para examinador	<b>Processo de tempo:</b>	S	Separado								
<b>Classe de procura:</b>		<b>Válido de - até:</b>	22/6/2005									
<b>Proprietário:</b>	SOLON	<b>Formatar:</b>	SOLON	22/6/2005								
<b>Examinado:</b>		<b>Última modificação:</b>	SOLON	2/11/2005								
<b>Seção:</b>	<b>Área:</b>											
<b>Início:</b>	alcançar cabeceira											
<b>Conteúdo:</b>	montar cabeceira no dispositivo; retirar tampa e tubo tanque e/ cabeceira do dispositivo; posicionar tampa e tubo tanque s/ cabeceira no dispositivo; acionar máquina; inspecionar tampa e tubo tanque; colocar peças no carrinho de transporte											
<b>Fim:</b>	colocar peças no carrinho de transporte											
<b>Límite:</b>	uma peça; duas mãos											
<b>Nr.</b>	<b>Fator:</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Kz</b>	<b>Código:</b>	<b>Zeit.[SEC]</b>	<b>Código:</b>	<b>Kz</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Fator:</b>	<b>W</b>
		Abastecer o buffer de cabeceira			0,00							N
					0,07	R40B				para embalagem de cabeceiras	1,8	N
					0,00	G5				pegar punhado	1,8	N
					0,03	M10B				pegar punhado	1,8	N
					0,07	APB				pegar punhado	1,8	N
					0,09	M60B				para recipiente de espera	1,8	N
					0,01	RL1					1,8	N
		para posicionar as duas cabeceiras			0,00							N
					0,23	R10B				para primeira peça	1	N
					0,25	G1B				pegar uma peça	2	N
2		* R-B			1,12	R40B					2	N
2		* G1A			0,00	G=					2	N
					0,57	M10C					2	W
2		* N-B			0,81	P1SD					2	W
2		1 M5C			0,42						1	W
2		1 G=			0,00	G=					2	N
2		1 P1SD			0,81							W
2		1 RL2			0,00	RL2					2	N
					0,56	R40B				para segunda peça	1	N
		retira tampa e/ cabeceira do dispositivo para berço			0,00							N
1		1 R30B			0,46	R30B					1	N
1		1 G1A			0,07	G1A					1	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 2 von 5  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT.4P

Nr.	Fator	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
1		separar tampa c/ cabeceira do dispositivo		D2E	0,27	D2E	*				1	N
1				M6B	0,18		*					N
					0,18	M6B					1	N
1		mover para berço de espera		M40B	0,56	M40B	*			mover para berço de espera	1	N
1				==	0,00	==	*				1	N
1		retira tubo tanque c/ cabeceira do dispositivo		RL1	0,07	RL1	*				1	N
					0,00		*					N
1				R30B	0,46	R30B	*				1	N
1				G1A	0,07	G1A	*				1	N
1				M5B	0,18		*					N
					0,18	M5B					1	N
1		mover para berço de espera		M30B	0,48	M30B	*			mover para berço de espera	1	N
1				==	0,00	==	*				1	N
1				RL1	0,07	RL1	*				1	N
		Buscar tubo tanque e tampa s/ cabeceira do suporte			0,60		*					N
					0,67	TBC1	*				1	N
1				R-B	0,23	R10B	*			para suporte de tubo tanque s/ cabeceira	1	N
					0,07	G1A	*				1	N
1		para suporte de tampa s/ cabeceira		R10B	0,23		*					N
1				G1A	0,07		*					N
1				M10B	0,24	M10B	*				1	N
					0,67	TBC1	*			para frente da máquina	1	N
1		depor tampa no berço de espera		M10B	0,24	M-B	*				1	N
1				RL1	0,07		*					N
1		alcançar tubo tanque		R30B	0,48	M30B	*			para aproximar tubo tanque do dispositivo	1	N
1				==	0,00	==	*				1	N
1				R-B	0,28	M10C	*			para posicionar I.D do tubo tanque no dispositivo	1	N
					0,33	PLSSE	*				1	N
1		para posicionar I.D do tubo tanque no dispositivo		M10C	0,28		*					N
1				PLSSE	0,33		*					N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 3 von 5  
Usuário: SOLOH  
Data: 2/11/2005

Código:		BB.EP.MD.C.TT..4P							
Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz S E Descrição:	Fator:	W
	1			RL1	0,07	RL1		1	N
		Posicionar tampa e cabeceira do berço para dispositivo			0,00				N
	1			R30B	0,46	R30B	para tampa e cabeceira no berço de espera	1	N
	1			G1A	0,07	G1A		1	N
	1			M40B	0,56	M40B	para frente de dispositivo	1	N
	1			==	0,00	==		1	N
	1			N-B	0,28	M10C	L.D da tampa para dispositivo	1	W
	1				0,33	PLSSE		1	W
	1	L.E da tampa para dispositivo		M5C	0,21				W
	1			PLSSE	0,33				W
	1			RL1	0,07	RL1		1	N
		Retirar o tubo e tampa e cabeceira do berço de espera para tubo tanque e cabeceira no berço de espera			0,00				N
	1			R40B	0,56	R40B	para tampa e cabeceira no berço de espera	1	N
	1			G1A	0,07	G1A		1	N
	1			N-B	0,48	M30B	para botão de acionamento e peça	1	N
					0,00	==	liberar dedos para acionamento da máquina	1	N
					0,12	R4A	para botão de acionamento e dedos	1	N
					0,00	G5		1	N
					0,07	M2A		1	N
					13,51	PTTMU		17,8*13,1	W
					0,00	M2B		1*0	N
					0,00	RL2		1*0	N
					0,00				N
		Inspeção da tampa e cabeceira			0,00	TBC1		1*0	N
	1*0			M-B	0,00	M10B		1*0	N
					0,00	==		1*0	N
					0,00	EP	inspeção de uma extremidade para inspeção de cada face	2*0	W
					0,00	T90S		2*0	N
					0,00	EP		2*0	W

Tipo de impressão: MTM método básico curto



## MTM - Básico Padrão

Página: 4 von 5  
Usuário: SOLON  
Data: 2/11/2005

Código: BB.EP.MD.C.TT..4P

Nr.	Fator	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
						0,00ET30/40					2*0	N
						0,00G2					1*0	N
1*0			M-B			0,00M40c	1			para inspeção da outra face	1*0	N
						0,00==					1*0	N
						0,00P1SSE	1-			para inspeção da outra extremidade	1*0	W
						0,00RL1					1*0	N
		para inspeção do tubo tanque/ cabeceta				0,00						N
1*0			1	M10B		0,00E30B					1*0	N
1*0			1	==		0,00G1A					1*0	N
1*0				M10B		0,00M10B					1*0	N
						0,00EF					1*0	W
1*0				M20B		0,00M20B	1			para inspeção de uma face	1*0	N
						0,00EF					1*0	W
						0,00ET30/40					1*0	N
1*0			1	M3B		0,00M3B	1			para inspeção da outra face	1*0	N
1*0			1	==		0,00==					1*0	N
						0,00						N
1*0			1	M20B		0,00M20B	1			para inspeção da outra extremidade	1*0	N
1*0			1	==		0,00==					1*0	N
						0,00EF					1*0	N
						0,00S				para colocar peças no palete de baixo	0,5*0	N
1*0				M-B		0,00M10C					1*0	W
						0,00P1SSE				posicionar no berço	1*0	W
1*0				RL1		0,00RL1					1*0	N
						0,00AS					0,5*0	N
						0,00TBC1				para maquina	1*0	N
						0,00						N
		Passar fluxo em 20% das peças				0,00						N
						0,07R20B				para o pote de fluxo e pincel	1*0,2	N
						0,01G1A					1*0,2	N
1*0,2			1	TBC2		0,27TBC2				para tubo tanque no suporte	1*0,2	N
1*0,2			1	G2		0,00						N
1*0,2			1	M-B		0,09R10B					1*2*0,2	N
						0,09G1A					1*6*0,2	N
1*0,2			1	M-B		0,25M12A					5*0,2	N
						0,69M4B					2*12*0,2	N
						0,09M2B					6*0,2	N
1*0,2			1	M-B		0,05M10B					1*0,2	N

Tipo de impressão: MTM método básico curto

Copyright (c) Deutsche MTM-Vereinigung e. V.



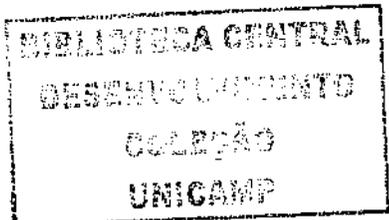
## MTM - Básico Padrão

Página: 5 von 5  
 Usuário: SOLON  
 Data: 2/11/2005

**Código:** BB.EP.MD.C.TT..4P

Nr.	Fator:	Descrição:	Kz	Código:	Zeit [SEC]	Código:	Kz	S	E	Descrição:	Fator:	W
					0,06	M4B					2*0,2	N
					0,05	M10B					1*0,2	N
	1*0,2			N-B	0,05	M10B					1*0,2	N
					0,01	RL1					1*0,2	N
					0,27	TBC2					1*0,2	N
	1*0,2			M10B	0,05							N
	1*0,2			RL1	0,01							N

Tipo de impressão: MTM método básico curto



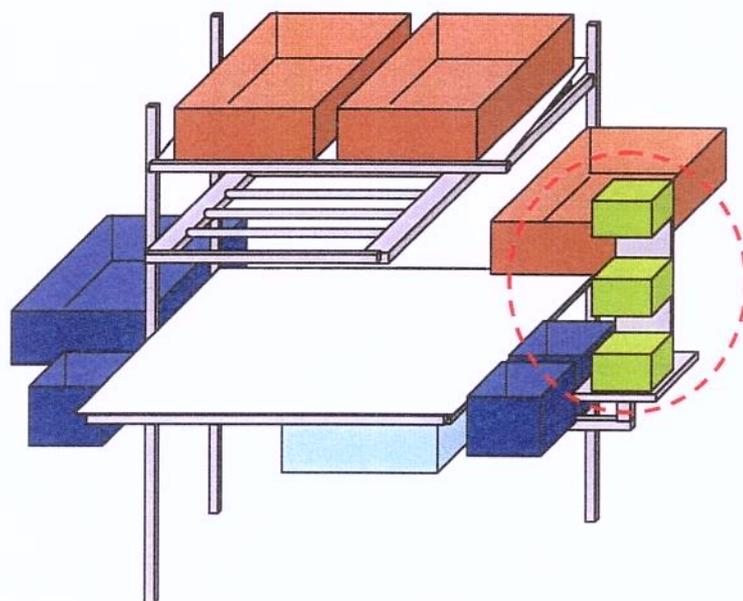


Figura 4.11.1 - Montagem atual da operação 6

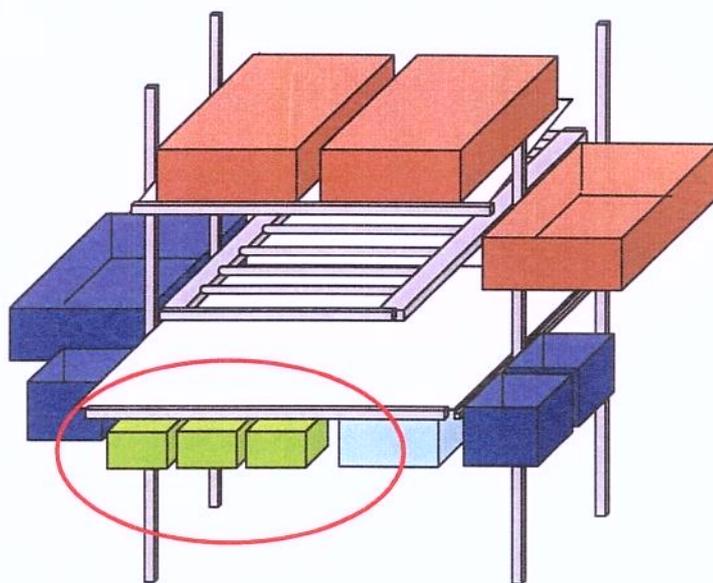


Figura 4.11.2 - Montagem proposta da operação 6.

Ganho de 2,1 s com a aproximação dos componentes de montagem, com melhoria da ergonomia e facilidade de acesso com as duas mãos.

Tabela – 4.13 Montagem da flange otimizada.

		<b>Módulo de tempo Análise</b>		Página: 1 von 4 Usuário: MTM Data: 2/11/2005	
<b>Código:</b>	POSTO FLANGE 2			Mod ind. 5	
<b>Descrição:</b>	Pré-montagem da flange e montagem da flange no bloco				
<b>Índice:</b>	Variante:				
<b>Tempo básico tg:</b>	28,8 SEC	<b>Tempo por unidade te</b>	31,7 SEC		
<b>Tempo bás. mont. tr:</b>	SEC	<b>Tempo de mont. tr:</b>	SEC		
<b>Tempo básico:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
Tempo de atividade influenciável	tb	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividade não influenciável	tu	0,0	28,8	SEC	
Tempo de espera	tw	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividades de montagem influenciável	trtb	0,0	0,0	SEC	
Tempo de atividades de montagem não influenciável	trtu	0,0	0,0	SEC	
Tempo de espera de montagem	trw	0,0	0,0	SEC	
<b>Acréscimos:</b>		<b>Valor (%):</b>	<b>M</b>		
Acréscimo de tempo de distribuição pessoal		5,00	1		
Acréscimo de tempo de distribuição objetivo		3,00	1		
Acréscimo tempo de descanso		2,00	1		
<b>Estrutura de tempo:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
tempo básico	tg	0,0	28,8	SEC	
tempo de distribuição pessoal	tp	0,0	1,4	SEC	
tempo de distribuição objetivo	tpo	0,0	0,9	SEC	
tempo de descanso	ter	0,0	0,6	SEC	
tempo por unidade	te	0,0	31,7	SEC	
Tempo básico de montagem	trg	0,0	0,0	SEC	
Tempo de distribuição de montagem	trp	0,0	0,0	SEC	
Tempo de descanso de montagem	trer	0,0	0,0	SEC	
Tempo de montagem	tr	0,0	0,0	SEC	
<b>Nr. de simultaneidade:</b>	<b>Pç. com tempo apurado simultaneamente: Parâmetros de cálculo:</b>				
1	1,00	Quantidade Unidade de quantidade Período Fator de quantidade			
<b>Valorização da temporização:</b>	<b>Tipo de tempo:</b>	<b>Inserido:</b>	<b>Calculado:</b>	<b>Unidade:</b>	
tempo de execução	ta	0,0	31,7	SEC	
Tempo de ordem	T	0,0	31,7	SEC	

Copyright (c) Deutsche IMA Vermögensberatung e. V.

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 2 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 2/11/2005

<b>Código:</b> POSTO FLANGE 2						
<b>Código curto:</b>	<b>Subprocesso:</b> N					
<b>Tipo:</b> E Execução	<b>Tipo processo tempo:</b> P Pessoa					
<b>Status:</b> 3 Liberado para examinador	<b>Processo de tempo:</b> S Separado					
<b>Classe de procura:</b>	<b>Válido de - até:</b> 29/6/2005 -					
<b>Proprietário:</b> MTM	<b>Formatar:</b> MTM - 29/6/2005					
<b>Examinado:</b>	<b>Última modificação:</b> MTM - 2/11/2005					
<b>Seção:</b>	<b>Area:</b>					
<b>Início:</b>						
<b>Concedido:</b>						
<b>Fim:</b>						
<b>Limite:</b>						
<b>Corte</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Código:</b>	<b>tg:</b>	<b>Fator:</b>	<b>tg (total):</b>	<b>W</b>
1	...pos. grelha na bancada	POSTO FLANGE 2-1	3,9	1	3,9	
1	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1	0,7	N
1	Andar sem carga ou obstáculo	W1P	0,5	1	0,5	N
1	Alcançar 30 cm - grelha	R30B	0,5	1	0,5	N
1	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N
1	Mover	M40B	0,6	1	0,6	N
1	Girar corpo 90°	TBC1	0,7	1	0,7	N
1	Andar com carga ou obstáculo	W1P0	0,6	1	0,6	N
1	Mover	M10B	0,2	1	0,2	N
1	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
2	...posicionar protetor do tubo tanque	POSTO FLANGE 2-2	1,8	1	1,8	
2	Alcançar 30 cm - ME p/ protetor do tubing	R30B	0,5	1	0,5	N
2	Alcançar - MD p/ protetor do tubo	R-B		1		N
2	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N
2	Mover - ME pos. protetor do tubing	M40B	0,6	1	0,6	N
2	Mover simultâneo a outro movimento - MD	M-B		1		N
2	Mover - MD	M20C	0,4	1	0,4	V
2	Posicionar	P1SE	0,2	1	0,2	V
2	Soltar - 2 mão	RL1	0,1	1	0,1	N
3	...girar bloco na bancada	POSTO FLANGE 2-3	1,7	1	1,7	
3	Alcançar 40 cm - 2 mãos pegar bloco	R40B	0,6	1	0,6	N
3	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N
3	Mover - levantar bloco	M04B	0,1	1	0,1	N
3	Mover - girar	M00B	0,7	1	0,7	N
3	Repegar durante outro movimento	G2/		1		N
3	Mover - pos. na bancada	M04B	0,1	1	0,1	N
3	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
4	...pré-montagem do flange	POSTO FLANGE 2-4	1,7	1	1,7	
4	Alcançar 80 cm - 2 mãos - 1 p/ cada tubo	R80B	0,8	1	0,8	N
4	Apanhar - ME	G1A	0,1	1	0,1	N
4	Apanhar - MD	G1A	0,1	1	0,1	N
4	Mover - ME p/ bancada; MD próx. ao corpo	M00B	0,7	1	0,7	N
4	Soltar - ME - tubo grande na bancada	RL1	0,1	1	0,1	N
5	...montar 2 anéis no tubo pequeno	POSTO FLANGE 2-5	3,6	1	3,6	

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 3 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 2/11/2005

Código:		POSTO FLANGE 2					
Corte	Descrição:	Código:	tg:	Fator:	tg (todo):	W	
5	Alcançar 20 cm - ME - até anel	R20C	0,5	2	1,0	N	
5	Apanhar	G4C	0,5	2	0,9	N	
5	Mover simultâneo a outro movimento - MD - tubo	M-B		2		N	
5	Repegar durante outro movimento	GE/		2		N	
5	Mover - pos. anel no tubo	M20C	0,5	2	1,1	V	
5	Repegar durante outro movimento	GE/		2		N	
5	Posicionar	PLSE	0,2	2	0,4	V	
5	Soltar - anel	RL1	0,1	2	0,1	N	
6	...posicionar flange	POSTO FLANGE 2-6	2,0	1	2,0		
6	Alcançar 40 cm - ME p' flange	R40B	0,6	1	0,6	N	
6	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N	
6	Mover - pos. no tubo	M40C	0,7	1	0,7	V	
6	Posicionar	PLSE	0,2	1	0,2	V	
6	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N	
6	Mover - MD - depor ej. na bancada	M20B	0,4	1	0,4	N	
6	Repegar durante outro movimento	GE/		1		N	
6	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N	
7	...montar 2 anéis no tubo grande	POSTO FLANGE 2-7	1,0	1	1,0		
7	Alcançar 30 cm - ME - até tubo	R30B	0,5	1	0,5	N	
7	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N	
7	Mover - próx. ao corpo	M30B	0,5	1	0,5	N	
7	Repegar durante outro movimento	GE/		1		N	
	Alcançar 20 cm - MD - até anel	R20C	0,5	2	1,0	N	
	Apanhar	G4C	0,5	2	0,9	N	
	Mover simultâneo a outro movimento - ME - tubo	M-B		2		N	
	Repegar durante outro movimento	GE/		2		N	
	Mover - pos. anel no tubo - MD	M20C	0,5	2	1,1	V	
	Repegar durante outro movimento	GE/		2		N	
	Posicionar	PLSE	0,2	2	0,4	V	
	Soltar - anel - MD	RL1	0,1	2	0,1	N	
8	...pos. tubo grande no flange	POSTO FLANGE 2-8	0,9	1	0,9		
8	Alcançar 30 cm - MD - flange e tubo pequeno	R30B	0,5	1	0,5	N	
8	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N	
8	Mover	M20B	0,4	1	0,4	N	
8	Mover simultâneo a outro movimento - ME:	M-B		1		N	
8	Repegar durante outro movimento	GE/		1		N	
9	...pos. flange no bloco	POSTO FLANGE 2-9	2,4	1	2,4		
9	Mover - 2 mãos - ej. próx. ao bloco	M10B	0,2	1	0,2	N	
9	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N	
9	Alcançar 30 cm - MD - apoio p. pos.	R30B	0,5	1	0,5	N	
9	Contato	GE		1		N	
9	Mover - pos. flange	M10C	0,3	1	0,3	V	
9	Mover simultâneo a outro movimento	M-B		1		N	
9	Posicionar	PLSE	0,2	1	0,2	V	
9	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N	
9	Alcançar 30 cm - 2 mãos	R30B	0,5	1	0,5	N	
9	Apanhar - MD	G1A	0,1	1	0,1	N	

Tipo de impressão: ZBS detalhado com texto vertical



## Módulo de tempo Análise

Página: 4 von 4  
Usuário: MTM  
Data: 27/11/2005

Código:		POSTO FLANGE 2				
Corte	Descrição:	Código:	tg:	Fator:	tg (todo):	W
9	Contato - ME	CS		1		N
9	Mover - MD - flange no bloco	M10C	0,3	1	0,3	V
9	Mover simultaneo a outro movimento - ME	M-B		1		N
9	Posicionar	P1SE	0,2	1	0,2	V
	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
10	...pos. proteções da flange	POSTO FLANGE 2-10	2,6	1	2,6	
10	Alcançar 40 cm - MD - p.º protetor	R40C	0,6	1	0,6	N
10	Alcançar 40 cm - ME - p.º grampo	R20C	0,5	1*0		N
10	Apanhar - MD	G1A	0,1	1	0,1	N
10	Apanhar - ME	G1C2	0,4	1	0,4	N
10	Mover - ME	M20C	0,5	1	0,5	V
10	Mover simultaneo a outro movimento - MD	M-B		1		N
10	Repegar durante outro movimento	RE/		1		N
10	Posicionar - ME - 1ª ponta	P1SE	0,2	1	0,2	V
10	Mover - ME - 2ª ponta	M20C	0,1	1	0,1	V
10	Posicionar	P1SE	0,2	1	0,2	V
10	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
10	Mover - MD - pos. protetor do tubo	M20B	0,4	1	0,4	N
10	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
11	...pos. bloco na mesa de rolos	POSTO FLANGE 2-11	3,6	1	3,6	
11	Alcançar 10 cm - MD - bloco	R10B	0,2	1	0,2	N
11	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N
11	Mover - puxar bloco	M40B	0,6	1	0,6	N
11	Repegar durante outro movimento	RE/		1		N
11	Alcançar 20 cm - ME - bloco	R20B	0,4	1	0,4	N
11	Apanhar	G1A	0,1	1	0,1	N
11	Mover - 2 mãos - próx. ao corpo	M10B	0,2	1	0,2	N
11	Girar corpo 90º	TB01	0,7	1	0,7	N
11	Andar com carga ou obstáculo	M10C	0,6	1	0,6	N
11	Mover	M10B	0,2	1	0,2	N
11	Soltar	RL1	0,1	1	0,1	N
11	...começa cada 2 pçs					
11	Alcançar 16 cm - - 2 mãos	R10B	0,2	0,5	0,1	N
11	Contato	CS		0,5		N
11	Mover - p. mesa	M20B	0,6	0,5	0,3	N
11	Soltar	RL2		0,5		N

Descrição do processo:

Após as melhorias implementadas nas figuras 4.7.1 a 4.11.2, obteve-se os seguintes resultados de análise:

Tabela 4.14 Montagem parcial do condensador otimizada

	Nº de operadores	Sub-conjuntos	Análise inicial (s)	Análise Proposta (s)
Operação 1	1	1	22,4	20,4
Operação 2	1	1	38,1	32,5
Operação 3	1	1	47,7	44,0
Operação 4	1	1	36,0	31,8
Operação 5	1	2	<b>47,8</b>	<b>47,8</b>
Operação 6	1	3	30,9	28,8
<b>Soma</b>	<b>6</b>		<b>222,9</b>	<b>205,3</b>
Média			37,1	34,2

Matematicamente, poder-se-ia simplesmente somar os tempos das operações 1 e 6, que são as de menor tempo de ciclo e alcançar o resultado de ciclo de 49,2 s por peça, reduzindo um operador como proposto anteriormente. Porém, as operações 1 e 6 estão distantes aproximadamente 50 metros uma da outra, inviabilizando a redução do operador.

Como levantado anteriormente na figura 4.5 as operações 1 e 2, não são dedicadas ao produto, havendo necessidade de se preservar disponibilidade do equipamento para a produção de outros conjuntos. Portanto, a produção em lotes continua sendo necessária para atender as demandas de vários produtos.

Da subtração da soma da análise inicial pela proposta, obtém-se um resultado de redução de tempo de 17,6 s do tempo total de processo por ciclo. Nessa condição os operadores devem ser aproveitados em outras atividades como abastecimento da linha, ou em atividades em postos de trabalhos adjacentes como pré-montagens para outros produtos.

Os demais postos de trabalhos, na condição atual e proposta estão na tabela 4.15 aplicando a mesma metodologia dos postos de trabalhos de montagem do condensador, descrita detalhadamente neste capítulo.

#### 4.5 Implementar métodos otimizados.

Até o levantamento desses dados, algumas propostas já estavam implementadas, outras apesar de tecnicamente viáveis, aguardam estudo de fluxo de caixa e liberação de verba para implementação.

As propostas implementadas são das operações, 3, 4, 6, 8,13; 16 e 17, conforme tabela 4.15, as operações 12, 14 e 15 que dependiam de liberação de investimento para compra de dispositivos auxiliares não foram implementadas até o término deste trabalho.

Tabela 4.15 Análises otimizadas da montagem do módulo

Nº	Operação	Peça	Ciclo atual (s)	Ciclo proposto MTM (s)	% de redução
1	Montagem do disco	Condensador	24,64	22,43	-9%
2	Montagem dos suportes	Condensador	41,91	35,78	-15%
3	Montagem das paredes	Condensador	52,42	48,36	-8%
4	Montagem das cabeceiras	Condensador	39,6	34,97	-12%
5	Montagem do bloco condensador	Condensador	52,61	-	-
6	Montagem tubos entrada / saída	Radiador	33,97	31,68	-7%
7	Montagem do bloco do radiador	Radiador	49,02	47,76	-3%
8	Fluxagem manual	Rad./cond.	29,79	28,7	-4%
9	Saída do forno Condensador	Condensador	20,01	15,13	-24%
10	Gabarito dimensional do	Condensador	58,58	51,54	-12%
11	Montagem do filtro secador	Condensador	56,89	-	-
12	Teste vazamento a Hélio	Condensador	57,89	46,14	-20%
14	Montagem do radiador	Radiador	48,9	47,55	-3%
	Teste de vazamento - radiador	Radiador	-	52,25	-
15	Montagem do refrigerador de óleo	Radiador	44,15	38,84	-12%
16	Montagem do módulo	Módulo	47,01	44,23	-6%
17	Embalagem	Módulo	29,24	23,58	-19%

#### Operação gargalo

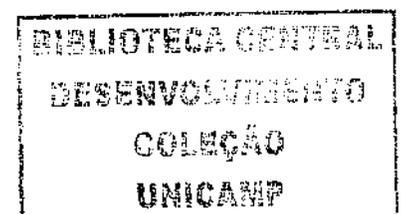
A tabela 4.15 apresenta o percentual de melhoria dos ciclos de montagem. A aplicação do método reduziu em 12% o ciclo gargalo do processo da operação 13 – Saída do forno Radiador, bem próximo do ciclo da operação 5, detalhada na tabela 4.6. Esta melhoria, juntamente com a regulamentação do abastecimento de componentes pelos fornecedores, possibilitou a redução do terceiro turno para complementar os volumes de entrega na fase inicial do projeto, abastecendo toda a cadeia logística.

Os resultados de otimização de tempos, conforme tabela 4.15, estão diretamente relacionados a melhoria da ergonomia no posto de trabalho. Os movimentos estão identificados, nas análises por um quadro pontilhado, conforme exemplo. 

Pode-se evidenciar os aspectos ergonômicos nas análises conforme segue:

- Eliminação do giro de corpo (TBC1) na montagem da operação 1 – Figura 4.7.1.

- Eliminação da torção (T90) para colocação do tubo tanque no dispositivo da operação 2 – Figura 4.8.2.1.
- Eliminação do giro de corpo (TBC2) e aproximação do contenedor de paredes divisórias, assim como suporte com posição definida para martelo, reduzindo os movimentos da operação 3 – Figura 4.9.2.
- Eliminação do movimento de curvar (B), girar o corpo (TBC1) e passo lateral (SS60C1), devido a nova posição do contenedor de cabeceiras, novos contenedores de abastecimento frontal e reposicionamento do contenedor de peças semi-acabadas da operação 4. Figura 4.10.2.
- Eliminação de passo lateral (SS30C1) devido ao reposicionamento de contenedores e facilitando o acesso a mão esquerda para movimentos simultâneos, na operação 6 – Figura 4.11.2.



## Capítulo 5

### 5. Conclusões e Sugestões para Próximos Trabalhos

#### 5.1 Conclusões:

A aplicação do método MTM A1, foi plenamente reconhecida eficiente e pragmática nesta aplicação, não só pela possibilidade de melhorias de rápida implementação, como na metodologia de análise de cada movimento, reestruturando o mesmo de forma mais simples e ágil.

O estudo dos movimentos pelo MTM A1 possibilita uma estratificação dos movimentos os que são estritamente necessários e os não necessários, como os movimentos de alcançar, pegar e mover, que mesmo não necessários podem ser executados de maneiras muito diferentes e menos complexas.

Outro grande impacto durante as análises da linha do veículo de passeio, foi o reconhecimento de grandes melhorias que poderiam estar implementadas se as análises MTM A1 tivessem sido executadas antes da definição da linha de montagem, evitando deslocamentos de componentes desnecessários e várias possibilidades de layout de forma a facilitar o movimento do operador.

O método MTM A1 é considerado novo dentro do grupo Behr e devido à dinâmica do setor automotivo, a decisão de migrar a linha para o Brasil foi tomada em um prazo muito apertado para produção de peças protótipos para validação do produto, que devem ser produzidos com ferramentas e processos definitivos.

O sucesso da aplicação do método MTM A1 tem dois fatores básicos que ainda estão em desenvolvimento dentro da empresa. O primeiro é relativo à experiência dos analistas MTM para o método A1, que como já foi dito, trata-se do segundo projeto desenvolvido na Behr .

Portanto, carece de treino para aprimorar a qualidade das análises. O segundo fator, não menos importante é a questão de transferir conhecimentos básicos para o operador para que ele possa diferenciar e reconhecer as variações de movimentos possíveis e o que se deseja de sua habilidade na hora de executar os movimentos definidos pelo método MTM A1.

Criar esta habilidade é talvez o maior desafio de implementação do método, um trabalho lento e paciente, que deverá ser um dos requisitos da “Matriz de Versatilidades” (Tabela que reflete o grau de habilidade do operador nas várias operações da produção de forma a qualificá-lo como operador de produção) das áreas de produção envolvidas.

A execução e conclusão do trabalho foi possível graças ao suporte e acompanhamento da MTM do Brasil, que não mediu esforços de suporte técnico e material didático nas análises e elaboração deste trabalho.

### **5.2 Sugestões para próximos trabalhos:**

As tomadas de decisões ficam mais difíceis na produção de peças em série, os volumes de fornecimento dificultam as paradas de linha para modificações, mesmo com um grande potencial de redução de custo, a interrupção de abastecimento de um produto é sempre um fator inaceitável por parte de qualquer cliente, mesmo para ter o benefício posterior.

Uma das possibilidades de otimização para próximos trabalhos reconhecidas é a transferência da célula de montagem do *manifold* (conjunto de cabeceira, aleta e paredes divisórias) junto ao ponto de uso na montagem do bloco do condensador, como um só posto de trabalho, que resultaria na redução de um operador. É um potencial muito importante para melhoria do balanceamento da linha, diminuindo o tempo ocioso do operador o que muitas vezes impacta na melhoria da cadência da linha.

Essa mudança requer um planejamento extremamente detalhado para sua implementação, quando o projeto pressupõe altos volumes. A garantia do abastecimento e no caso tendo como agravante o envio marítimo de peças, com processos alfandegários, trâmites de reservas de navios, carregamento e traslado, requer uma logística muito bem planejada e monitorada para manter o fornecimento contínuo.

Neste caso ainda não considerados riscos maiores, como greves nos portos, greve de funcionários da receita federal e ultimamente alterações climáticas catastróficas que não estão

consideradas nos estoques intermediários ou mesmo no desenvolvimento de um plano de contingência de enviar as peças com embarque aéreo, num custo astronômico de caráter emergencial.

## Referências Bibliográficas

A.B. Segur, "Labor Costs at the Lowest Figure." *Manufacturing Industry*, Vol. 13, 1927.

ASME - American Society of Engineers; Paper No. 50-A-88, New York, November 1950.

Associação MTM. *Apostila de Treinamento MTM – UAS*, 2002, 67p.

Barnes, R. M., *Motion and time study: design and measurement of work*. New York: Ed. Wiley, 1968. 799p.

Curso Básico de Ergonomia Aplicada ao Trabalho – WES - Ergonomia e Saúde Ocupacional – 2003. site [www.wesergonomia.com.br](http://www.wesergonomia.com.br), acesso em dezembro 2005.

Delmia Home Page. Disponível em <http://www.delmia.com> acesso em dez 2004.

Fischer, H., Das Ausbildungsprogramm der Deutschen MTM-Assoziación MTM e.V., *Personal – Zeitschrift für Human Resource Management*, 2003, pp. 53-56.

Gilbreth, Frank B. and Gilbreth, Lillian M. *Applied Motion Study*. New York: Sturgis and Walton Company, 1917.

Gilbreth, Frank B. "*The Quest of the One Best way*," New York: Sturgis and Walton Company, 1925.

IIA, Itiro. Ergonomia: Projeto e Produção. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1990.

Karger, Delmar W., *Engineered Work Measurements*, New York , 4<sup>th</sup> edition, Industrial Press Inc.1957.

Kendall C. White, "*Predetermined Elemental Motion Times*," ASME paper N° 50-A-88, 1950. Resaerch Report 105 US / Canadá MTM Assossiation,

Longenecker, J.G., Pringle, C. D., *Management*, Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company, 1984.

Martins, P.G., Laugeni, F.P., *Administração da Produção*, São Paulo: Saraiva 2000.

Methods-Time Measurements by H.B.Maynard, G.J.Stegemerten and J.L.Schwab, NewYork: McGraw-Hill Book Co.,1948.

MTM Básico A1, da Deutsche MTM – Associação MTM E. V., 1963

MTM Org Home Page. Disponível em <http://mtm.org/public/pages/index.cfm?pageid=44> acesso em Julho de 2005.

MTM Software Group, Material de divulgação, 2000, 17p. em [www.mtmndobrasil.com.br](http://www.mtmndobrasil.com.br) acesso em Setembro 2005.

Maynard Home Page. Disponível em [www.hbmaynard.com](http://www.hbmaynard.com), acesso em Novembro 2005.

Maynard, H. B. *Manual de Engenharia de Produção: Seção 5 - Padrões de Tempos Elementares Pré-determinados*. Editora Edgard Blücher. São Paulo, 1970. Cap. 2, Sistema MTM (Methods-Time Measurement), pp. 18-52.

Sanzenbacher, G., Prokon – wenig Aufwand, große Wirkung. MTM Report. *Personal – Zeitschrift für Human Resource Management*, 2003, pp. 26-31.

Steward M. Lowry, Harold B. Maynard, and Gustave J. Stegemerten. *Time and Motion Study*, 3rd.ed. 1940.

Sugai, M. *Avaliação do Uso do MTM (Methods-Time Measurement) em uma empresa de Metal-Mecânica*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, julho de 2003.

Sugai, M., et al., Engineering focused in Human Resources: Case Study of a MTM Application in a Workstation at 17° INTERNATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING, 10 a 14 de novembro de 2003, São Paulo, SP.

Taylor, Frederick W., “The Present State of the Art of Industrial Management” – ASME, vol.34, 1912.

Training Committee of the MTM Association, “*Journal of Methods-Time Measurements* Vol. , N°4, 1958.

WESERgonomia Home Page. Disponível em <http://www.wesergonomia.com.br/serviços/servest.htm>, acesso em Setembro 2005.

Workshop MTM 2004, Hotel Pestana São Paulo, Armando S. Rodrigues Jr, 2004.

Workshop MTM 2004, Hotel Pestana São Paulo, Frank Littmann, 2004.

Zardin, K., *MOST – Work Measurement Systems*, 3ed. Marcel Dekker, 2003. 519p.

## Anexo I – Tabelas e figuras de Otimização MTM A1 na aplicação da linha Carro de passeio.

		Separar D		Posicionar P					Pegar G			Mover M			Alcançar R				
		2	1E 1D	1NS 2SS 2NS	1SS 2S	1S	4	1B 1C	1A 2S	C	B	A Bm	C D	B	A E				
		D	E	D	E	D	E	D	E	O	W	O	W	O	W	O	W	O	W
Alcançar R	A, E			X	X	X						X	X						
	B	X					X	X	X	X	X								
	C, D		X								X						X	X	
Mover M	A, Bm			X	X	X													
	B	X				X	X	X	X	X									
	C		X								X		X						
Pegar G	1A, 2, 5																		
	1B, 1C									X									
	4																		
Posicionar P	1S																		X
	1SS, 2S																		
	1NS, 2SS, 2NS																		
Separar D	1E, 1D																		
	2																		

Movimentos básicos que não figuram no quadro

T = Torcer: Normalmente acontece com todos os movimentos básicos, exceto quando é controlado ou quando tem um "separar".

AP = Premir: Analisar cada caso  
P3 = Posicionar: Sempre difícil  
D3 = Separar: Normalmente difícil  
RL = Soltar: Sempre fácil

Possibilidade de execução simultânea  
□ = fácil  
X = com prática  
■ = difícil

W: Dentro do campo normal de visão  
O: Fora do campo normal de visão  
E: Manejo simples  
D: Manejo difícil

Tabela A – Movimentos básicos simultâneos.

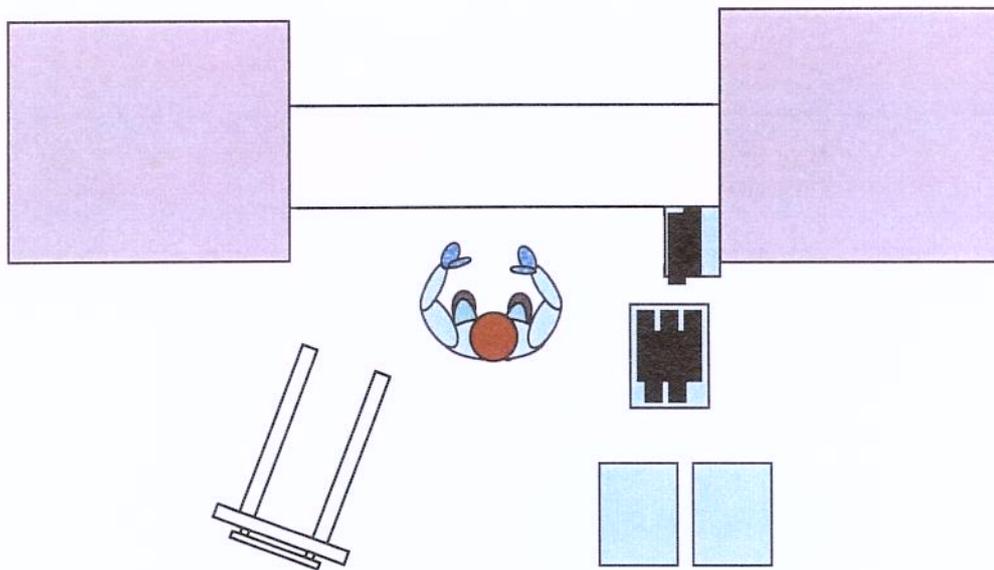


Figura A.1.1 – Fluxagem manual da operação 8- Atual

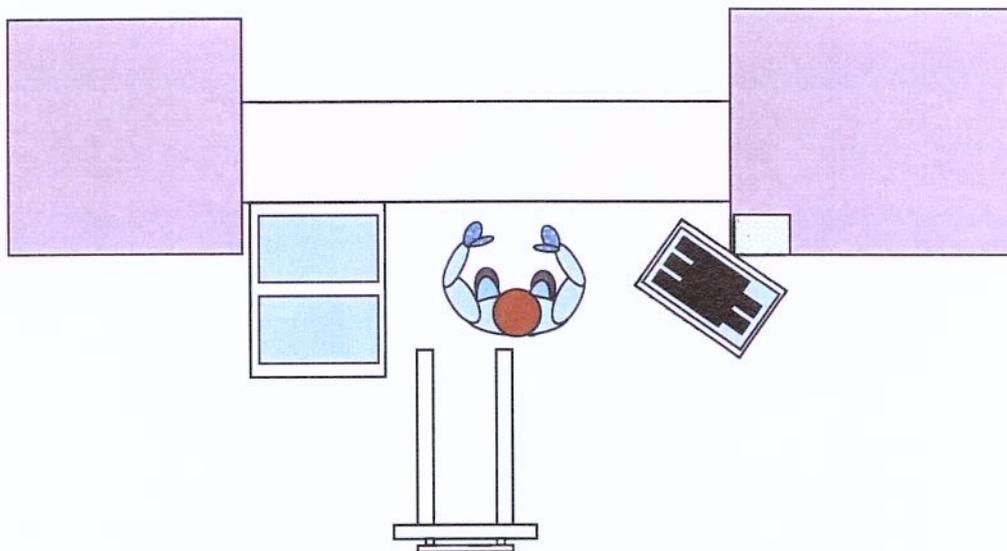


Figura A.1.2 – Fluxagem manual da operação 8- Proposta

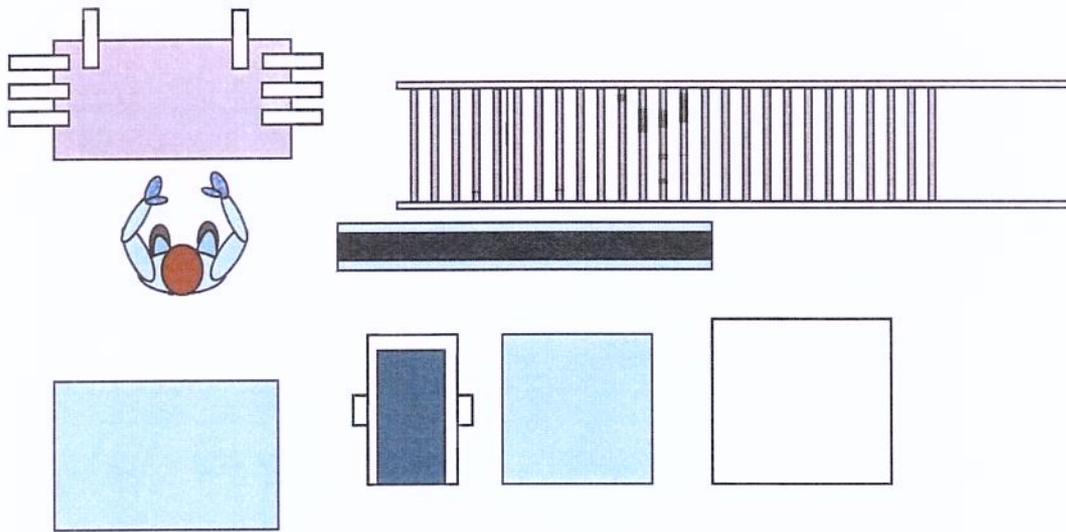


Figura A.2.1 – Gabarito dimensional da operação 10- Atual

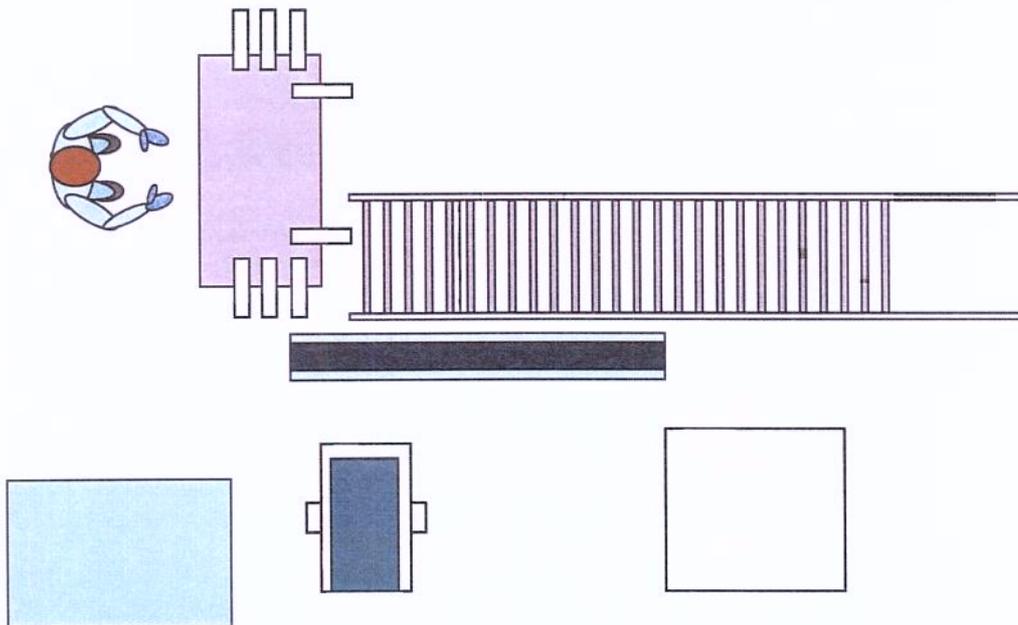


Figura A.2.2 – Gabarito dimensional da operação 10- Proposto

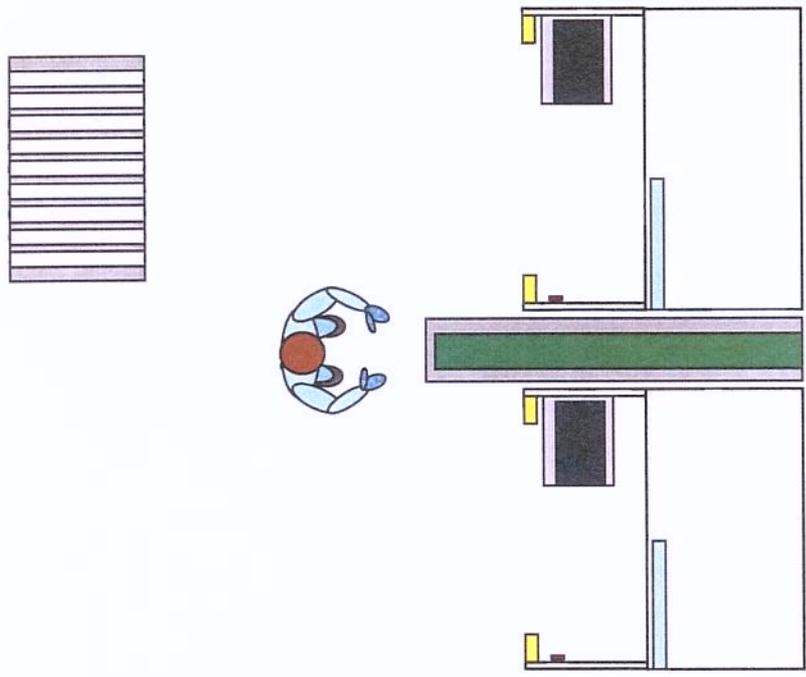


Figura A.3.1 – Teste a Hélio da operação 12- Atual

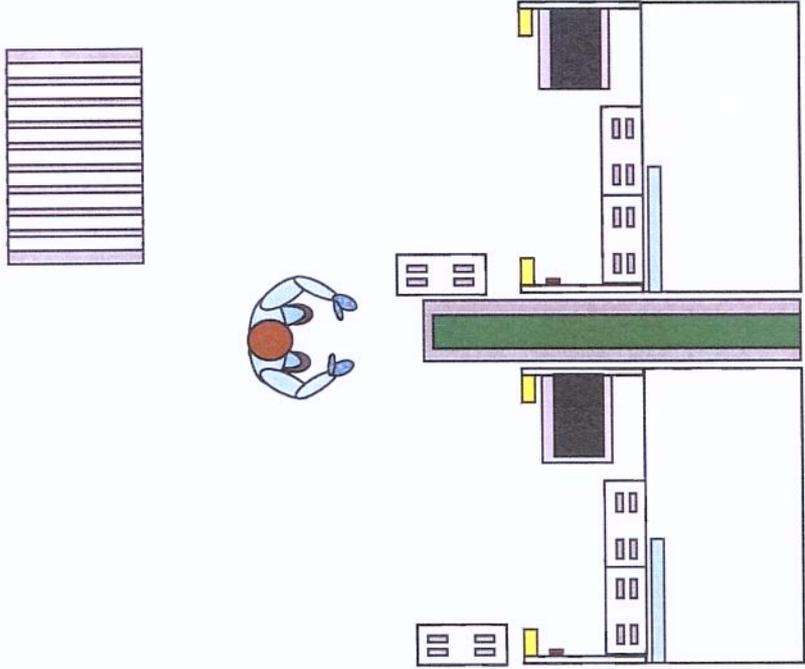


Figura A.3.2 – Teste a Hélio da operação 12- Proposto

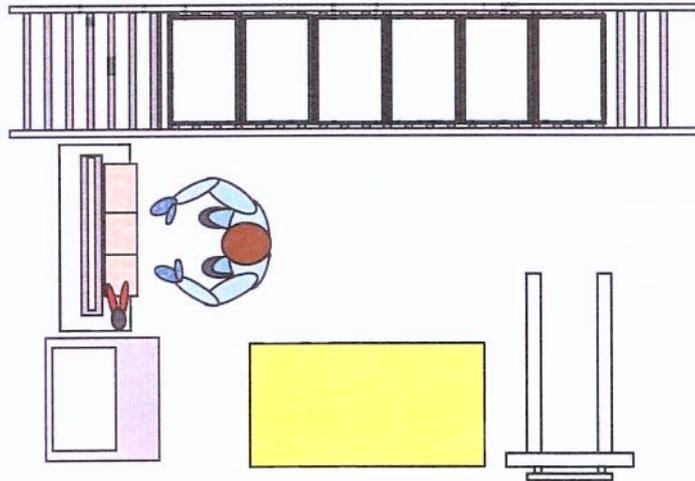


Figura A.4.1 – Inspeção no bloco do radiador da operação 13- Atual

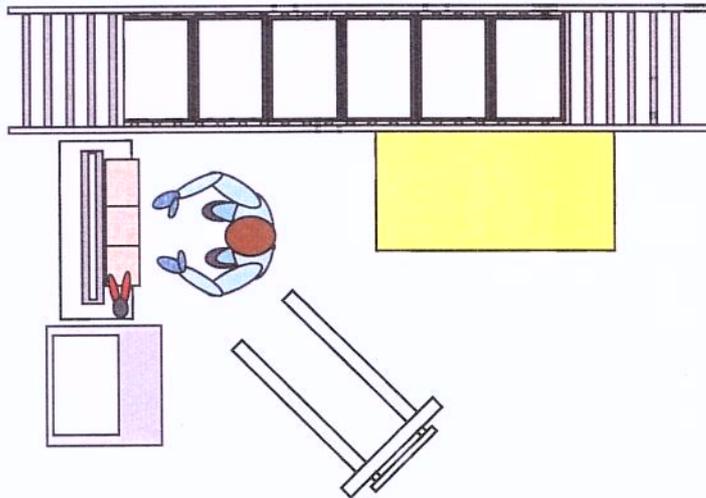


Figura A.4.2 – Inspeção no bloco do radiador da operação 13- Proposta

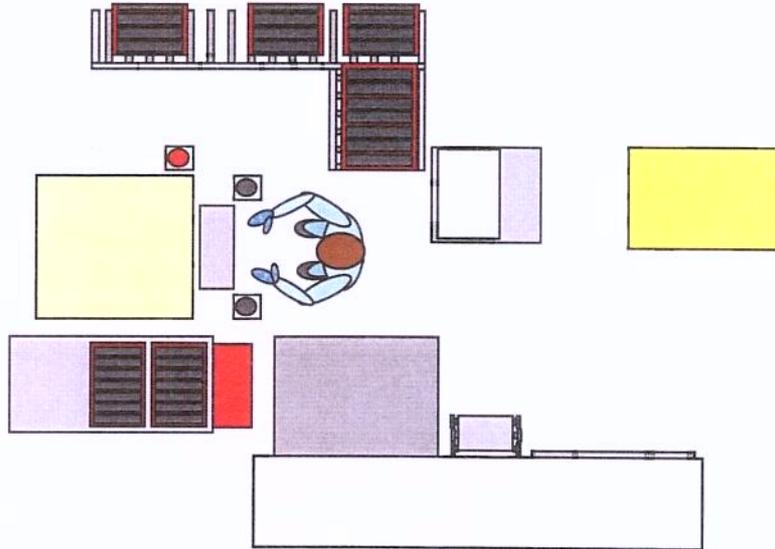


Figura A.5.1 – Montagem do radiador e teste de vazamento 14- Atual

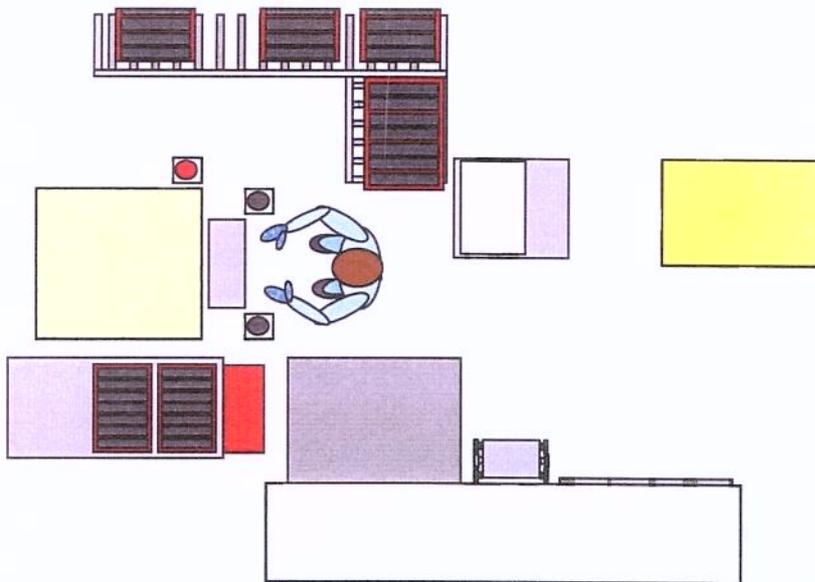


Figura A.5.2 – Montagem do radiador e teste de vazamento 14- Proposto

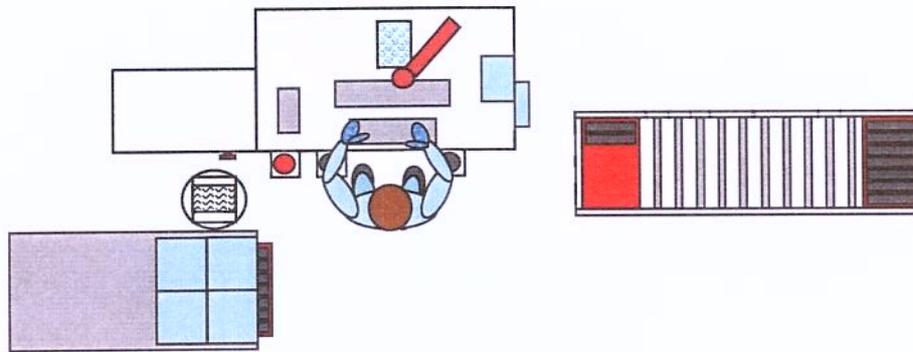


Figura A.6.1 – Montagem do refrigerador de óleo na caixa do radiador 15- Atual

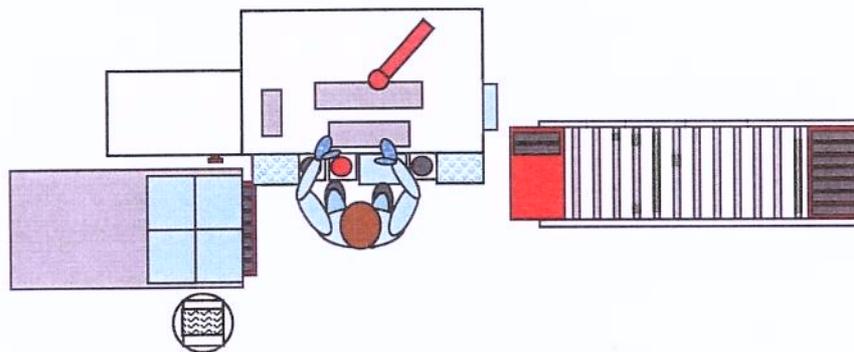


Figura A.6.2 – Montagem do refrigerador de óleo na caixa do radiador 15- Proposto

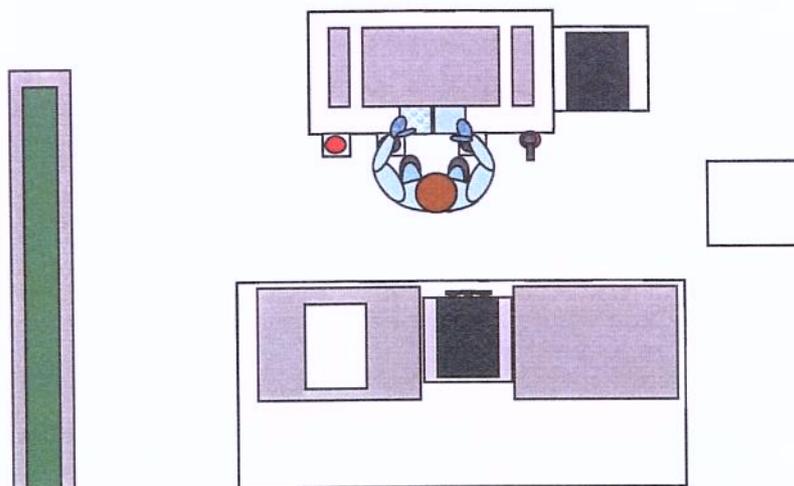


Figura A.7.1 – Montagem do módulo 16- Atual

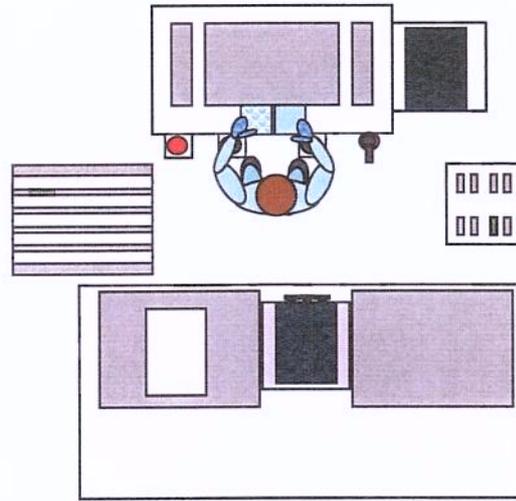


Figura A.7.2 – Montagem do módulo 16- Proposto

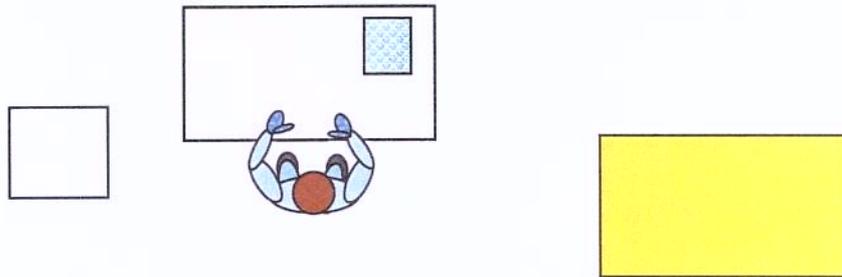


Figura A.8.1 – Embalagem 17- Atual

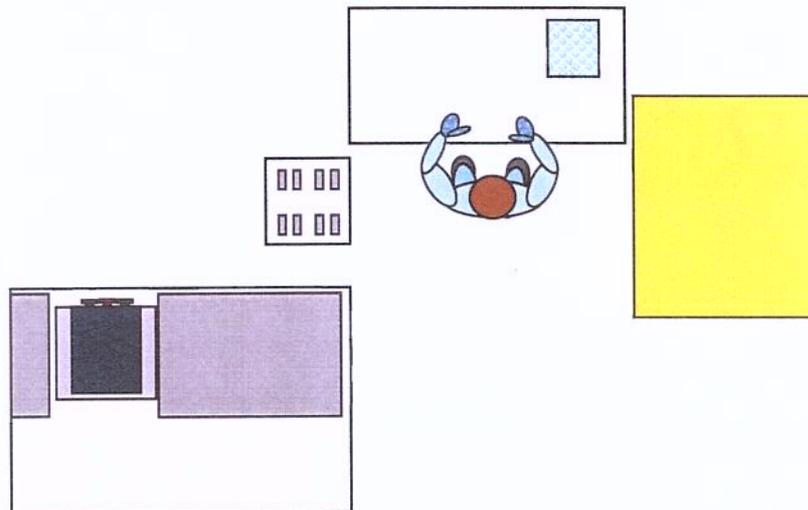


Figura A.16 – Embalagem 17- Proposto