

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**CARLOS ALBERTO MAZZEU**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DAS TÉCNICAS DE**  
**MTM E CRONOMETRAGEM EM UMA LINHA MANUAL**  
**DA INDÚSTRIA TÊXTIL**

**Araraquara - SP**

**2011**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**CARLOS ALBERTO MAZZEU**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DAS TÉCNICAS DE MTM E**  
**CRONOMETRAGEM EM UMA LINHA MANUAL DA INDÚSTRIA**  
**TÊXTIL**

*Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, do Centro Universitário de Araraquara - UNIARA, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção*  
*Orientador: Prof. Dr. Walther Azzolini Junior*

**Araraquara - SP**

**2011**

**Ficha catalográfica preparada pelo Centro Universitário de Araraquara - UNIARA**

Mazzeu, Carlos Alberto

Análise comparativa do uso das Técnicas de MTM e Cronometragem em uma Linha Manual da Indústria Têxtil. / Carlos Alberto Mazzeu – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara-UNIARA, 2011.

153fs.

Dissertação: Mestrado em Engenharia de Produção; área de concentração: Gestão Estratégica e Operação da Produção.

Orientador: Walther Azzolini Junior, Dr.

1. MTM x Cronometragem. 2. Histórico. 3. Metodologia. 4. Aplicação e Comparativo.
  - I. Centro Universitário de Araraquara – UNIARA
  - II. Título.

***Mestre em Engenharia de Produção***  
***no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção***  
***do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA.***

**Araraquara, 10 de agosto, de 2011.**

**Prof. José Luis Garcia Hermosilla, Dr.**

Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Walther Azzolini Junior, Dr.**  
**Orientador**

---

**Prof. José Luís Garcia Hermosilla, Dr.**  
**Membro da Banca Examinadora**

---

**Prof. José Benedito Sacomano, Dr.**  
**Membro da Banca Examinadora**

Este trabalho foi fruto de muito estudo e força de vontade, por isso dedico com muito carinho à minha esposa Silvia e às minhas filhas Karen e Kamila, que sempre me incentivaram, ao meu Amigo e Orientador professor Dr. Walther Azzolini Júnior, e principalmente a DEUS, que iluminou o meu caminho me guiando nessa jornada.

Esta dissertação desenvolvida a partir do objeto de estudo Empresa do setor de Têxtil somente foi possível com a autorização da Diretoria da Empresa e do apoio do Programa Nacional de Pós-Doutorado - **PNPD/2009 Edital MEC/CAPES e MCT/FINEP** de acordo com o escopo do projeto “Tecnologias de Informação para a integração da manufatura, com ênfase à programação da produção”, coordenado pelo Prof. Dr. Walther Azzolini Junior, líder do grupo de pesquisa **TIMPROD – Tecnologias de Informação para a integração da manufatura, com ênfase na programação da produção** com a participação do recém Dr. Fábio Ferraz Junior.

## Resumo

A evolução dos sistemas de gestão que estamos observando nas organizações tem em comum a utilização em larga escala, do estabelecimento de tempo padrão das operações que integram o processo, seja em empresas manufatureiras ou de serviço.

Da mesma forma, a determinação de “Tempo Padrão” dentro da indústria vem se aprimorando em virtude da grande importância deste dado nas mais variadas áreas da empresa. O modo como determinar e registrar estes dados de maneira precisa, rápida, objetiva, transparente e com baixo custo operacional é a busca de todas as organizações. Dentro deste contexto, encontramos várias técnicas que determinam o tempo operacional, com precisão.

O objetivo desta dissertação é, sobretudo, demonstrar a teoria e a aplicação da técnica MTM (*Methods-Time-Measurement*), em comparação com a técnica de “Cronometragem”, utilizando como laboratório uma linha de embalagem de produtos têxteis, com características estritamente manuais, observando os resultados de cada técnica, aderência e aplicabilidade, observando as vantagens e desvantagens de cada uma.

Os resultados obtidos a partir da análise proposta demonstram que para operações com movimentos repetitivos e de curta duração a precisão da técnica MTM é superior a da cronoanálise podendo ser relacionado a esse fato entre outros fatores erros de medição do tempo, falta de experiência do profissional que cronometrou os tempos e a não percepção natural do ser humano quanto da necessidade de observação do micro movimentos quando necessário.

Para tanto, apresentamos o histórico destas técnicas, sua evolução e suas diversas variações e a aplicação das mesmas.

**Palavras-chave:** *Methods-Time-Measurement*, Tempo padrão, Tempo de ciclo.

## ***ABSTRACT***

The organizations management evolution, that we have been observing, has in common, the large scale application, the operations standard time establishment, which integrate the process, whether in manufacturing or services businesses.

Also the standard time determination in the industry has been improving because of the great importance of this data in several areas of the company. The way to determine and record the data accurately, fast, objective, transparent and low operating cost is the search of all. Within this context we find several techniques that determine the operational time, with precision.

The objective of this dissertation is mainly to demonstrate the theory and application of the system MTM (Methods Time Measurement), compared with the technique of timing in a packaging line of textile products, with strictly manual characteristics, observing the results of each technique, compliance and applicability, noting their advantages.

The results obtained from the proposed analysis show that, for operations with repetitive movements and short-term, the precision of the MTM technique is superior to the timekeeping; it may be related to this fact, among others, errors of measurement of time, lack of professional experience of timekeeper, not natural human perception, and the need for observation of micro-movements when necessary.

Therefore we present the history, evolution, the many variations of these techniques and the duly application.

**Key words:** *Methods Time Measurement, Standard Time, Cycle Time.*

## Lista de Figuras

Figura 1.1 – Saldo da Balança Comercial em Milhões de US\$ . . . . .	<u>21</u>
Figura 1.2 – Saldo da Balança Comercial em Bilhões de US\$ . . . . .	<u>21</u>
Figura 2.1- Princípios de Taylor. ....	<u>31</u>
Figura 2.2 - <i>Therbligs</i> elaborados por Gilbreth. ....	<u>38</u>
Figura 4.1 – Folha de Estudo de Fadiga . . . . .	<u>71</u>
Figura 4.2 – Fluxograma explicativo do funcionamento MTM . . . . .	<u>73</u>
Figura 4.3 - Ilustração dos movimentos básicos . . . . .	<u>76</u>
Figura 4.4 - Ilustração da recomposição dos movimentos segundo MTM . . . . .	<u>93</u>
Figura 4.5 - Agrupamento dos movimentos MTM . . . . .	<u>93</u>
Figura 4.6 - Sequência de movimentos . . . . .	<u>94</u>
Figura 4.7 - Nível de Métodos . . . . .	<u>95</u>
Figura 4.8 - Ilustração dos benefícios do MTM . . . . .	<u>98</u>
Figura 5.1 – Fluxograma Explicativo do Funcionamento MTM- <i>Methods-Time Measurement</i> . ....	<u>100</u>
Figura 5.2 – Cronômetro de 3 Ponteiros. ....	<u>101</u>
Figura 5.3 – Descrição de Elemento em Folha de Cronometragem. ....	<u>103</u>
Figura 5.4 – Desenho do Posto de Trabalho Estudado. ....	<u>105</u>
Figura 5.5 – Apontamento de Tomada de Tempo . . . . .	<u>106</u>
Figura 5.6 – Verso da Folha de Cronometragem. ....	<u>109</u>
Figura 5.7 – Demonstrativo, Cálculo na Folha de Cronometragem. ....	<u>110</u>
Figura 5.8 – Cálculo Realizado na Folha de Cronometragem. ....	<u>114</u>
Figura 5.9 – Verso da Folha de Cronometragem Concluída . . . . .	<u>115</u>
Figura 5.10 – Frente da Folha de Cronometragem Concluída . . . . .	<u>118</u>
Figura 5.11- Layout do Posto de Trabalho . . . . .	<u>120</u>
Figura 5.12- Distância dos Materiais no Posto de Trabalho. ....	<u>130</u>
Figura 5.13 - Movimentos simultâneos . . . . .	<u>132</u>
Figura 5.14 - Esquema de tempo do elemento 1 . . . . .	<u>133</u>
Figura 5.15 - Esquema de tempo do elemento 2 . . . . .	<u>134</u>
Figura 5.16 - Folha de análise MTM . . . . .	<u>135</u>
Figura 5.17 - Unidade de medidas MTM. . . . .	<u>137</u>

Figura 5.18 – Verso da Folha de Análise de MTM- <i>Methods-Time Measurement</i> - Análise Final .....	<u>138</u>
Figura 5.19 – Frente da Folha de Análise de MTM- <i>Methods-Time Measurement</i> - Análise Final .....	<u>139</u>
Figura 6.1 – Aspectos Construtivos dos Cabides .....	<u>143</u>
Figura 6.2 - Folha de análise de MTM, Cabide Proposto . . . . .	<u>146</u>
Figura 6.3 - Folha de análise de MTM, Cabide Proposto . . . . .	<u>147</u>

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1. Cronologia das Origens do Pensamento Administrativo.....	<u>27</u>
Tabela 3.1.Cronologia do Desenvolvimento de Tempos Sintéticos.....	<u>50</u>
Tabela 4.1.Comparativo De Produtividade .....	<u>64</u>
Tabela 4.2. Valores do Fator Habilidade.....	<u>65</u>
Tabela 4.3. Valores do Fator Esforço .....	<u>66</u>
Tabela 4.4. Valores do Fator Condições .....	<u>66</u>
Tabela 4.5. Valores do Fator Consistência.....	<u>67</u>
Tabela 4.6 Valores do Alcançar . . . . .	<u>77</u>
Tabela 4.7 Valores do Pegar . . . . .	<u>79</u>
Tabela 4.8 Valores do Mover . . . . .	<u>81</u>
Tabela 4.9 Valores do Posicionar . . . . .	<u>83</u>
Tabela 4.10 Valores do Separar . . . . .	<u>84</u>
Tabela 4.11 Valores do Soltar . . . . .	<u>84</u>
Tabela 4.12 Valores do Premir . . . . .	<u>85</u>
Tabela 4.13 Valores do Girar . . . . .	<u>86</u>
Tabela 4.14 Valores dos Movimentos do Corpo . . . . .	<u>88</u>
Tabela 4.15 Valores da visão . . . . .	<u>88</u>
Tabela 4.16 Unidade de medidas do MTM . . . . .	<u>89</u>
Tabela 4.17 Análise de movimentos simultâneos . . . . .	<u>96</u>
Tabela 4.18 Movimentos Simultâneos . . . . .	<u>97</u>
Tabela 5.1. Tomada de Tempos Iniciais.....	<u>107</u>
Tabela 5.2. Indicadores para Cálculo de Atividade.....	<u>111</u>
Tabela 5.3. Quadro: Demonstrativo de apuração .....	<u>112</u>
Tabela 5.4.Avaliação de Ritmo . . . . .	<u>112</u>
Tabela 5.5. Cálculo de Fadiga Completo .....	<u>117</u>
Tabela 5.6. Valores do Alcançar .....	<u>121</u>
Tabela 5.7. Valores do Pegar.....	<u>122</u>
Tabela 5.8. Valores do Mover .....	<u>123</u>
Tabela 5.9. Valores do Posicionar .....	<u>123</u>
Tabela 5.10.Valores do Separar.....	<u>124</u>
Tabela 5.11. Valores do Soltar .....	<u>124</u>

Tabela 5.12. Valores Aplicar Pressão.....	<u>125</u>
Tabela 6.1. Valores quantitativos apurados na operação.....	<u>141</u>
Tabela 6.2. Informações da Linha Estudada.....	<u>142</u>
Tabela 6.3. Descrição dos movimentos atual e proposto .....	<u>143</u>

## Sumário

1	Contextualização do tema de pesquisa	17
1.1	Introdução	17
1.2	Características macro-econômicas do setor estudado	20
1.3	Definição do problema da pesquisa	22
1.4	Objetivos do trabalho	22
1.5	Justificativas e contribuição da pesquisa	22
1.6	Metodologia	23
1.7	Limitações do trabalho	24
1.8	Organização do trabalho	24
2	Administração Científica, Desenvolvimento do Sistema de Tempos	26
2.1	Sistemas de Tempos	26
2.1.1	Introdução	26
2.1.2	Definições e Conceitos	30
2.1.3	Divisão do Trabalho	32
2.1.4	Estudo do Tempo	33
2.1.5	Observações à Administração Científica	33
2.2	Administração Científica, Estudo dos movimentos	33
2.2.1	Introdução	35
2.2.2	Definições e Conceitos	36
2.2.3	Críticas ao Sistema	40
3	Sistemas de Determinação Temporais	42
3.1	Histórico	42
3.2	Amostragem do Trabalho	42
3.3	Tempo Histórico	45
3.4	Tempos por cronometragem	46
3.5	Tempos Sintéticos ou Predeterminados	48
3.6	Vantagens dos Sistemas de Predeterminados	53
4	Sistema de Cronometragem e MTM	56
4.1	Sistema de cronometragem	56
4.1.1	Unidade de Tempo	57
4.1.2	Tipo de Tomada de Tempo	57
4.1.3	Separação em elementos	59

4.1.4 Tamanho da Amostra	60
4.1.5 Frequência dos Elementos	62
4.1.6 Avaliação de Ritmo	62
4.1.7 Sistemas de Avaliação de Velocidade	63
4.1.8 Sistema <i>Bedaux</i>	63
4.1.9 Sistema de <i>Westinghouse</i>	64
4.1.10 Avaliação Sintética do Ritmo	67
4.1.11 Tolerâncias	68
4.1.12 Tolerâncias Pessoais	68
4.1.13 Tolerância para Espera	69
4.1.14 Tolerância para Fadiga	69
4.2 MTM- <i>Methods-Time Measurement</i>	72
4.2.1 Histórico	72
4.2.2 Conceito	73
4.2.3 Evolução do MTM - <i>Methods-Time Measurement</i>	73
4.2.4 Metodologia MTM - <i>Methods-Time Measurement</i>	75
4.2.5 Classificação dos movimentos	76
4.2.5.1 Alcançar ( <i>Reach</i> )	77
4.2.5.2 Pegar/Agarrar (G - <i>GRASP</i> )	78
4.2.5.3 Mover (M – <i>Move</i> )	80
4.2.5.4 Posicionar (P – <i>Position</i> )	82
4.2.5.5 Desengatar (D – <i>Desengage</i> )	83
4.2.5.6 Liberar Carregar ( <i>Release Load</i> )	84
4.2.5.7 Aplicar Pressão ( <i>Apply Pressure</i> )	85
4.2.5.8 Girar ( <i>Turn</i> )	85
4.2.6 Unidade de Tempo	87
4.2.7 Desenvolvimento dos vários sistemas de análise MTM e suas aplicações	89
4.2.7.1 MTM Básico (BW)	90
4.2.7.2 MTM-BSD ( <i>Büro-SachbearWeiter-Daten</i> ou Dados para Escritório Especialista)	90
4.2.7.3 MTM-UAS ( <i>Universelles Analysien System</i> ou Sistema de Análise Universal)	90
4.2.7.4 MTM-MEK ( <i>MTM für die Einzel und Klein</i>	

<i>Serienfestigung</i> ou MTM para produção individual e em pequenas séries)	90
4.2.7.5 MTM - Controle Visual	91
4.2.7.6 PROKON (MTM para engenharia de produto)	91
4.2.8 Conceitos necessários para aplicação da metodologia MTM	93
4.2.9 Nível de Método	93
4.2.10 Movimentos Limitantes	95
4.2.11 Vantagens e desvantagens do MTM	96
4.2.11.1 Vantagens	96
4.2.11.2 Desvantagens	98
4.2.11.3 Benefícios do MTM	98
5 Estudo de Caso	99
5.1 Descrição da Operação Estudada	99
5.2 Cronometragem	101
5.2.1 Passos Preliminares	101
5.2.2 Unidade de tempo	101
5.2.3 Tipo de Tomada de Tempo	102
5.2.4 Separação em elementos	102
5.2.5 Descrição dos Elementos que compõem a operação de colocar cabide	103
5.2.6 Quantidade de Tomadas de Tempos	105
5.2.7 Cronometragem Inicial	106
5.2.8 Determinação de Parâmetros	107
5.2.9 Cálculo da Quantidade de Tomada de Tempo	107
5.2.10 Tomada de Tempo	108
5.2.11 Determinação do Tempo mediano	110
5.2.12 Determinação da Atividade	110
5.2.13 Frequência	113
5.2.14 Tolerâncias	114
5.2.14.1 Tolerâncias Pessoais	114
5.2.14.2 Tolerância para Atraso	116
5.2.14.3 Tolerância para Fadiga	116
5.2.15 Conclusão	119

5.3 MTM	119
5.3.1 Descrição do Posto de Trabalho	119
5.3.2 Descrição das Tabelas utilizadas	121
5.3.3 Descrição da operação	124
5.3.4 Descrição dos Elementos conforme MTM	125
5.3.5 Movimentos associados	130
5.3.6 Ordenamento dos movimentos	131
5.3.7 Registro do Método	135
5.3.8 Unidade de tempo	136
5.3.9 Análise da Operação	137
6 Avaliação Geral	140
6.1 Apuração dos Resultados	140
6.2 Avaliação Geral	140
6.3 Considerações Gerais	148
Bibliografia	150
Apêndice A	153
Apêndice B	192

# CAPÍTULO 1

## CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA DE PESQUISA

### 1.1 INTRODUÇÃO

Fatos como a globalização, a formação de blocos econômicos, mudanças políticas e sociais, a preocupação com o meio ambiente, a evolução tecnológica dos equipamentos e sistema de gestão, ergonomia e o novo perfil do consumidor, são algumas interferências que as organizações estão sofrendo. Como consequência, estamos observando mudanças no ambiente empresarial com frequência cada vez maior, onde a busca por resultados estão sendo concentradas nos detalhes. Como resultado desta busca, as organizações tem aumentado sua capacidade de adaptação a esta nova realidade, buscando aumentar a competitividade através da melhor aplicação e exploração de ferramentas que possibilitem ganhos reais. Os custos de produção estão subindo, tanto o da mão de obra, reflexo do super aquecimento do mercado de trabalho, quanto o de insumos. Ainda no mercado de trabalho, a dificuldade de contratação também torna mais incerta a capacidade de aumentar a produção e como consequência observamos uma perda considerável na eficiência produtiva.

Inegavelmente, a sociedade atual, caracterizada pela multiplicidade e variedade organizacional, elegeu o trabalho como o espaço de atuação e afirmação do indivíduo. Em decorrência, é no mundo do trabalho onde se configura a arena de concretização das habilidades individuais que, transformadas em produtos e serviços, afetam a sociedade de uma forma geral, tornando o trabalho uma “prerrogativa humana” (SAVIANI 1994).

Inserido a este cenário, observamos uma relação intrínseca que envolve o material humano. O modo como gerenciamos afeta de forma bastante intensa os custos das operações, nem sempre aceitos pelos consumidores que tem aumentado de modo significativo sua exigência com relação ao produto como um todo. A exigência que observamos no mercado pode ser observada também na força de trabalho, montando um cenário complexo, onde a palavra de ordem é a produtividade.

DOGRAMACI (1981) cita estudos em que a produtividade tem importância até no controle de inflação. KENDRICK (1977 apud DOGRAMACI, 1981, pg. 2) explica que um aumento da produtividade resulta em melhor aproveitamento dos recursos por unidade produzida.

Nesta busca por produtividade as empresas têm investido tempo e recursos na investigação de ferramentas que possam trazer aumento da produtividade.

Para DRUCKER (1997), o aumento da produtividade passa pela análise de quatro atividades conforme, a saber:

- i. **Análise:** Conhecer as operações específicas para o trabalho, suas sequências e seus requisitos.
- ii. **Síntese:** As operações individuais devem ser agrupadas em um processo de produção.
- iii. **Controle:** Controle da direção, da qualidade, da quantidade, dos padrões e das exceções.
- iv. **Ferramentas:** Devem ser providenciadas ferramentas apropriadas para a execução do trabalho.

Uma empresa que tenha bom conhecimento dos processos internos, dos recursos humanos, do potencial de crescimento ou de falhas internas, entre outros, já tem argumentos para uma boa tomada de decisões, transformando isto em vantagem competitiva, apresentando assim processos mais precisos e ajustados.

DRUCKER (1997) comenta que “gerentes eficazes... não começam pelas suas tarefas, começam pelo seu tempo. E não iniciam com planejamento, iniciam onde seu tempo é realmente empregado. Depois tentam controlar o tempo e cortar demandas improdutivas desse tempo.”

Isto, adicionado a capacidade de gerenciar bem não só o tempo pessoal, mas de toda organização é um desafio para muitos gerentes de produção, que devem ajustar ritmos, métodos e tempos para a melhoria da performance em busca dos resultados necessários. Devem conhecer o tempo das operações e do processo para assim planejar, controlar e dispor do tempo necessário onde realmente considera mais relevante, atribuindo valor ao bem ou serviço.

Desta forma encontramos nas técnicas de análise e determinação de tempo, uma ferramenta capaz de realizar as análises necessárias para redução de tempos das atividades, melhorando a produtividade das empresas. Dentre as técnicas existentes na literatura, este trabalho visa utilizar duas delas, a cronometragem e a análise de MTM, em uma operação manual realizada em uma linha de embalagem da indústria têxtil.

Os primeiros estudos sobre tempos e métodos surgiram com Frederic W. Taylor e seus seguidores e atualmente começam a ser redescobertos com uma nova abordagem. Esta busca por ferramentas temporais nos levou a estudar a aplicação de várias técnicas de apuração de tempo, onde observamos que a determinação através de utilização de tempos pré-determinados ou sintéticos, mais especificamente o MTM (*Methods-Time Measurement*), acabou se mostrando muito eficaz.

Segundo MAYNARD (1970), “*Methods-time measurement* 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”.

A técnica MTM vem sendo utilizado principalmente para análise e otimização de processos, desde o final da década de 40, tendo como principal vantagem a utilização de tempos pré-determinados através da análise dos movimentos, fornecendo assim uma análise detalhada da operação e seus elementos e observar as possibilidades de melhoria e elaboração do treinamento e método de trabalho.

Segundo ALMEIDA (2008), “nas décadas de 70 e 80, o Brasil mantinha seu mercado interno fechado, onde os custos eram absorvidos pela inflação. Com isso, os tempos deixaram de ser importantes e os antigos tempos registrados pelas empresas deixaram de ser atualizados. Nos anos 80 e 90, PRIEMER (2002) destaca a forte influência dos métodos de produção japonesa, porém, sem base na economia de tempo. Ainda na década de 90, com a abertura de mercado, e a introdução de sistemas de qualidade, as empresas começaram a sofrer fortes pressões devido à comparação com o mercado externo. PREMIER (2002), vê com isto um elevado potencial de aplicação do MTM no Brasil.”

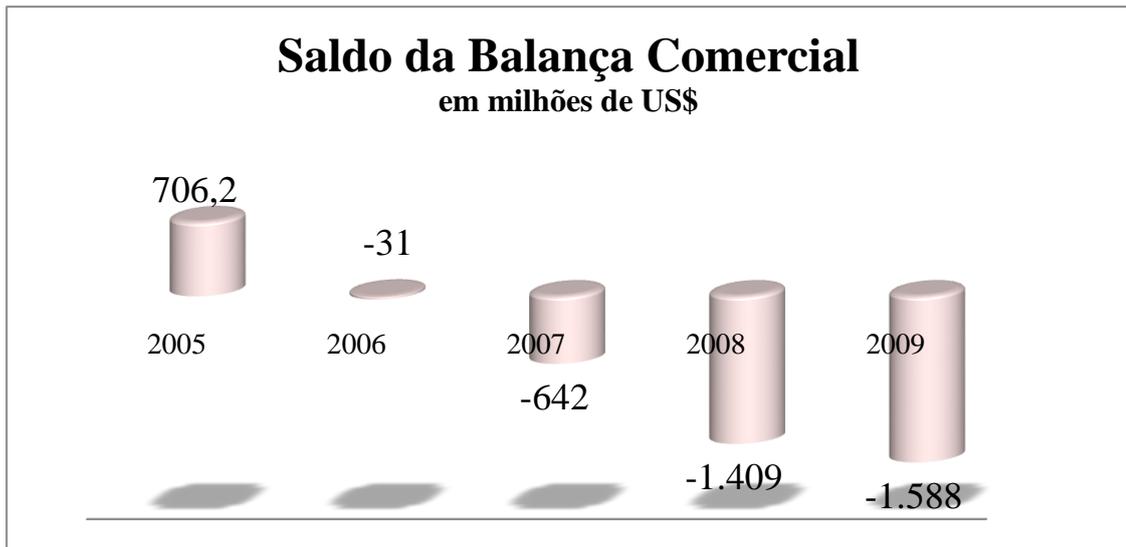
## 1.2 CARACTERÍSTICAS MACRO-ECONÔMICAS DO SETOR ESTUDADO

A indústria têxtil foi um dos primeiros setores a se instalar no Brasil, porém somente após 1844 apresentou crescimento significativo, consolidando-se como um dos mais importantes setores após a década de 70.

Conforme anuário da indústria têxtil brasileira (2010), este segmento representa 17,3 % do emprego total da indústria de transformação, sendo o maior empregador de mão de obra feminina, representando ainda 5,5 % do valor da produção total da indústria de transformação. Com estes dados, o Brasil ocupa a sexta posição no ranking da indústria têxtil mundial e a sexta no segmento de vestuário em toneladas produzidas. Como mercado internacional, o Brasil ocupa a trigésima primeira posição no *ranking* dos países exportadores em valores e o trigésimo oitavo em exportações. Longe das possibilidades de exportação como mostra os dados o país se volta para o mercado interno.

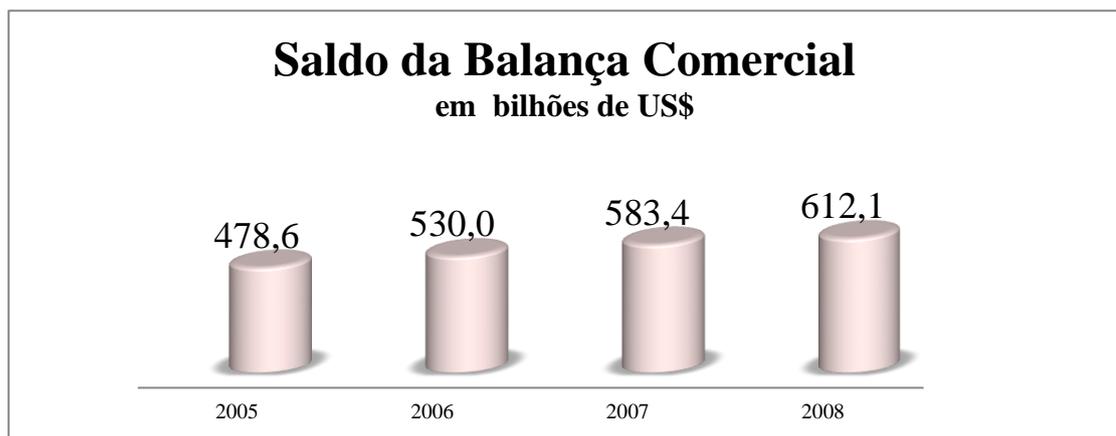
Contudo, o setor é marcado profundamente pelas ações de importação de produtos, em especial os asiáticos, tendo como aspecto primordial alavancar sua produtividade de modo a competir com o mundo. No mercado de meias, onde foi concebido este trabalho, observamos uma diminuição no número de empresas ao longo dos anos, das 1.081 empresas catalogadas em 2005, observamos que em 2009 este número diminuiu para 1.043 empresas. Número este que se reflete também na aquisição de máquinas, podendo ser observado um recuo de 21,5 % na paridade entre 2008 e 2009 com redução dos investimentos, uma vez que os valores investidos em 2009 foi 17,6% menor que os investimentos realizados em 2008. Outro dado que demonstra a falta de competitividade da indústria nacional no mercado global, é a análise da balança comercial, que registra déficit em dólar nos últimos 4 anos, conforme levantamento do IEMI (Instituto de Estatística e *Marketing* Industrial), em seu último anuário divulgado. Conforme é demonstrado no gráfico da Figura 1.1 da Balança Comercial.

A China e *Hong Kong* juntos respondem por 36,9% das exportações mundiais de produtos têxteis e vestuário. O comércio internacional vem mostrando sua força, traduzidos em números cada vez maiores, conforme apontado no gráfico da Figura 1.2.



**Figura 1.1 – Saldo da Balança Comercial em Milhões de US\$**

**Fonte: IEMI (Instituto de Estatística e *Marketing Industrial*)**



**Figura 1.2 – Saldo da Balança Comercial em Bilhões de US\$**

**Fonte: IEMI (Instituto de Estatística e *Marketing Industrial*)**

Para enfrentar neste mercado, as empresa repetidamente têm que avaliar suas habilidades e competências assim como sua estrutura organizacional, identificando as ameaças e oportunidades, suas forças e suas fraquezas, traduzindo para a concepção de um plano estratégico.

De acordo com os pensamentos de Sun Tzu, “a descoberta dos pontos fortes e fracos permite que o exército caia sobre seu inimigo como uma pedra sobre ovos”.

### **1.3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA**

Considerando a importância da produtividade, o presente trabalho visa aplicar em uma operação manual realizada em uma linha de embalagem de meias, as técnicas de “Cronometragem e MTM”, buscando identificar as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

### **1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO**

#### **OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é analisar a aplicação das técnicas de “Cronometragem e MTM” em uma operação manual existente em uma linha de embalagem manual de meias, utilizando para isto, a técnica de Cronometragem direta e do MTM Básico, por meio de estudo de caso, observando as vantagens de cada técnica. Desta forma, este trabalho busca avaliar a aplicação qualitativamente.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- i. Analisar a aplicação da técnica “MTM” em uma operação manual específica.
- ii. Analisar a aplicação da técnica de “Cronometragem” em uma operação manual específica.
- iii. Analisar as duas técnicas através de comparação dos métodos e avaliar os resultados apurados.

### **1.5 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA**

A importância e justificativa do tema parte da carência das empresas em aplicar técnicas adequadas de medição do tempo e adequação dos roteiros de fabricação à execução de acordo com as particularidades do processo de fabricação.

Como alternativa de técnica de medição do tempo e adequação dos roteiros de fabricação à execução, a partir de instruções e procedimentos sistematizados de trabalho, o MTM é um instrumento para descrever, estruturar, configurar e planejar sistemas de trabalho por meio de módulos definidos de processo, sendo, portanto, um padrão eficiente de sistemas de produção.

Desse modo podemos encontrar aplicações da técnica MTM não só nas áreas de produção, logística e manutenção, mas também na administração ou no setor de prestação de

serviços. O MTM é hoje o método de determinação de tempo pré-determinado mais difundido mundialmente, tendo aplicações na mais variados segmentos. Compreender esta técnica e identificar o seu fundamento pode oferecer uma base de informações para novas pesquisas sobre o tema.

Quanto à aplicação da cronometragem, não há dúvida que se trata também de uma técnica bastante difundido nas empresas, porém sempre muito questionado sobre as vantagens e desvantagens em relação a outras técnicas, em especial a técnica MTM, embora, segundo PRIEMER (2002), “gerentes brasileiros comentaram em uma pesquisa de opinião sobre o MTM, que o método é desatualizado e que não é adequado à produção”.

A partir do exposto, comparar os fundamentos e aplicações dessas técnicas pode trazer melhor compreensão sobre o assunto.

## 1.6 METODOLOGIA

SILVA E MENEZES (2005) descrevem vários formatos de classificação de pesquisas:

- a) Classificação do ponto de vista da natureza: pesquisa básica e pesquisa aplicada.
- b) Classificação do ponto de vista da forma de abordagem do problema: pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa.
- c) Classificação do ponto de vista de seus objetivos: pesquisa exploratória, pesquisa descritiva e pesquisa explicativa.
- d) Classificação do ponto de vista de seus procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa *expost-facto*, pesquisa ação e pesquisa participante.

Dentro deste cenário desenhado por SILVA E MENEZES (2005), este trabalho enquadra-se como sendo:

- Pesquisa aplicada; no sentido de comparar duas técnicas diferentes para determinação de tempo, em uma operação existente no fluxo de produção de confecção de meias *socks*. A comparação das técnicas em si, aplicando ambas de forma prática e objetiva, configura uma pesquisa aplicada.

- Pesquisa qualitativa; já que este trabalho visa comprovar as vantagens e desvantagens mencionadas nas bibliografias referente as duas técnicas aplicadas na prática.
- Estudo de caso uma vez que toda parte qualitativa foi avaliada durante a aplicação das duas técnicas na prática, utilizando como cenário a linha de produção da empresa estudada. A aplicação ocorrendo dentro de um ambiente fabril.

## **1.7 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Como todo trabalho de pesquisa, este trabalho apresenta algumas limitações:

- Escassez de literatura referente à técnica MTM, sobretudo com abordagens sobre a aplicação das Tabelas de tempo e informações mais precisas a respeito das classes dos movimentos, já que neste trabalho foi utilizado o MTM Básico.
- Toda parte aplicada do trabalho teve como cenário apenas uma única operação, tendo como análise apenas um único operador.
- Os estudos foram dirigidos para operações “físicas”, não sendo escopo deste trabalho operações ou elementos que envolvam decisões mentais ou organizacionais existentes no fluxo produtivo.

## **1.8 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Este trabalho está desenvolvido e estruturado em capítulos, buscando a cronologia dos diversos assuntos necessários a avaliação das técnicas estudadas. Esta forma cronológica foi mantida na composição dos capítulos.

### **Capítulo 2**

#### **Administração Científica, desenvolvimento do sistema de tempo**

Neste capítulo é apresentado brevemente à cronologia da origem do pensamento administrativo, os estudos de Frederic W. Taylor e seus seguidores, Frank e Lillian Gilbreth, bases das técnicas de tempos cronometrados e pré-determinados.

### **Capítulo 3**

#### **Sistemas de Determinação Temporal.**

Neste capítulo são apresentadas brevemente as técnicas mais utilizadas para a determinação de tempos, suas vantagens e desvantagem de aplicação.

### **Capítulo 4**

#### **Sistemas de Cronometragem e MTM.**

Neste capítulo serão apresentados detalhadamente os passos para a realização de uma cronometragem e de MTM, suas dificuldades e cuidados que devem ser tomados na execução deste tipo de estudo.

### **Capítulo 5**

#### **Estudo de Caso – Aplicação da Cronometragem e MTM na operação.**

Neste capítulo, é demonstrada a aplicação prática do estudo de tempo realizado com a técnica de Cronometragem e MTM, assim com os resultados obtidos na operação estudada.

### **Capítulo 6**

#### **Avaliação Geral**

Neste capítulo será apresentada uma avaliação geral do trabalho realizado e a conclusão.

### **Apêndice A**

Material de apoio a respeito das técnicas de cronometragem MTM

### **Apêndice B**

Utilização de software Arena na análise e determinação de tempo

## CAPÍTULO 2

# ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA, DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE TEMPO

### 2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE TEMPO

Este capítulo tem como objetivo descrever resumidamente a história da administração científica, seus principais personagens e feitos. Este período foi onde se fundamentou os estudos de Tempos e Métodos, base deste trabalho.

#### 2.1 INTRODUÇÃO

Historicamente a primeira contribuição mais determinante que ajudou o tempo a se tornar um controlador do Homem moderno foi à invenção do relógio de pêndulo, criado em 1566, com a possibilidade de marcar minutos. Como reparou o historiador Helmut Kahlert em uma revista não acadêmica de circulação nacional, “o relógio antes tão útil como o chafariz, foi se aproximando dos seres humanos: da torre da igreja para a sala das casas, passando pelo bolso até chegar ao pulso”. Desta forma, a revolução industrial tomou carona, e transformou o tempo em elemento essencial, que necessariamente precisava ser mensurado, conferido e controlado.

Lidar com o tempo atualmente é manusear algo perecível, intransferível e escasso em qualquer extensão do trabalho, o que inclui as atividades e os processos realizados. Cientificamente a duração de um segundo não vale mais a 60ª parte do minuto, internacionalmente o segundo tem a duração de 9.192.631.770 ciclos de radiação de uma transição eletrônica no átomo de césio-133 à  $-273,15\text{ C}^{\circ}$ , ou seja, a ciência busca um parâmetro de medida de um único segundo com uma maior precisão.

Contudo, verificamos uma grande corrente de pensadores que evoluíram a partir de conceitos e análises detalhadas nas fábricas na busca de maior produtividade, enfatizando o trabalho e os elementos que influenciam na quantidade e qualidade. Na Tabela 2.1, é descrito a cronologia desses pensadores segundo LODI (1976), em sua obra “**História da Administração**”.

**Tabela 2.1 Cronologia das Origens do Pensamento Administrativo.**

<b>Ano</b>	<b>Autor</b>	<b>Contribuição</b>
1776	Adam Smith	Aplicação do princípio de especialização aos operários; controle; remuneração.
1800	James Watt Mathew Boulton	Padronização de procedimentos operativos. Especificações. Métodos de trabalho. Planejamento. Incentivos de remuneração. Tempos padrão. Festas de Natal. Seguro de vida em grupo para operários. Uso da auditoria.
1810	Robert Owen	Necessidade de práticas de administração de pessoal. Treinamento de operários. Grupos de casas operárias, higienicamente construídas.
1820	James Mill	Análise dos movimentos Humanos.
1832	Charles Babbage	Ênfase no método científico. Especialização das tarefas. Divisão do Trabalho. Estudo de tempos e movimentos . Contabilidade de custos. Efeito das diversas cores sobre a fadiga e a eficiência do operário.
1835	Marshall Laughlin e outros	Reconhecimento e discussão da importância das funções administrativas nas empresas.
1850	Mill e outros	Amplitude de controle. Unidade de comando. Controle da mão de obra e materiais. Especialização e divisão do trabalho. Incentivo salarial.
1855	Henry Poor	Princípios de organização, comunicação e informação aplicada à ferrovia.
1856	Daniel McCallum	Uso de organograma para determinar e mostrar a estrutura administrativa. Administração sistemática da ferrovia.
1871	W.S.Jevons	Estudos de movimentos. Estudo do efeito de diferentes ferramentas usadas pelos operários. Estudo da fadiga.
1881	Joseph Wharton	Estabeleceu o primeiro curso colegial para estudo da administração.
1886	Henry Metcalfe Henry Towne	A arte e a Ciência da administração. Filosofia administrativa. A ciência da administração.
1891	Frederick Halsey	Plano estruturado de prêmio no pagamento de salários
1900	Frederick W. Taylor	Administração Científica.

**Fonte: LODI (1976).**

Para qualquer trabalho, que tenha como objetivo estudar, avaliar ou debater qualquer sistema de mensuração de tempo, tem que necessariamente passar pela obra de Frederick W. Taylor (1856-1915), pois é considerado um dos principais autores da administração científica e responsável pela evolução dos pensamentos administrativos envolvendo a padronização dos processos, cronometragem dos tempos de processo e a cronoanálise das medições.

DRUCKER (1997), considerado o “Pai da Administração Moderna”, fez duas considerações importantes sob Taylor: primeiro afirma que a Administração Científica talvez tenha sido uma das contribuições mais relevante e duradoura que os Estados Unidos puderam contribuir para com o pensamento ocidental a respeito dos processos industriais. Segundo, Drucker, diverge de vários autores, quando coloca Frederic W. Taylor, “Pai da Administração Científica”, em uma grande dimensão histórica.

Nascido de uma família de classe média, seu desejo era estudar direito em Harvard, porém com problemas de visão este sonho foi alterado, tendo, aos 18 anos, iniciado sua vida profissional como aprendiz de oficina mecânica na Siderúrgica *Midvale Steel Co.* Com sua visão recuperada, em apenas 6 anos passou a ser o engenheiro chefe, mesmo sem ter ainda terminado seu curso de engenharia, que cursava no período noturno, obtendo o título de engenheiro mecânico em 1883. Sua vida foi repleta de inventos, tendo registrado mais de 50 patentes. Um dos mais importantes foi o desenvolvimento de um método de cortar aço, que permitia que as ferramentas de corte durassem 3 vezes mais.

Em 1898, na *Bethlehem Steel*, Taylor deu início a uma série de procedimentos bem sucedidos de adequação da quantidade de empregados na produção da empresa, antes da sua intervenção em torno de 400 a 600 funcionários, que trabalhavam utilizando uma pá, no manuseio de carvão e minério. Através do desenvolvimento de métodos, de ferramentas, de estabelecimento de características dos operários e aplicação de salário de incentivo, e 3 anos de racionalização do trabalho, Taylor alcançou um resultado surpreendente para a época, um homem realizando o trabalho de quatro, isto é, 140 passaram a fazer o trabalho de 600, reduzindo assim o custo de manipulação do material.

Em 1893, publicou um Estudo do uso de Correias, em 1895 publicou um trabalho sistemático de um Sistema de Gratificação, em 1903 publicou o livro *Shop Management*, em 1906 o livro *The Art of Cutting Metals* e em 1911 publicou sua obra mais famosa, Princípio da Administração Científica, ano que também foi eleito presidente da Associação Norte-Americana de Engenheiros Mecânicos.

Sua atitude crítica e sua constante investigação das causas dos problemas de produção proporcionaram-lhe um lugar privilegiado, que o mantém como precursor da ciência da direção dos processos sendo ao mesmo tempo o responsável pela aplicação da ciência a essa fase da produção no início do século passado que afetou intimamente as condições e o padrão do trabalho (BARNES, 1977).

Segundo LODI (1976), em seu livro **História da Administração**, “Com todas as suas estranhas suposições, falsas premissas e exagerada simplificação, a obra de Taylor deixou influências profundas, principalmente no grupo de estudiosos que o seguia”. Os principais seguidores de Taylor foram: Frank e Lillian Gilbreth, Henry Gantt, Hugo Munsterberg, Harrington Emerson, entre outros.

### **Gantt**

Gantt era tido como um humanista que pensava ser possível a cooperação entre patrões e empregados. Em 1903 publicou seu mais importante trabalho, intitulado “*A graphical daily balance in manufacturing*” (Controle gráfico diário de produção), método de acompanhamento dos fluxos de produção, planejamento e controle, que conhecemos na atualidade como gráfico de Gantt. Foi também um dos criadores do treinamento profissionalizante, além de registrar várias patentes. (LODI 1976).

### **Mustreberg**

Mustreberg é considerado o criador da psicologia industrial. Seu trabalho tinha como objetivo identificar candidatos mais adaptados a cada tarefa, utilizando para isto, testes de seleção. (LODI 1976).

### **Harrington Emerson**

Emerson, apesar de pouco conhecido, foi muito importante para o movimento Científico. Ele seguia uma linha diferente de Taylor, “no fato de não concentrar a atenção na medida do trabalho a nível de fábrica e nos incentivos financeiros, mas em olhar para a organização como um todo e desenvolver princípios gerais de eficiência para a organização como um todo”. Desenvolveu 12 princípios para atingir a eficiência. (LODI 1976).

## Gilbreth

Gilbreth partilhou dos conceitos de Taylor e evoluiu no sentido de dividir o trabalho em movimentos fundamentais, buscando a padronização e a mensuração de cada movimento.

## 2.2 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Como Administração Científica entende-se o conjunto dos primeiros esforços para se elaborar uma “Ciência da Administração”. Com a Administração Científica, a improvisação deveria ceder lugar ao planejamento e o empirismo à ciência. Neste contexto, Taylor teve um papel de destaque por ter sido pioneiro na realização de um trabalho extremamente metódico.

Ao lançar o livro **Princípios da Administração Científica** em 1911, Taylor defendia que a aplicação de seus princípios tinha que ser seguida por uma estruturação das empresas, buscando sustentação para a racionalização do trabalho, que era composta de 75% de análise e 25 % de bom senso, trocando assim o método empírico por uma metodologia mais científica.

O modelo de Administração Científica foi dividido em 3 fases distintas, caracterizada pontualmente na busca específica por determinado objetivo, utilizando para isto, ferramentas e trabalhos aplicados desenvolvidos na época.

### **1ª Fase:**

Taylor acreditava que com o uso de cronometragem, poderia criar operações mais eficientes, pouparia mais tempo e assim subiria a produção e o lucro da empresa. Com a definição de tempo-padrão e a administração das tarefas, foi possível elaborar uma sistemática que possibilitava aos operários participarem dos lucros, ganharem bônus da empresa e aumento de salário.

A escolha do funcionário com biótipo mais adequado para cada tarefa possibilitava que a administração controlasse a produção, dispondo do trabalho padronizado, que era essencial para a eficiência.

### **2ª Fase:**

A segunda fase foi marcada pela participação da administração na tarefa realizada, iniciando por selecionar, treinar e qualificar os operários, formalizando um relacionamento mais harmonioso entre as diferentes esferas da empresa.

Deveria haver uma relação mais informal entre trabalhador e patrão para garantir um ambiente mais cordial e favorável à aplicação desses princípios, produzindo ciclos de qualidade.

Taylor também tratou de outro aspecto, como padronização de ferramentas e equipamentos, tarefas e programação de operações e estudo dos movimentos. Isso tudo para economizar tempo, obtendo o aumento da produção e dos lucros na empresa.

### 3ª Fase:

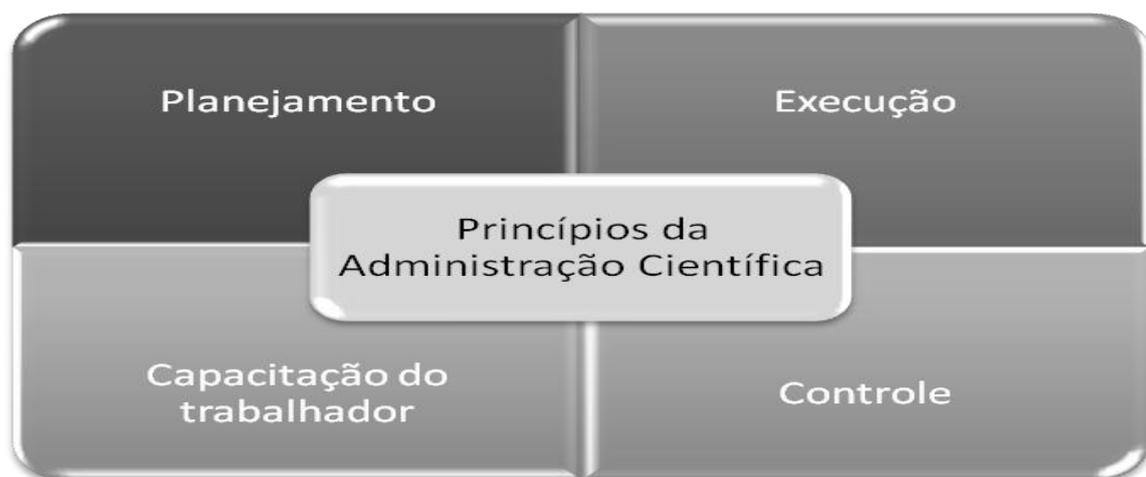
Nesta fase Taylor sintetiza os objetivos da administração científica: desenvolver uma ciência para substituir o velho método empírico; selecionar o trabalhador e treiná-lo e instruí-lo, já que no passado eles escolhiam o próprio trabalho; cooperar com os trabalhadores, para que o trabalho seja feito de acordo com a ciência desenvolvida. Nesta última fase, a principal mudança foi à criação de um departamento de planejamento capaz de utilizar ferramentas como Estudo de Tempos, Cartões de Instruções, Salário por Desempenho, Cálculo de Custos e etc.

A administração científica foi tida como uma revolução mental e uma maneira das pessoas encararem o trabalho de uma forma mais cordial, onde a produtividade é gerada através da eficiência e não da escravização do trabalhador.

Para DRUCKER (1991, p.689), “a essência do taylorismo é o estudo organizado do trabalho, análise do trabalho desmembrado em tarefa e o sistemático aperfeiçoamento do trabalhador recompensando sua produtividade. Tudo visando resultados mais elevados em níveis-de-produção-por-trabalhador”.

Taylor queria produzir uma transformação mental nos operários e nos gerentes, mediante a criação de delineamentos claros para melhorar a eficiência da produção.

Definiu então quatro princípios apresentados na Figura 2.1.



**Figura 2.1- Princípios de Taylor.**

**Fonte: CHIAVENATO (1987).**

Planejamento: substituir a improvisação e atuação empírica-prática, pelos métodos baseados em procedimentos científicos através do planejamento.

Capacitação do trabalhador: selecionar os trabalhadores de acordo com suas aptidões e prepará-los para produzirem mais e melhor, de acordo com o método planejado.

Controle: controlar o trabalho para se certificar de que está sendo executado de acordo com as normas estabelecidas e segundo o plano previsto.

Execução: distribuir distintamente as atribuições e as responsabilidades para que a execução seja bem mais disciplinada. (CHIAVENATO, 1987).

Os princípios básicos da Administração Científica podem ser descritos como:

- Primeiro Princípio: desenvolver para cada elemento de trabalho individual uma ciência que substitua os métodos empíricos do trabalho. Ressalta-se aqui a necessidade da redução do saber do operário do complexo a elementos simples, bem como estudar os tempos de cada trabalho decomposto, introduzindo assim o “cronômetro” nas oficinas.
- Segundo Princípio: selecionar cientificamente, depois treinar, ensinar e aperfeiçoar o trabalhador.
- Terceiro Princípio: cooperar cordialmente com os trabalhadores para articular todo trabalho com os princípios da ciência que foi desenvolvida.
- Quarto Princípio: manter a divisão equitativa do trabalho e das responsabilidades entre a direção e o operário.

### 2.3 Divisão do Trabalho

Para nosso estudo, a Divisão do Trabalho é fundamental para a análise e estudo das tarefas relacionadas ao processo produtivo. Somente com a divisão foi possível registrar métodos específicos e eliminar tempos desnecessários à realização das tarefas.

Frederic W. Taylor propôs a divisão do trabalho em elementos, a base para seus estudos de tempo e movimento, identificado como *motion – time – study*.

Conforme CHIAVENATO (1987), Taylor observou que através da análise do trabalho, isto é, da divisão e subdivisão de todos os movimentos necessários à execução de cada operação, pode trazer economia de movimentos.

## 2.4 Estudo do Tempo

A decomposição das operações possibilita eliminar movimentos inúteis e ainda simplificar, racionalizar ou unir os movimentos úteis proporcionando economia de tempo e esforço do operário. A partir disso, determina-se o tempo médio para execução das tarefas mediante o uso de um cronômetro. MEYERS (1999) diz que Taylor foi a primeira pessoa a usar o cronômetro para estudar o trabalho e, portanto é chamado “Pai do Estudo do Tempo”.

Taylor publicou diversos livros. Entre eles, os mais conhecidos são: *Shop Management* ou **Administração de Oficinas** ou fábricas em 1903 e **Princípios da Administração Científica** em 1911, como citado anteriormente. No primeiro livro, Taylor preocupa-se exclusivamente com as técnicas de racionalização do trabalho do operário. Taylor estabelece os princípios do que ele denomina Administração Científica. Os seus princípios são apresentados a seguir, segundo CHIAVENATO (1987):

- Princípio de planejamento: substituir no trabalho o critério individual do operário, a improvisação e a atuação empírico-prática, pelos métodos baseado em procedimentos científicos. Substituir a improvisação pela ciência, através do planejamento do método.
- Princípio de preparo: selecionar cientificamente os trabalhadores de acordo com suas aptidões e prepará-los para produzirem mais e melhor, de acordo com o método planejado. Além do preparo da mão de obra, preparar também as máquinas e equipamentos de produção, bem como o arranjo físico e a disposição racional das ferramentas e materiais.
- Princípio do controle: controlar o trabalho, verificando se está sendo executado de acordo com as normas estabelecidas e segundo o plano previsto. A gerência deve cooperar com os trabalhadores, para que a execução seja a melhor possível.
- Princípio da execução: atribuir os trabalhos e as responsabilidades para que a execução seja bem mais disciplinada, produtiva e previsível.

## 2.5 Observações quanto à Administração Científica

Com o objetivo claro de passar o controle das operações para a administração, os estudos de Taylor e seus colaboradores, foram muito criticados ao longo da história. Muitas vezes, Taylor foi solicitado a prestar esclarecimentos a respeito de seus métodos de racionalização do trabalho.

Taylor em **Princípios da Administração Científica** (1911) indica os problemas decorrentes do uso inadequado de seus princípios, conforme concebidos inicialmente:

Segundo SUGAI, em sua tese de mestrado (2003, p.12):

O estudo minucioso do tempo, por exemplo, é um instrumento poderoso, e pode ser usado, de um lado, para promover a harmonia entre os trabalhadores e a direção, instruindo, treinando e dirigindo o operário dentro de novos e melhores métodos de realizar o trabalho e, de outro, para levá-lo a produzir mais no trabalho diário, com mais ou menos o mesmo salário que ele recebia anteriormente, infelizmente, os diretores encarregados deste trabalho não registraram o tempo, nem se esforçaram em treinar os chefes funcionais ou instrutores que seriam adaptados gradualmente para dirigir e educar os trabalhadores. Tentaram, com capatazes do velho tipo, a nova arma – o estudo minucioso do tempo – para forçar o operário, contra os próprios desejos e sem aumento de salário, a trabalhar muito mais, em vez de gradualmente ensinar-lhe os novos métodos e orientá-lo na sua aplicação, convencendo-o com lições objetivas de que a administração por tarefa significa trabalho mais árduo, porém proporciona maior prosperidade. O resultado do desprezo aos princípios fundamentais foi uma série de greves seguida do insucesso daqueles que pretenderam fazer a mudança, e o retorno de todo o estabelecimento a condições piores do que as existentes antes da tentativa. (TAYLOR, 1980, p.121)

Segundo SUGAI, em sua tese de mestrado (2003, p.13):

Essa consideração vai de encontro com o trabalho de AITKEN (1960) com o qual se nota que a introdução do sistema de Taylor de gerenciamento no Watertown Arsenal não foi apenas uma inovação tecnológica. Foi também uma mudança social de alta complexidade, envolvendo padrões de comportamento estabelecidos, criando novos sistemas de autoridade e controle e também novas fontes de insegurança, ansiedade e ressentimento.

A discussão feita por AITKEN (1960) sobre os critérios quantitativos para medir o trabalho e sobre o que seria o ritmo apropriado de trabalho é ilustrativo. O conflito no *Watertown Arsenal* se dá em torno do fato que os operários vão realizar medições alternativas cujos resultados se diferenciam dos obtidos pelos consultores. O que inicialmente era um conflito de chão de fábrica, entre operadores e cronoanalistas, envolveu a gerência quando um abaixo-assinado dos operadores acusava o método de Taylor de “não-americano” e pedia que tal método deixasse de ser aplicado. O desenrolar dos fatos conduz a uma série de acusações contra os operários por parte dos oficiais do Exército que são gerentes da fábrica e acusações contra os oficiais por parte de Barth, um dos colaboradores de Taylor (AITKEN, 1960).

## 2.2 ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA, ESTUDO DOS MOVIMENTOS

### 2.2.1 Introdução

Dividir operações em elementos, buscando melhor análise conforme prevê a metodologia de cronometragem, traz grandes vantagens quanto maior for seu nível de detalhamento. Taylor definiu que para estabelecer um tempo padrão normal, era necessário subdividir a operação em elementos, descrevê-los e medi-los com a utilização de cronômetros. Neste sentido, o “Estudo dos Movimentos”, desenvolvido por Frank e Lilian Gilbreth torna-se de grande importância no desenvolvimento de técnica de estabelecimento de tempos com base em movimentos padronizados. Frank e Lilian responsáveis pela criação dos movimentos fundamentais, chamados de *Therbligs*, ficaram conhecidos como os pais do estudo do movimento. Neste estudo, Gilbreth através da utilização de câmaras cinematográficas, subdividiu os elementos das operações em movimentos básicos fundamentais, necessários para a execução de qualquer operação.

Frank Gilbreth (1868-1924) nasceu em Maine, de uma família de fazendeiros da Nova Inglaterra. Com a morte de seu pai, começou a trabalhar muito cedo, conciliando o trabalho com os estudos. Iniciou sua vida profissional como aprendiz de pedreiro aos 17 anos, recebendo sucessivas promoções ao longo de 10 anos, chegando a superintendente-chefe da companhia construtora. Este foi seu laboratório, onde com forte inclinação mecânica, sempre se mostrou interessado em redução de custos, em especial pela mão de obra, iniciou estudos dos movimentos em operações que envolviam a construção civil, tendo inventado dispositivos como andaimes móveis, misturadores de concreto, correias transportadoras, barras de reforço, tudo com o objetivo de evitar o desperdício de movimento.

Na segunda fase de sua vida, em 1895, Gilberth tornou-se empresário do ramo da construção civil com mais liberdade para pesquisa e com seus conhecimentos publicou seu primeiro livro em 1908, com o título *Fild System*, posteriormente *Concrete System* (1908) e *Bricklaying System* (1909), todos voltados ao seu modo de organização do trabalho, que resultou no convite para participar como membro da Associação dos Engenheiros Mecânicos, onde conheceu Taylor e Gantt entre outros. Em 1911 publicou o **Estudo dos Movimentos**, e passou a atuar apenas como consultor com muito sucesso.

Lilian Gilbreth era doutoranda em psicologia e tinha uma verdadeira preocupação com o fator humano na produção. A formação em psicologia de Lilian manteve Frank longe da desumanização do trabalho e o fez consciente do fator humano. O casal Gilbreth acompanhou Taylor no seu interesse pelo esforço humano como meio de aumentar a produtividade. Aplicaram inicialmente os métodos de Taylor passando a desenvolver suas próprias técnicas no estudo do trabalho. BARNES (1985) lista as inúmeras atividades realizadas por eles: “Invenções e melhorias de valor na construção civil, estudos sobre a fadiga, monotonia, transferência de habilidades entre operários, trabalhos para os desabilitados e o desenvolvimento de técnicas como o gráfico de fluxo de processo, estudo de micromovimentos e o cronociclógrafo” (BARNES, 1985, p.29). O trabalho realizado pelo casal tornou-se tradição na engenharia industrial, além de alcançar uma redução de custo substancial nas organizações em que o método foi aplicado.

### 2.2.2 Definições e conceitos

O objetivo do estudo dos movimentos é a determinação do método mais adequado para a execução de um trabalho, mediante a análise dos movimentos feitos pelo operador durante a operação. Procura, contudo eliminar os movimentos ou ações que elevam desnecessariamente o tempo da atividade do operador ou aqueles que poderiam provocar-lhe problemas ergonômicos. Segundo LODI (1976, p.43) em **História da Administração**, “o estudo dos movimentos é a análise e a medida de todos os movimentos envolvidos em uma determinada tarefa, com a intenção de eliminar o esforço que pode ser evitado. A análise não é realizada apenas no operador, mas se estende ao ambiente onde trabalha, envolvendo o arranjo físico do trabalho e às ferramentas que usa.” Tudo é verificado em um dos mais marcantes trabalhos publicado por ele: “O método de assentamento de tijolos”. Neste trabalho, é possível observar a preocupação com as ferramentas, *layout*, abastecimento e o

método de trabalho, com o forte foco na redução significativa dos tempos necessários para realizar as tarefas.

É importante destacar no trabalho de Gilberth a racionalização que ele propôs na realização da operação de assentamento de tijolos em uma parede, como um dos principais trabalhos realizado por Gilbreth. No livro **Estudo de Movimentos e Tempos** de Ralph BARNES (1985), a experiência de Gilbreth é descrita:

Gilberth inventou um andaime que podia ser rápido e facilmente elevado, de forma gradual, permitindo que fosse mantida constantemente a altura adequada para o trabalho. Este andaime também possuía plataforma para se colocar os tijolos e argamassa a uma altura conveniente para o pedreiro. Quando os tijolos eram descarregados do caminhão, Gilbreth fazia os serventes selecionar os tijolos e colocá-los em molduras de madeira de 91 cm de comprimento, que podiam conter 40,8 kg de tijolos. Estas molduras eram colocadas lado a lado, de forma tal que a melhor face, a melhor aresta, ficasse uniformemente orientadas em uma dada direção. As molduras eram a seguir, colocadas nos andaimes, de tal maneira que o pedreiro podia retirar os tijolos rapidamente, sem ter que escolher o melhor lado para o assentamento. A argamassa e os tijolos eram dispostos no andaime, de forma que o pedreiro poderia pegar simultaneamente com uma mão o tijolo e com a outra uma colher de pedreiro cheia de argamassa. A consistência da argamassa foi estudada para que o tijolo fosse assentado apenas com a mão, eliminando assim a pancada com o cabo da colher (BARNES, 1985, p.12).

O resultado destas mudanças elevou a produção de 120 tijolos por hora/homem para 350 tijolos hora/homem. Este trabalho mostra a preocupação e o nível de detalhes na qual Gilbreth se apoiava, e revela que a preocupação com a redução dos movimentos, era aliada à preocupação com a ergonomia, em função da fadiga

Com uma metodologia de trabalho mais científica que a utilizada por Taylor, fazendo uso de equipamentos de filmagem, fotografia entre outros, Gilbreth conseguiu determinar que para realizar qualquer tarefa manual, sempre ocorria os mesmos movimentos, que tinham início e término bastante precisos e que eles não eram passíveis de subdivisão, sendo assim tidos como movimentos fundamentais.

Estes movimentos foram classificados em 17 elementos e a esses elementos denominou “*therbligs*”, seu nome escrito ao contrário, mantendo a posição do “*th*”.

A divisão das tarefas nos movimentos fundamentais possibilitava maior detalhamento, oferecendo assim possibilidades de análise mais aprofundada quanto aos movimentos desnecessários de acordo com a Figura 2.2.

Movimento	Simbolo	Explicação sugerida pelo Simbolo	Cor
Procurar	SH	Olho virado como se estivesse procurando	Preto
Selecionar	ST	Alcançar objeto	Cinza Claro
Agarrar	G	Mão aberta para agarrar objeto	Carmesim
Transporte Vazio	TE	Mão vazia	Verde Oliva
Transporte Carregado	TL	Mão segurando algo	Verde Oliva
Segurar	H	Imã segurando barra de ferro	Ouro ocre
Soltar Carga	RL	Soltar o objeto carregado pela mão	Vermelho encarnado
Pré-Posicionar	PP	Objeto sendo colocado pela mão	Azul
Posicionar	PE	Pino de boliche sendo colocado na pista	Azul Celeste
Inspecionar	I	Lente de ampliação	Ocre queimado
Montar	A	Vários objetos reunidos	Roxo
Desmontar	DA	Uma peça de um conjunto foi retirado	Violeta
Usar	U	A palavra USAR	Púrpura
Demora Inevitável	UD	Homem batendo sem querer seu nariz	Amarelo ocre
Demora Evitável	AD	Homem abandonando o serviço, voluntariamente, para dormir	Amarelo Limão
Planejar	Pn	Homem com dedo na testa, como se estivesse pensando	Marrom
Descanso para Recuperação	RL	Homem sentado, como se estivesse descansando	Laranja

**Figura 2.2 - *Therbligs* elaborados por Gilbreth.**

**Fonte: BARNES (1985)**

Com o estudo dos movimentos pode-se alcançar três finalidades:

- a) evitar os movimentos inúteis na execução de uma tarefa;
- b) executar o mais economicamente possível – do ponto de vista fisiológico – os movimentos inúteis;
- c) dar a esses movimentos selecionados uma seriação apropriada (princípios de economia de movimentos).

A Figura 2.2, descreve 17 movimentos fundamentais, conforme desenvolvimento de Gilbreth. A estes 17 elementos, um aluno de Gilbreth acrescentou mais um, posteriormente, denominado de Segurar (18. Segurar).

**Procurar (SH):** é o movimento caracterizado pela procura pelo olho ou pela mão, com o termino quando é encontrado o objeto.

**Selecionar (St):** movimento caracterizado pela escolha dentre vários um objeto.

**Agarrar (G):** Movimento que estabelece controle sobre um objeto, onde se agarra ou manipula.

**Transporte Vazio (TE):** Movimento caracterizado pelo transporte com a mão vazia em direção ou afastando de um objeto.

**Transporte Carregado (TL):** Movimento caracterizado pela movimentação de um objeto de um local para outro.

**Segurar (H):** Movimento caracterizado pela retenção de um objeto após o movimento de agarrar.

**Soltar (RL):** Movimento caracterizado pelo relaxamento do controle exercido sobre um objeto.

**Posicionar (P):** Movimento caracterizado pelo posicionamento ajustado de um objeto de tal forma a orientá-lo ao local a que se destina.

**Pré Colocar (PP):** Movimento que busca ajustar um objeto em posição pré-determinada ou colocá-lo em posição correta.

**Inspecionar (I):** Movimento caracterizado pela avaliação de um objeto em relação as característica previamente determinada.

**Montar (A):** Movimento caracterizado pela colocação de um objeto dentro de outro, buscando formar a peça completa.

**Desmontar (DA):** Movimento caracterizado pela separação de um objeto de outro, desmontando a peça final.

**Usar (U):** Movimento caracterizado pela manipulação de uma ferramenta ou dispositivo.

**Demora Inevitável (UD):** Movimento caracterizado pela espera do operador independente de sua vontade ou intenção.

**Demora Evitável (AD):** Movimento caracterizado pela espera do operador para realizar um movimento por decisão própria.

**Planejar (Pn):** Movimento que tem como característica uma reação mental que precede um movimento físico.

**Descanso para Repouso (R):** Tempo destinado a descanso visando a recuperação do operador após movimento que provoque fadiga.

Com o estudo desses elementos de movimentos, Gilberth e seus colaboradores passaram a realizar estudos sobre os métodos de trabalho, retirando movimentos desnecessários e criando dispositivos que evitassem o excesso de movimentos. A análise era realizada sobre a movimentação das duas mãos do operador, ficando conhecida como Análise Bimanual (EPIC, 2002). O estudo dos micro-movimentos aliado às técnicas de cronometragem possibilitaram a criação de uma nova abordagem na determinação de tempos de operações manuais.

Diferentemente da divisão das tarefas defendida por Taylor onde a padronização era estabelecida para cada elemento existente nas operações estudadas, a criação dos movimentos fundamentais possibilitou a determinação de tempos cronometrados para cada movimento, possibilitando a confecção de uma lista de tempos básicos para a realização das mais diferentes tarefas. Desta forma, ficou bastante possível atribuir tempo de uma operação apenas detalhando os movimentos e aplicando a eles tempos pré-estabelecidos. Esta possibilidade levou ao desenvolvimento de vários sistemas de tempos sintéticos.

MAYNARD (1970, p.3), aponta que “a expansão dos métodos de Taylor e Gilbreth resultou no estabelecimento de tempos elementares predeterminados para a grande maioria das operações industriais”.

### 2.2.3 Críticas ao Sistema

“A técnica de tempos e movimentos pré-determinados é uma excelente complementação de outras técnicas de medidas de trabalho” (KRICK, 1971, p.391). O estudo dos movimentos básicos foi muito atacado, em especial pelos seguidores mais próximos de Taylor, que colocavam este sistema como sendo muito focado em economia na execução das operações manuais, sem se importar com a complexidade que envolve a área de produção das empresas.

Segundo LODI (1976, p. 45) “Gilbreth discordava de Taylor na questão dos sindicatos. Taylor achava que o sindicato se tornaria desnecessário quando a Administração Científica estivesse implantada. Gilbreth considerava que os sindicatos seriam sempre necessários para vigiar as condições de trabalho e empreender negociação.”

Este capítulo foi importante para mostrar o início e os conceitos que envolviam a Administração Científica, onde ficou clara a importância de determinar os padrões para cada operação. No próximo capítulo será mostrado de forma resumida alguns dos mais importantes métodos de determinação de tempos.

## **CAPITULO 3**

### **SISTEMAS DE DETERMINAÇÃO TEMPORAL**

Várias técnicas foram desenvolvidas ao longo do tempo, com a finalidade de apurar de forma simples, econômica e precisa o tempo de cada operação. Neste capítulo, será apresentado as mais importante resumidamente.

#### **3.1 Histórico**

Após a publicação da Administração Científica, ficou evidente para as indústrias a importância de avaliar os processos, métodos e seus respectivos tempos. Nesta busca, tendo como pano de fundo os fundamentos de Taylor e Gilbreth, é possível observar outras técnicas diferentes na busca de uma que pudesse de modo eficiente, rápida e precisa, determinar o tempo das operações e processos. O que se observa, é que de algum modo, todos os sistemas utilizam a cronometragem e tempos estatísticos como ponto fundamental na determinação de tempo das operações ou movimentos padronizados. Neste capítulo, serão abordados algumas técnica que determina os tempos de processo ou operação com relativa precisão, classificados como técnicas de determinação de tempos.

A primeira separação conceitual das técnicas é quanto a forma de estabelecimento, onde podemos encontrar duas classes de tempos, os atribuídos e os medidos.

Determinados tipos de trabalhos, a obtenção de tempos medidos podem não ser possíveis devido à complexidade da operação, heterogeneidade etc. Nestes casos; recorre-se, então, a técnicas estatísticas ou pré-determinados (sintéticos). Este capítulo apresenta algumas técnicas de mensuração de tempo.

#### **3.2 Amostragem do Trabalho**

Amostragem do trabalho é uma técnica que utiliza como conceito principal a probabilidade estatística. Desenvolvida por L.H.C. Tippett, foi apresentada inicialmente na Inglaterra.

Segundo BARNES (1985), o trabalho de observação instantânea ou simplesmente amostragem do trabalho foi primeiramente utilizado na indústria têxtil, por volta da década de 1930. BARNES (1985) coloca que a amostragem do trabalho é uma ferramenta para coleta de dados. Em muitos casos as informações necessárias sobre a atividade executada pelo homem

ou pela máquina que pode ser obtida em menor tempo e com custo menor por este método, do que por outros.

A amostragem do trabalho baseia-se no fato de que o tempo gasto em trabalhos ou atividades específicas pode ser considerado como constituído de instantes individuais, durante os quais um estado particular de atividade ou inatividade prevalece. Dessa maneira, pode ser usada uma técnica de amostragem, que requer apenas uma fração do tempo e esforço que seriam necessários por outras técnicas, empregando uma série de instantes individuais, selecionados segundo intervalos de tempo de execução ao acaso de um período representativo do trabalho. Por observação direta, registram-se as atividades sob estudo, em cada um dos instantes. As frequências relativas às observações instantâneas observadas para cada atividade podem ser usadas como estimativas das proporções entre os tempos ocupados por essas atividades componentes do trabalho em um determinado recurso de manufatura.

MAYNARD (1970) descreve a amostragem do trabalho como sendo um grande número de observações feitas em intervalos ao acaso; ao realizar-se a observação, o estado ou condições do objeto de estudo é anotado, e este estado é classificado em categorias pré-definidas de atividades pertinentes à situação particular do trabalho. A partir das proporções das observações em cada categoria, são realizadas inferências relativas à atividade total do trabalho em estudo.

A técnica da Amostragem do Trabalho pode ser utilizada em dois casos:

- a) quando se deseja coletar dados rapidamente e a custo baixo, sobre o trabalho de máquinas ou pessoas;
- b) quando devido a natureza da operação outros métodos de medição não oferecem resultados satisfatórios.

Esta ferramenta é indicada principalmente para indicar:

- a) determinação da porcentagem de espera que está ocorrendo em determinada operação, seja espera do homem, seja da máquina ou ambas;
- b) amostragem de Execução; destinada a medir o tempo em que ocorre o trabalho e o tempo de descanso de uma operação manual.

Os pontos a) e b) acima citados utilizam da mesma técnica diferindo apenas no que estamos buscando ou o que queremos apurar, utilizando para isto dos mesmos conceitos. Segundo BARNES (1985), a determinação da porcentagem do dia de trabalho no qual o operário ou a máquina trabalha ou está inativo, baseia-se na teoria segundo a qual a frequência relativa das observações registradas como inatividade para o homem ou para a máquina, é uma medida justa do tempo em porcentagem para a qual a operação está no estado

de espera. Outro fator importante a ser utilizado neste procedimento é o cálculo do erro relativo e o número de observações realizadas.

A amostragem do trabalho pode se concentrar em um modelo de simples observação, determinado para levantar eventos primários, sendo caracterizado por ocorrência ou não-ocorrência de determinado evento, como exemplo, o levantamento onde deve ser observado se a máquina está parada ou trabalhando, dando como resultado final o percentual de tempo que a máquina ficou parada.

Outro modelo é o de Múltiplas Observações, onde através de observações aponta-se a ocorrência de vários eventos relacionados com o evento principal. Como exemplo, citamos a observação de uma máquina onde além de determinar a porcentagem de tempo que ela fica parada ao longo da jornada, também apontasse os motivos desta parada, atribuindo a participação para cada motivo.

Outro fator importante a ressaltar é que esta técnica pode ser aplicada de maneira bastante intensa nas operações não operacionais ou administrativas, onde a ciclicidade ou repetição não são facilmente observadas ou simplesmente não existem.

Podem existir momentos em que será necessário avaliar uma operação, função ou máquina ao longo de toda a jornada de trabalho, este levantamento é denominado de método de Amostragem em Tempo Contínuo, onde é possível observar a ocorrência de todos os eventos existentes no período de trabalho acompanhado.

Medida do Trabalho: esta técnica também propicia a determinação de tempo de cada operação.

Segundo BARNES (1985, p.416), “a amostragem tem três usos principais: 1-Relação de Espera; medir atividades e esperas de homem e máquina. 2-Amostragem do Desempenho; para medir o tempo de trabalho e o tempo de descanso de uma pessoa que execute uma tarefa manual e para estabelecer um índice ou nível de desempenho para a mesma pessoa durante seu tempo de trabalho. 3-Medida do Trabalho; sob certas circunstâncias, para medir tarefas manuais, isto é, estabelecer um tempo padrão para uma operação.”

Passos na execução de um estudo:

- Definir o problema a ser observado, assim como o que desejamos medir na realização da amostragem. Este passo determina dados para o segundo.
- Determinar o erro relativo ou o nível de confiança que pretende atingir o estudo a ser realizado.
- Realizar estudo preliminar, visando detectar o nível de observações a serem realizados, os intervalos ou períodos que serão feitas as observações. Este

passo é fundamental, pois pela variação apresentada nas observações preliminares será calculada a quantidade de observações necessárias para obter dados confiáveis.

- Executar as observações.

Algumas vantagens desta técnica segundo BARNES (1985):

- a) esta técnica consegue responder em situações onde os estudos de tempo seriam impraticáveis ou de alto custo de execução;
- b) possibilidade de um analista executar vários estudos amostrais de forma simultânea, reduzindo os custos de realização. Neste sentido, também vale ressaltar que o treinamento para formação de um analista é muito menor que o tempo necessário para formar um cronometrista ou crono-analista.

Este tipo de levantamento reduz muito a possibilidade de erros de avaliação temporal, já que o estudo amostral acaba acompanhando as operações por intervalos de tempo maiores, podendo detectar variações de métodos, matéria-prima, condições e outros pontos que forcem aplicar operações não previstas nos procedimentos.

Como fator mais importante, não utiliza avaliação de ritmo como índice de ajustamento do tempo, avaliação esta, que pode induzir a padrões errados. Aliado a este fator, o estudo de amostragem é muito mais confortável ao operário que está sendo estudado.

Algumas desvantagens desta técnica segundo BARNES (1985):

- O estudo de Amostragem do Trabalho não é aplicado com precisão em trabalhos repetitivos e de curta duração, neste caso a cronometragem é muito mais rápida e precisa.
- O estudo de Amostragem de Trabalho, não oferece no final, descrição precisa dos elementos da operação e também não determina métodos de trabalho, não sendo possível utilizar este trabalho como base de treinamento.
- Este tipo de estudo oferece pouca possibilidade de observar oportunidades de melhorias na realização das operações.

### **3.3 Tempo Histórico**

Durante a existência das empresas, as tarefas são realizadas e informações são registradas de forma organizada ou não, assim como podem ser resultado da experiência de situações vivenciada por determinado período envolvendo a operação. Há casos em que o

período registrado representa os únicos dados que se dispõe para estimar ou atribuir tempo, custos, etc. a uma operação ou processo.

Ao fazer uso destas informações, utilizando dados históricos, podemos atribuir tempo a uma determinada operação ou processo. Esta forma de medição não segue nenhuma técnica definida na forma de seleção ou apuração, porém é muito utilizada nas empresas, em especial onde não se tem uma estrutura formal para estabelecimento de padrões.

Os resultados deste tipo de coleta são muitas vezes problemáticos em função da baixa precisão em função da falta de informações que deve ser considerado para analisar os dados levantados. Alguns fatores que contribuem para que esta metodologia apresente erros ou falhas:

- O tempo histórico não leva em consideração o método utilizado ou as condições existentes no momento, materiais empregados na realização do trabalho ou mesmo das ferramentas utilizadas, o que pode provocar grandes interferências no resultado final.
- As condições operacionais como treinamento do operário, ritmo e conhecimento, também não podem ser avaliados, entre outras dificuldades.

Mesmo com todas estas dificuldades, esta técnica tem aderência muitas vezes por ser a única forma de se obter dados para determinação de tempos, custos etc.

Os tempos históricos apresentam como facilidades:

- a) Representa o tempo realmente consumido na execução das atividades da operação;
- b) Serve para comparação relativa da duração de um mesmo trabalho executado em épocas diferentes;
- c) É de fácil obtenção, em comparação com outras técnicas de mensuração de tempo.

### **3.4 Tempo por cronometragem**

A determinação de tempo utilizando a técnica de cronometragem é ainda mais utilizada pelas empresas, em pesquisa realizada pelo departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, em empresas de médio e grande porte na região de Itajaí, BORBA (2008), detectou que a maior incidência para a determinação do Tempo Padrão foi o uso de cronometragem, presente em 71% dos casos, seguido por Tempo Histórico (42%) e Tempo Predeterminado (32%).

Segundo MAYNARD (1970), o estudo de tempo é a análise de uma dada operação para determinar os elementos de trabalho necessários para realizá-la, da sequência em que ocorrem esses elementos, e dos tempos necessários para realizá-los efetivamente.

Segundo BARNES (1985), “o estudo de Tempos e Movimentos é o estudo sistemático do trabalho com os seguintes objetivos”.

- a) desenvolver sistema e método preferido, usualmente aquele de menor custo;
- b) padronizar esse sistema e método;
- c) determinar o tempo gasto por uma tarefa ou operação específica;
- d) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

A cronometragem de tempo é a medida do método de execução de uma dada operação, utilizando para isto um equipamento mecânico ou eletrônico denominado cronômetro. Assim como toda técnica, a cronometragem segue etapas definidas:

- a) determinação da maneira mais econômica de efetuar o trabalho; ou seja, estabelece o método de trabalho, os materiais empregados, as ferramentas e equipamentos necessários e o ordenamento destes elementos no local de trabalho, registro de forma apropriada de todas estas informações;
- b) realiza a tomada de tempo, utilizando critério e metodologia inerente ao sistema utilizado;
- c) realiza análise das condições em que o trabalho foi realizado e o nível de trabalho empregado pelo operário ao longo da realização do estudo de tempo.

Pelo exposto, verifica-se que os tempos cronometrados eliminam certos inconvenientes dos tempos históricos.

Havendo um método prefixado para execução dos trabalhos, bem como conhecendo-se as demais circunstâncias que o cercam, como ferramentas, máquinas, equipamentos entre outros, torna-se possível a localização e eliminação de causas de variações, de maneira que as previsões serão mais exatas.

Algumas vantagens desta técnica segundo BARNES (1985):

- Projeto do melhor Método. Este sistema propicia ao final uma análise bastante detalhada do método de trabalho, eliminando desperdícios e elementos que diminuam a produtividade da operação e facilita a transferência para todo grupo de operários que realiza esta tarefa.
- Estabelece de forma bastante precisa e documentada o tempo padrão da operação e dos elementos que compõem esta operação.

Algumas desvantagens desta técnica segundo BARNES (1985):

- Não é possível estabelecer padrões para trabalhos que ainda não se encontram em execução, o que dificulta a determinação de dados quando do desenvolvimento de novos produtos ou processos por exemplo.
- Depende em muito da avaliação subjetiva do analista na determinação do índice de ritmo dos operários quando da realização da cronometragem.

Este trabalho tem um capítulo exclusivo destinado às explicações da técnica de realização de estudo de tempos por cronometragem. Este evento é necessário uma vez que o trabalho realiza um comparativo de tempos da mesma operação feita por duas técnicas de estabelecimento de tempos diferentes, sendo a cronometragem e o MTM.

### **3.5 Tempos Sintéticos ou Predeterminados**

O Tempos pré-determinados ou sintéticos tem na atualidade muito a contribuir para elevar a produtividade das indústrias e seu uso é fundamental, principalmente pela velocidade nos resultados. BARNES (1985) cita como principais aplicações deste sistema:

- Avaliação de Métodos, que contempla avaliação e estabelecimento de métodos de trabalho em operações existentes ou não, assim como treinamento de operários.
- Estabelecimento de Tempo Padrão, que possibilita estabelecer, acompanhar e auditar os tempos utilizados na produção.

A comparação entre as técnicas de cronometragem e tempos predeterminados é fundamentada de forma bastante clara na definição conceitual do que cada técnica busca para analisar a operação. Enquanto Taylor em seus estudos de tempos buscava dividir as operações ou tarefas em elementos básicos, não padronizados para análise, Gilbreth, trilhou o mesmo caminho, porém dividiu as operações em movimentos fundamentais, sendo estes utilizados em qualquer operação, portanto, padronizados.

FULMANN (1975) define os tempos sintéticos como normas de tempos construídos e sintetizados em fichários e catálogos a partir de tempos elementares obtidos previamente por estudo de tempos diretos.

Segundo RENDER (2004), o sistema de tempos predeterminados divide o trabalho manual em pequenos elementos básicos, que já contam com tempos estabelecidos. Para

estimar o tempo de uma tarefa, se somam todos os fatores de tempo para cada elemento básico da referida tarefa.

Na literatura o desenvolvimento de sistemas a partir dos tempos predeterminados é destacado, porém, muito pouco se fala da aplicabilidade ou de casos onde seria possível observar a evolução desses sistemas, seus problemas e a aderência de cada método na prática,

BARNES (1985) cita pelo menos nove sistemas predeterminados desenvolvidos entre 1924 a 1960. Descreve pormenorizadamente apenas quatro que pela sua aplicabilidade, aderem mais às tarefas operacionais com menor grau de complexidade. Maynard descreve os mesmos 4 sistemas, mencionando que são os mais utilizados sistemas de tempo predeterminados. São eles:

- a- MTM: *Methods Time Measurement*
- b- MTA: *Motion Time Analysis*
- c- BMT: *Basic Motion Time Study*
- d- WF: *Work Factor*.

A Tabela 3.1, apresenta a cronologia do desenvolvimento de tempos predeterminados ao longo da história.

Existem ainda outras técnicas de tempos predeterminados, com menor utilização ou utilização específica aqui, descritas apenas de forma resumida, servindo apenas para mencionar como existentes.

Os conceitos básicos relacionados a cada sistema são descritos a seguir.

### **O PTT (*Predetermined Time Table*)**

O PTT (*Predetermined Time Table*), elaborado e divulgado por MEYERS (1999), é específico para uso acadêmico. Por ser este um trabalho de aplicação acadêmica, não há na literatura um número representativo de trabalhos a respeito desta técnica.

### **Sistema MOST (*Maynard Operation Sequence Technique*)**

Sistema MOST (*Maynard Operation Sequence Technique*), divulgado e implantado pela consultoria internacional Maynard com sede nos Estados Unidos, foi criado em 1970 (Maynard *Home Page*, 2002). O MOST é divulgado como uma técnica de medida de trabalho

**Tabela 3.1 – Cronologia do Desenvolvimento de Tempos Sintéticos.**

Nome do Sistema	Data da Publicação	Primeira publicação descrevendo o sistema	Forma de obtenção dos dados originais	Sistema Desenvolvido (autor)
Análise do Tempo para Movimento (MTA)	1924	Os dados não foram publicados, porém as informações referentes ao MTA foram publicadas no <i>Motion Time Analysis Bulletin</i> .	Filmagem, análise de micromovimentos, cimógrafo	A.B. Segur
Movimentos dos Membros do Corpo	1938	<i>Applied Time and Motion Study</i> , por W.G. Holmes, Ronald Press Co. New York, 1938	Desconhecido	W.G. Holmes
Dados Sintéticos para o trabalho de montagem	1938	<i>Motions and Time Study</i> , por Rlf Banes, John Wiley and Sons, New York, 1940.	Estudo de tempos, Filmagem, estudo de laboratório	Harold Engstrom, H.C. Sepping e outros.
Sistema Fator Trabalho (WF)	1938	<i>Motios Time Standart</i> por J.H. Quick W.J. Shea e R.E.Koehle, <i>Factory Management and Maintenance</i> , 1945	Estudo de tempos, Filmagem, estudo de laboratório, luz estroboscópica.	J.H.Quick W.J.Shea R.e.Koehle
Tempos Padrão elementares para trabalho humano	1942	<i>Establishing Time Values by Elementary Motion Analysis</i> , por M.G.Schaefer, 1946	Estudo com cimógrafo, filmagem de operações industriais e estudo com registros elétricos de tempo	Western Electric. Co.
<i>Methods Time Measurement</i> , (MTM)	1948	<i>Methods Time Measurement</i> por H.B.Maynard, G.J.Stegemerten e J.L.Schwab 1948	Estudo de Tempos e filmagem de operações de fábrica	H.B.Maynard, G. J. Stegemerten J. L. Schwab
Estudo de Tempos por Movimentos Básicos (BMT)	1950	Manuais, por J.D.Woods & Gordon, 1950	Estudo de Laboratório	Ralph Presgrave G.B.Bailey J.A Lowden
Tempos de Movimentos Dimensionais	1952	<i>New Motions Time Method Defined</i> , por H.C.Geppinger 1953	Estudo de Tempos, filmagem e Laboratório	H.C.Geppinger
Tempos Pré-Determinados para trabalho humano	1952	<i>A System of predetermined Human Work Time</i> , por Irwin P. Lazarus 1952	Filmagem de operações de fábrica	Irwin P. Lazarus

**Fonte: BARNES (1995)**

revolucionária desenhada para simplificar e acelerar o processo de tomada de tempo padrão. A exemplo do sistema MTM, o MOST também passou por reestruturação, sendo adicionado ao sistema básico 4 sub-grupo, destinados a diferentes aplicações.

A pesquisa mencionada anteriormente realizada pelo departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, em empresas de médio e grande porte na região de Itajaí, BORBA. (2008), detectou que 55% das empresas que utilizam sistema de tempo predeterminado, utilizam o MTM.

A Tabela 3.1 descreve a cronologia evolutiva destas técnicas, sendo, o MTM, abordado quanto a sua concepção, evolução e aplicação no capítulo 5.

Todas as técnicas mencionadas trazem em sua metodologia a utilização da padronização de tempos em função de movimentos necessários, diferente, porém, na forma de determinar os tempos para cada movimento e a forma de aplicação.

### **MTA – *Motion Time Analysis***

Barnes e alguns seguidores, tomados pela força científica, desenvolveram uma técnica de tempos baseado no dispêndio de energia por parte do operador. Tal sistema foi batizado por MTA (*Motion Time Analysis*). Esta técnica mede o tempo necessário para que o organismo realize um trabalho com base na reação química que ocorre no corpo humano. O tempo é atribuído pelo consumo de energia humana necessária para a sua realização.

Segundo MAYNARD (1970, p.142), “uma vez que a reação ocorre a uma temperatura constante, a própria reação é constante, portanto o tempo de reação também será constante dentro de limites estreitos.”

Para estabelecimento dos tempos, o sistema utilizou uma série de dados humanos, conforme descreve MAYNARD (1970) em seu livro **Manual de Engenharia de Produção**:

- A reação média de uma reação nervosa no corpo humano é 0,000045 minutos por pé de distância.
- O número médio de mensagens que podem ser enviadas por qualquer nervo do corpo é 5.000 por minuto.
- O tempo médio para um sarcomero contrair-se completamente em resposta a um impulso nervoso é de 0,00064 minutos.

Desta forma, o tempo das operações básicas foi determinado e utilizado para determinar padrões para qualquer operação.

Este não é a única técnica a ser elaborado considerando dados fisiológicos, Barnes descreve um sistema similar, onde a determinação de tempo, leva em consideração a oxigenação e os batimentos cardíacos para determinar o consumo de calorias de um dado movimento.

### **BTM – *Basic Motion Time***

Sistema desenvolvido e colocado em prática em 1950 tem como característica ser uma técnica de tempos predeterminados, em forma de Tabelas. A definição dos movimentos e os seus respectivos tempos foram definidos após análise de filmes, utilizando ainda como apoio, estudos complementares, realizados nos laboratórios e na fábrica da J.D. *Woods and Gordon*.

Segundo MAYNARD (1970, p.129), “a consideração sobre os pontos de início e término dos movimentos, levou à única característica do BTM, a definição dos movimentos básicos.”

O valor temporal utilizado nesta metodologia é expresso em décimo de milésimo de minuto, ou seja, 0,0001 de minuto.

### **WF- *Work Factor***

Esta técnica foi elaborado a partir de tempos cronometrados de operações fundamentais contando para isto com uma quantidade muito grande de engenheiros envolvidos em determinar os padrões via utilização de cronometragem e filmagem em operações muito curtas. Este sistema é uma forma de medida de trabalho através da análise de todo o trabalho, decomposto em movimentos distintos. Estes movimentos são elementares e não combinações de vários movimentos.

A primeira aplicação foi em 1938, apresentada a parti de 4 grupos de aplicação diferentes, sendo:

- a) **Work- Factor Detalhado:** desenvolvido e aplicado em operações altamente repetitivas, caracterizadas por ciclos curtos. Unidade de tempo 0,001 minutos;
- b) **Work- Factor Simplificado:** Desenvolvido para ser aplicado onde não é necessário alto grau de detalhamento, de aplicação simples e rápida. Unidade de tempo 0,001 minutos;

- c) **Work- Factor Abreviado:** Técnica desenvolvida para operações não repetitivas, ou na produção de pequenos lotes com número pequeno de operações diferentes. A unidade de trabalho é agrupada, portanto, muito utilizado para estimativa de tempos. Unidade de tempo 0,005 minutos;
- d) **Work- Factor Expedito:** Trata-se de uma derivação da técnica básica, desenvolvido para ser manuseado por pessoas menos familiarizadas com os procedimentos de trabalho que envolve sistemas predeterminados. Unidade de tempo 0,010 minutos.

Para qualquer um dos caminhos descritos, os tempos dos movimentos são majorados baseado em quatro princípios, capaz de afetarem estes movimentos:

- a) **Parte do Corpo Utilizada:** Neste item o sistema exige especificar a parte do corpo que será utilizada no movimento, divididos em dedos e mãos, braço, rotação do antebraço, tronco, pés, perna e cabeça;
- b) **Distância:** Considerada a mais fácil, é também um fator de majoração que deve ser medido em polegadas;
- c) **Controle:** Neste ponto é fundamental para estabelecer o padrão definir a precisão dos movimentos em relação à parada definida, à orientação do movimento ou uma mudança de direção do movimento.
- d) **Peso ou Resistência:** determinando qual a resistência ou peso que envolve a realização do movimento.

De posse destas informações é possível utilizando as Tabelas do sistema, determinar o tempo de uma dada operação.

### 3.6 Vantagens dos Sistemas de Predeterminados

A utilização das técnicas de tempos predeterminados ou sintéticos oferece ao usuário vantagens que devem ser observadas, todas buscando como objetivo principal a redução de custos, via eliminação de perdas. A seguir, mencionamos algumas destas vantagens.

**Determinação do Método:** A utilização de tempos sintéticos, estabelece que o método acaba sendo definido primeiro que o tempo, este é o primeiro passo para determinar o tempo, diferentemente da cronometragem que determina o tempo de um método em uso. Segundo MAYNARD (1970), este ponto estabelece a possibilidade de desenvolver o método de

trabalho antes que a produção possa ser realizada, antevendo assim possíveis falhas na elaboração do método. Também podemos desenvolver métodos e tempos sem ter realmente a peça fisicamente, o que facilita a elaboração de melhor desenvolvimento de produtos.

**Melhoria de Métodos Existentes:** A técnica oferece uma possibilidade de analisar criticamente cada operação, detectando assim de forma bastante clara e objetiva os movimentos desnecessários existentes em uma operação em realização na produção. Na elaboração de métodos melhorados, reduzem-se esforços, aumentando assim o conforto e a redução da fadiga das operações, influenciando também no relacionamento entre operadores e supervisores na implantação de novos métodos por apresentar uma forma clara de apresentação das mudanças e suas implicações.

**Estabelecimento de Tempo Padrão:** Do mesmo modo que é possível determinar o método sem necessariamente ter fisicamente uma pessoa, podemos determinar o tempo de operação, estimando os movimentos necessários para realizar cada tarefa. Este fato determina que podemos estabelecer o tempo e o custo de trabalhos que ainda não foram realizados, trazendo estimativas bem mais próximas da realidade. A estimativa oferece ao analista a possibilidade de avaliar além do tempo o custo da operação do trabalho direto.

**Orientação do Projeto:** Com toda esta possibilidade de estabelecer padrões e métodos, mesmo sem ter fisicamente a peça, oferece ao analista a possibilidade de interferir no projeto, de forma a determinar mudanças que afetem diretamente os custos operacionais. Contudo, a engenharia de produção passa a participar de forma muito intensa do desenvolvimento de produtos, buscando assim a melhor maneira de se fazer utilizando para isto, mudanças no projeto do produto, caso necessário.

**Projeto de Ferramentas:** O desenvolvimento do método propicia também a elaboração das necessidades de ferramentas e equipamentos necessários para a realização da operação. Deste modo é possível desenvolver as ferramentas e equipamentos específicos para cada aplicação, reduzindo assim tempo e custos inerentes à elaboração de ferramentas ineficientes e alterações posteriores à implantação da tarefa.

A utilização de tempos pré-determinados auxilia a administração na escolha de equipamentos mais adequados e a minimizar os movimentos operacionais. Entretanto também permite a elaboração de estudos econômicos que auxiliam nesta decisão.

**Mostra as Dificuldades:** A utilização destas técnicas, possibilitam mostrar ao supervisor as operações, suas dificuldades e aponta as possíveis soluções. No entanto, também é possível observar que o supervisor terá clara visão da organização do posto de trabalho, e as características mais importantes para os operários realizarem determinada operação.

**Treinamento dos Operadores:** Com a descrição do método fornecido pela técnica, é possível definir o treinamento necessário para os operários, mediante detalhamento minucioso da operação.

Neste capítulo foram apresentadas as técnicas de determinação de tempo padrão mais utilizadas. No próximo capítulo será detalhado a Cronometragem e o MTM, a partir das quais o presente trabalho foi desenvolvido.

## CAPITULO 4

### TÉCNICA DE CRONOMETRAGEM E MTM

Neste capítulo, é apresentado detalhadamente as técnicas de determinação de tempos através da Cronometragem e do MTM, focadas neste trabalho.

#### 4.1 Sistema de Cronometragem

Cronometragem é a transformação de um tempo real em um tempo padrão, desta forma é necessário conceituar as várias formas que o tempo é definido durante sua transformação em um tempo padrão.

**Tempo Real:** Tempo em que o operário demora para realizar um dado elemento ou operação.

**Tempo Normal:** Tempo Real devidamente equalizado pela avaliação de ritmo e frequência.

**Tempo Padrão:** Tempo Normal aplicando concessões de necessidades pessoais, atrasos e fadiga.

Transformando estes itens em equação. 4.1.

**Equação 4.1 – Fórmula para cálculo do tempo padrão.**

$$Tempo\ Padr\tilde{o} = \left( \left( Tempo\ Real * \left( \frac{Avalia\tilde{c}\tilde{a}o\ de\ Ritmo}{100} \right) \right) * 1 + toler\tilde{a}ncia \right)$$

**Fonte: BARNES (1985)**

Neste capítulo é apresentada uma descrição das fases e detalhes necessários para a transformação do Tempo Real em Tempo Padrão, através de cronometragem direta.

#### 4.1.1 Unidade de Tempo

A cronometragem industrial utiliza usualmente para facilitar a manipulação dos dados o sistema centesimal, onde o minuto é dividido em 100 partes, diferente do sistema sexagesimal utilizado nos relógios, onde o minuto é dividido em 60 partes, embora também possa ser utilizado nas empresas.

Sistema Sexagesimal..... 1 minuto é dividido em 60 segundos, portanto 1 hora vale 3.600 partes.

Sistema Centesimal.....1 minuto é dividido em 100 centésimo, portanto 1 hora vale 6.000 partes.

#### 4.1.2 Tipo de Tomada de Tempo

Os estudos de tempos por cronômetro podem se apresentar de três formas diferentes quanto à tomada de tempo de uma operação. Cada tipo estabelece uma metodologia diferente de trabalhar com o cronômetro. Descrição das metodologias:

**Tomada de Tempo Repetitiva:** Esta metodologia permite maior facilidade de leitura e menos treinamento para obter resultados mais precisos, consiste em acionar o cronômetro no início da operação e parar no final dela, medindo assim o tempo total. Este procedimento será repetidamente realizado.

Vantagens:

- 1- Os tempos são definidos de forma direta, sem necessidade de subtração, oferecendo desta forma possibilidade de avaliação momentânea da operação.
- 2- Exige menor habilidade do cronometrista.

Desvantagem segundo MAYNARD (1970):

1. Perde-se tempo devido à reação mental do cronometrista, podendo variar de 1 a 2 % do tempo medido.
2. É difícil considerar todo o tempo despendido em relação ao tempo permitido.
3. Não permite de forma clara a sequência dos elementos que podem ser executado fora da ordem habitual ou estabelecida.

**Tomada de Tempo Contínua:** Esta metodologia apresenta maior dificuldade na realização, o cronometrista necessita maior treinamento e agilidade, porém os resultados são bem mais precisos. Este procedimento consiste em acionar o cronômetro no início do primeiro elemento da operação e deve sucessivamente anotar o tempo no final de cada elemento, até o final da

cronometragem. O cronômetro não para até finalizar o estudo. O tempo de cada elemento será determinado através da subtração sucessiva dos elementos, sendo que a última leitura passa a ser o tempo total da operação.

Vantagem:

1. Nesta metodologia, mesmo que existam falhas de leitura, o tempo total da operação foi contado, eliminando assim falhas.
2. Qualquer elemento estranho vai ser observado e quantificado no estudo de tempo.

Desvantagem:

- 1- É necessária maior habilidade para o cronometrista.

**Tomada de Tempo Acumulativa:** Nesta metodologia são utilizados dois cronômetros interligados com mecanismo de sincronismo, onde quando parar um cronômetro o outro imediatamente é iniciado. Nesta metodologia alia-se o sistema Repetitivo com o Contínuo. Ativa o primeiro cronômetro no início do primeiro elemento, ao finalizar para o primeiro, ativando o segundo, durante o tempo do segundo elemento, o cronometrista realiza a leitura e o apontamento, este procedimento é realizado sucessivamente até o final do estudo. Este procedimento pode ser observado de forma bastante simples nos novos cronômetros digitais, os quais têm a capacidade de armazenar inúmera série de tomadas de tempo sem que o cronômetro seja parado.

O método mais utilizado é o sistema contínuo, com a adoção de cronômetro de 3 ponteiros, onde existe um ponteiro que pára quando acionado de forma a oferecer ao cronometrista a possibilidade de realizar uma leitura mais precisa, após a leitura acionando novamente o ponteiro, ele alcança o ponteiro que ficou em movimento. MAYNARD (1970) menciona que tem que ter boa qualidade, sendo instrumento essencial para o estudo de tempo.

A precisão dos métodos sempre será questionada, por depender de vários pontos como: o cronômetro utilizado, o treinamento do cronometrista, etc. Porém MAYNARD (1970) descreve que entre os métodos repetitivos e contínuos, a maior precisão sempre estará no contínuo. Lowry, Maynard e Stegemerten, em estudo de laboratório utilizando sistema de filmagem, concluíram que os ponteiros dos cronômetros ficam parados de 0,00003 a 0,000097 da hora na ocasião do retorno, dependendo da velocidade em que o botão é acionado. Isto significa que um erro de 3% a 9% ou até mais é introduzido em cada elemento de 0,0010 de hora, de duração.

A metodologia de tomada de tempo repetitivo apresenta as seguintes desvantagens:

1. Requer habilidade muito maior de manipulação para obter resultados praticáveis.
2. Demora e elementos extremamente pequenos são difíceis de serem corretamente registrados.
3. Introduce um erro considerável no tempo total decorrido.

Podemos concluir que a metodologia repetitiva é mais indicada para tempo de máquina, onde os ciclos não apresentem variações temporais, enquanto que o sistema repetitivo é mais indicado para operações manuais.

#### 4.1.3 Separação em elementos

A descrição dos elementos de uma operação deve ser registrada nos mínimos detalhes necessários para que o método possa ser reproduzido a qualquer momento. Segundo Barnes, “A cronometragem de uma operação inteira como um único elemento raramente é satisfatório, e um estudo agregado não substitui um estudo de tempo. A divisão da operação em elementos curtos e a cronometragem individual de cada um deles são partes essenciais do estudo de tempos” (BARNES, 1985, p.281).

Neste momento não cabe aqui descrever a importância da separação da operação em elementos, por se tratar de um capítulo de abordagem prática de como procede cada fase da construção de um estudo de tempo. Desta forma, o foco está na descrição dos procedimentos para efetuar a divisão de uma operação em elementos.

Para separar uma operação em elementos, é necessário seguir algumas regras necessárias para conferir ao estudo de tempo precisão. Segundo BUENO DE TOLEDO JR (2007), em seu livro **Tempos & Métodos**, o autor pontua 4 pontos básicos para a divisão da operação em elementos:

1. Os elementos devem ser os mais curtos possíveis, dentro de limites que tornem sua medida precisa, condiciona-se não trabalhar com elementos menores que 0,04 minutos.
2. Os elementos devem apresentar pontos bem definidos de início e término, permitindo assim clareza de leitura. Situações de ruído, iluminação ou outra característica que define de forma clara um elemento, deve ser utilizada sempre que possível. Os elementos devem ser descritos na sequência em que ocorrem no método medido.
3. Os elementos manuais devem ser separados dos tecno-manuais e dos técnicos, como forma de melhor apropriação das tolerâncias. Este procedimento permite que sejam avaliadas características intrínsecas de cada classe de tempo.

4. Elementos regulares devem ser separados dos irregulares ou ocasionais, de forma a não considerar no estudo de tempo, elementos estranhos ao método desenvolvido. Segundo MAYNARD (1970), elementos ocasionais pode existir, tendo como característica a repetição com frequência relativa previsível de acordo com o número de unidades produzidas.

Ao longo da realização de um estudo de tempo, elementos estranhos podem aparecer na execução das atividades da operação, nestes casos os elementos devem ser mencionados e mensurados no estudo, já que interferem na execução da operação ao longo da jornada de trabalho. Segundo BARNES (1985, p.282), “Cada elemento deve ser concisamente anotado.”

#### **4.1.4 Tamanho da Amostra**

O estudo de tempo faz uso de métodos estatísticos, de acordo com a configuração da distribuição da probabilidade normal, portanto sujeita a variações. Para obter uma amostra representativa, dentro deste conceito, é necessário recorrer a ensaios e cálculos que definam o tamanho desta amostra.

Segundo BARNES (1985 p.284), “O estudo de tempo é um processo de amostragem; conseqüentemente, quanto maior o número de ciclos cronometrados tanto mais representativos serão os resultados obtidos para a atividade em estudo”.

MOREIRA (2000, p.299), define que a quantidade de tomadas de tempos a serem executadas está relacionada com a variabilidade dos tempos, a precisão desejada e o nível de confiança que se espera do trabalho, segundo ele, “Quanto maior forem, isoladamente ou em conjunto, a variabilidade das medidas, a precisão desejada e o nível de confiança pretendido, maior será o número de medidas necessárias.”

Seguindo este raciocínio, o nível de confiança do estudo pode ser determinado pela importância deste evento, e geralmente não sofre alteração, a precisão ou erro relativo, também são tidas como medidas a serem estimadas e padronizadas para todas as tarefas, o que realmente sobra como variante é exatamente a variação dos tempos observados ao longo da cronometragem. Estes tempos podem variar, por motivos relacionados à operação, como:

- Método de Trabalho; variações no método de execução do trabalho em função da não compreensão do operador, método não definido ou definido com abrangência tão grande que altera de forma significativa os tempos. Os métodos podem apresentar necessidade de alteração ao longo de sua execução, em especial por problemas relacionados com:

- a) ferramenta de trabalho apresentar variações ao longo da execução do trabalho,

- b) matéria prima, quando apresenta características diferentes de peça para peça, aumentando assim a variação dos movimentos necessários à execução do método,
- c) ritmo de trabalho do operador, que pode sofrer alterações ao longo de execução do estudo de tempo em função do desgaste pessoal, ou falta de consistência na execução da tarefa,
- d) *Layout* não estabelecido ou estabelecido de forma difusa, o que determina distâncias diferentes na execução dos movimentos, variando assim o tempo de transporte, procura seleção ou outro movimento de precisão,
- e) condições de trabalho, relacionado principalmente ao ambiente como iluminação, ventilação, temperatura, supervisão, máquinas e equipamentos fora de condições de trabalho, etc.

Na execução da cronometragem, podemos ainda alencar problemas oriundos da tomada de tempos, divisão dos elementos mal realizada, posição do cronometrista de forma a não permitir a correta visão do trabalho, erro na execução de leitura cronotécnico, equipamento fora de condições, etc.

MOREIRA (2000, p.299), define ciclo como sendo, “O conjunto de elementos que constituem uma tarefa recebe o nome de ciclo; ciclo é, pois, a tarefa completa.” Esta definição vai nortear a determinação do número de observações a serem realizadas em uma cronometragem. A quantidade de tomadas pode ser determinada de duas formas:

- a- Utilizando a experiência do cronometrista e seu bom senso;
- b- Utilizando a modelagem estatística para determinação da quantidade de tomadas de tempo necessárias.

### **Método Estatístico para Determinação do número de ciclos a serem cronometrados.**

Existem várias fórmulas para cálculo do número de observações, porém, neste trabalho é aplicada uma já derivada e pronta para o uso de acordo com a equação (4.2).

#### **Equação 4.2.**

$$N' = \left( \frac{\beta * \sqrt{N * \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad \text{equação 5.1}$$

**Fonte: BARNES (1985).**

$\beta$  é um número atribuído igual a 40 para casos em que há 95% de confiança e  $\pm 5\%$  de erro relativo. No caso em que há 95% de confiança e  $\pm 10\%$  de erro relativo,  $\beta$  assume o valor 20. No caso em que há 95% de confiança e  $\pm 29\%$  de erro relativo,  $\beta$  assume o valor 60. Sendo:

$N'$  – Ciclos a serem cronometrados;  $N$  – Número de leituras realizadas.  $X$  – Leituras individuais e  $X^2$  – Leitura individual elevado ao quadrado.

Neste procedimento, deve-se cronometrar de 5 a 10 tomadas de tempo do ciclo operacional, não levando em consideração os elementos da operação, já que a variação de algum deles vai resultar em variação no tempo do ciclo.

Para determinação do número de ciclos a serem cronometrados também é possível utilizar outro sistema, onde através de correlações realizadas em Tabelas e ábacos, determina-se o número de elementos a serem coletados. Para efeito deste estudo, será adotada apenas esta metodologia para realização dos estudos práticos.

#### **4.1.5 Frequência dos Elementos**

Após realizar a tomada de tempo dos elementos, o próximo passo é definir a frequência deste valor em unidade de trabalho. A irregularidade não está no elemento ou em seu tempo de duração, mas em muitos casos na frequência. Este fator de distribuição é fundamental para a determinação de um tempo padrão. Ao apanhar um recipiente com 50 peças, este tempo deve ser distribuído entre as 50 peças.

Segundo MAYNARD (1970, p.84), “O tempo dispendido pelos elementos intermitentes de um ciclo pode ser adequadamente distribuído por unidade de produção.”

Em outras palavras, existem elementos que são realizados uma vez para uma determinada quantidade de peças, como transportar uma caixa com  $x$  quantidade de peças, neste caso é necessário distribuir o tempo pela quantidade de peças, evidenciando assim a frequência do tempo em relação à quantidade de peças. Este rateio é realizado na cronometragem, antes da determinação do tempo padrão, sempre que o tempo por unidade exigir.

#### **4.1.6 Avaliação de Ritmo**

Segundo BARNES (1985, p.298), “avaliação de ritmo é o processo durante o qual o analista de estudo de tempo compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal.” Este índice vai ser aplicado diretamente ao tempo do elemento, obtendo-se assim o tempo normal. Este procedimento equaliza o tempo de forma que qualquer que seja o ritmo do operário cronometrado, o tempo será ajustado para o ritmo de um operário tido como normal.

A avaliação do ritmo ajusta o tempo normal cronometrado a uma base em que um operador normal treinado realize a atividade dentro do tempo estabelecido.

Existem várias formas de realizar esta operação, porém sempre vai depender do julgamento do analista que está realizando o estudo de tempo. Vários sistemas são mencionados nas literaturas. Segundo BARNES (1995), há vários sistemas para a realização desta avaliação, alguns são descritos à seguir:

#### 4.1.7 Sistemas de Avaliação de Velocidade

O sistema de avaliação da velocidade, é descrito por MAYNARD (1970) como sendo uma técnica que mede a velocidade do movimento do operador, é considerado como único fator na avaliação do operador durante a execução da operação.

Neste procedimento, os analistas realizam avaliações, comparando o ritmo do operador trabalhando com o conceito de ritmo normal estabelecido mentalmente por ele, o que traz muita variação, motivando discórdia no estabelecimento do tempo padrão. O conceito de normal é desenvolvido pelo analista através de treinamento.

Outra forma também utilizada é a de determinar se o operador em análise está acima ou abaixo da média dos tempos obtidos, caso acima, o analista utiliza como padrão os tempos que se encontram acima da média como padrão, se o ritmo está abaixo, o analista utiliza os valores abaixo da média como referência.

#### 4.1.8 Sistema *Bedaux*

O sistema *Bedaux*, foi divulgado em 1916, como sendo um sistema de mensuração para incentivo salarial. O sistema estabelece uma unidade de tempo da operação com duração definida com Unidade de Tempo (UT), que vale 1 minuto, ou seja, 1 UT equivale a 1 minuto de trabalho.

Para medir a duração os estudos de tempo devem conter uma avaliação de ritmo baseada em dois fatores: **Habilidade**, que o método descreve como sendo a destreza e a familiaridade do operário com a operação e o **Esforço**, definido como sendo a energia consumida pelo homem na execução da operação. Acoplado a este critério, Charles Bedaux inseriu uma Tabela de descontos para a fadiga.

A Tabela 4.1, compara métodos de cálculo de produtividade, onde é possível observar a diferença do método *Bedaux* em relação ao sistema de percentual, elaborado por Taylor.

**Tabela 4.1- Comparativo de produtividade.**

Sistema Taylor	Sistema <i>Bedaux</i>	Faixa de Trabalho
70 %	42 UT	Abaixo do Normal
80 %	48 UT	
96 %	58 UT	
100 %	60 UT	Faixa Normal
120%	72 UT	Acima do Normal
128 %	77 UT	

**Fonte: BARNES (1995)**

Esta foi a primeira forma sistematizada de avaliação de ritmo, de forma a criar critérios definidos para execução desta tarefa. Segundo BARNES (1985, p.298), “O sistema *Bedaux* representava um processo definido com relação a este método informal praticado anteriormente, de se avaliar o ritmo do operador.”

#### 4.1.9 Sistema de *Westinghouse*

O sistema *Westinghouse*, foi publicado em 1927, tendo sido desenvolvido na empresa *Westinghouse* na década de 1920, e se caracteriza por estabelecer o ritmo do operador ao longo da cronometragem, utilizando-se para isto 4 fatores que segundo o estudo são responsáveis pela velocidade do operador, sendo, portanto, possível avaliar. Habilidade, Esforço, Condições e Consistências são segundo MAYNARD (1970), elementos importantes que determinam a média de produção conseguida por um operador.

Este sistema é detalhado no estudo de tempo mostrado no capítulo 5.

O sistema oferece uma Tabela, onde cada fator é mensurado a partir dos experimentos realizados como padrão e a totalização indica o ritmo em que o operador está trabalhando. O ponto fundamental neste sistema é entender de forma clara a tradução do fator na observação do operador, ou seja, é necessário entender o que significa cada fator e suas variações.

Os fatores Habilidade e Esforço são relevantes, impactando mais na avaliação que os fatores Condições e Consistência, que interferem com menor grau no cálculo do ritmo do operador. Ver Tabela 4.2.

**Habilidade:** Definida como sendo a destreza que o operador apresenta ao longo da execução da tarefa, sua precisão e familiaridade com a execução, tipo de movimentos realizados, coordenação dos elementos, etc. A habilidade é dividida em 6 faixas diferentes, mensuradas através de coeficientes que variam de fraco a super-hábil.

**Esforço:** MAYNARD (1970) define esforço como sendo a vontade de trabalhar, ou seja, é o dispêndio de energia que o operador coloca na realização da tarefa, ou seja, o quanto ele se interessa pelo trabalho. Também este fator é mensurado através de 6 coeficientes diferentes, que variam de fraco a excessivo. Ver Tabela 4.3.

**Condições:** Segundo MAYNARD (1970), outro fator que interfere na operação, afetando mais o operador do que a operação. Desta forma este fator corrige o tempo em relação às condições de temperatura, ventilação, iluminação e outros fatores que afetam de forma direta na produtividade dos operários quando da execução das tarefas estabelecidas. Ver Tabela 4.4.

**Tabela 4.2 - Valores mensurados para cada classe do fator Habilidade.**

Valor	Classe	Descrição	Características
+ 0,15	A1	Super-Hábil	Movimentos sempre iguais, mecânicos, comparáveis ao de uma máquina.
+0,13	A2		
+ 0,11	B1	Excelente	Precisão nos movimentos, nenhuma hesitação e ausência de erros.
+0,08	B2		
+ 0,06	C1	Bom	Tem confiança em si mesmo, ritmo constante, com raras hesitações.
+0,03	C2		
1,00	D	Normal	Trabalha com exatidão satisfatória, o ritmo se mantém razoavelmente constante.
- 0,05	E1	Regular	Adaptado relativamente ao trabalho cometendo erros e seus movimentos são quase inseguros.
- 0,10	E2		
- 0,16	F1	Fraca	Não adaptada ao trabalho, comete erros e seus movimentos são inseguros.
- 0,22	F2		

**Fonte: Barnes (1985)**

**Tabela 4.3 – Valores do Fator Esforço.**

Valor	Classe	Descrição	Características
+ 0,13	A1	Excessivo	Se lança numa marcha impossível de manter. Não serve para estudos de tempo.
+0,12	A2		
+ 0,10	B1	Excelente	Trabalha com rapidez e com movimentos precisos.
+0,08	B2		
+ 0,05	C1	Bom	Trabalha com Constância e confiança, muito pouco ou nenhum tempo perdido.
+0,02	C2		
1,00	D	Normal	Trabalha com constância e se esforça razoavelmente.
- 0,04	E1	Regular	As mesmas tendências, porém com menos intensidade.
- 0,08	E2		
- 0,12	F1	Fraca	Falta de interesse ao trabalho e utiliza métodos inadequados.
- 0,17	F2		

Fonte: BARNES (1985)

**Tabela 4.4 – Valores do Fator Condições.**

Valor	Classe	Descrição	Características
+ 0,06	A	Ideal	Oferece condições ideais de trabalho.
+ 0,04	B	Excelente	Oferece boas condições de trabalho.
+ 0,02	C	Bom	Oferece condições satisfatórias de trabalho.
0,00	D	Normal	Oferece condições normais de trabalho.
- 0,03	E	Regular	Oferece condições de trabalho mínimas.
- 0,07	F	Fraca	Oferece condições ruins de trabalho.

Fonte: BARNES (1985)

**Consistência:** Neste fator é verificada a consistência em que a tarefa é realizada, ou seja, se os movimentos e conseqüentemente os tempos, se apresentam de forma consistente ou se os resultados apresentam falta de consistência. MAYNARD (1970), relata que os elementos que podem afetar o método ou a consistência devem ser corrigidos antes que o estudo de tempo seja realizado. Ver Tabela 4.5.

**Tabela 4.5 – Valores do Fator Consistência.**

Valor	Classe	Descrição	Características
+ 0,04	A	Perfeita	Oferece ótima consistência.
+ 0,03	B	Excelente	Oferece boas condições de Consistência.
+ 0,01	C	Bom	Oferece condições satisfatórias de consistência.
0,00	D	Normal	Oferece condições normais de consistência.
- 0,02	E	Regular	Oferece condições de consistências muito baixa.
- 0,04	F	Fraca	Oferece condições ruins ou não apresenta consistência.

**Fonte: BARNES (1985)**

Nesta metodologia, o tempo obtido no estudo é normatizado pela aplicação da soma da avaliação dos quatro fatores que compõe o sistema.

#### 4.1.10 Avaliação Sintética do Ritmo

Esta metodologia tem como procedimento calcular o ritmo do operário, mediante comparativo do tempo observado e o tempo predeterminado para o mesmo movimento. Segundo BARNES (1985, p.299), “O procedimento consiste em se fazer um estudo de tempo de forma usual e, depois, comparar os valores obtidos para o maior número possível de elementos com valores sintéticos para o elemento correspondente.” Este procedimento foi apresentado por Morrow, como forma de eliminar em grande parte, a necessidade do processo de avaliação de ritmo. O cálculo para esta metodologia é:  $R = P / A$ . Onde:

R = Fator de Ritmo

P= Tempo Sintético para o elemento, expresso em minutos,

A= Tempo médio cronometrado para o mesmo elemento.

Após entender os vários métodos para avaliar o ritmo do operador é definida a forma de aplicar tal metodologia. Nas bibliografias estudadas observam-se duas formas de empregar a avaliação de ritmo, praticar individualmente para cada elemento ou aplicar de uma forma geral para todos os elementos de forma global.

É evidente que o mesmo operador pode trabalhar em diferentes ritmos para cada elemento que compõe a operação estudada. Desta forma, MAYNARD (1970), descreve como regra, avaliar de forma global os elementos quando ele tiver tempos iguais ou inferiores a 0,05 minutos. Nesta situação a avaliação ficará muito mais precisa, já que elementos inferiores a 0,05, não permite observação detalhada da execução, aumentando o erro do analista.

Da mesma forma, em elementos superiores a 0,05, ao analista avaliar com precisão o ritmo do operador, neste caso o modelo de avaliação de ritmo individual para cada elemento é adotado.

#### **4.1.11 Tolerâncias**

O homem tem como necessidade realizar algumas paralisações ao longo da jornada de trabalho, estas paralisações e variações de ritmo devem ser contempladas nos tempos, já que tais paralisações estão fora do controle. Em outras oportunidades pode ocorrer paralisação devido à espera, atrasos ou outras paralisações técnicas que contribuem para reduzir a quantidade produzida ao longo da jornada. Desta forma todas estas intervenções devem ser medidas e se não podem ser evitadas, devem estar contidas no tempo padrão.

O tempo normal do trabalho é definido por BARNES (1977), simplesmente como sendo o tempo necessário para um operador qualificado executar a operação trabalhando em um ritmo normal.

#### **4.1.12 Tolerâncias Pessoais**

Tolerância destinada ao operador, para que ao longo da jornada de trabalho possa realizar suas necessidades pessoais, fisiológicas ou específicas. Segundo TOLEDO (2007), este tempo é destinado ao operador para atender às suas necessidades fisiológicas: beber água, ir ao banheiro e outras exigências pessoais que se apresentam durante o trabalho.

Este fator de desconto pode variar em função do trabalho, seu grau de esforço, condições do ambiente, fisiologia do indivíduo e outros fatores que interfere ou resulta em paradas ao longo da jornada de trabalho.

Normalmente este tipo de concessão é estabelecido pelo estudo de amostragem do trabalho, porém é comum este fator ser padronizado. Este fator é aplicado como porcentagem do tempo normal, e afeta tanto o tempo de manuseio como o tempo máquina.

Segundo TOLEDO (2007), o valor deste coeficiente é de 5% sobre o tempo efetivo de trabalho. Este valor é o resultado de inúmeros estudos realizados em vários países de alto nível de industrialização.

#### **4.1.13 Tolerância para Espera**

Em operações que envolvem máquinas, equipamentos ou simplesmente operações manuais, há durante a jornada algumas interrupções do trabalho, na qual o estudo de tempo tem necessariamente de ser contido através de concessão de desconto.

Segundo BANES (1985, p.315), “Cada espera inevitável deve constituir um desafio para o analista e para o mestre, devendo ser feito todo esforço possível a fim de eliminá-los. O tipo e a frequência da ocorrência de espera para uma dada classe de trabalho pode ser determinado através de estudos contínuos ou amostragens do trabalho feitas durante o período de tempo suficientemente extenso para fornecer dados de confiança.”

#### **4.1.14 Tolerância para Fadiga**

Tido como fator de importância para produtividade, estudo de tempos e métodos deve reduzir as condições que envolvem fadiga dos operários.

Segundo IIDA (2003, p.284), “Fadiga, é o efeito de um trabalho continuado, que provoca uma redução reversível da capacidade do organismo e uma degradação qualitativa trabalho a ser realizado.”

MAYNARD (1970) define fadiga como sendo um fator de permissão e de influência sobre operações industriais.

O efeito da fadiga é provocado ou influenciado por fatores fisiológicos e psicológicos ligados a realização da operação, ambiente de trabalho e natureza da tarefa, que determinam como consequência a redução da velocidade do operador, aumento dos erros, falta de concentração, falta de ordenamento da operação e etc.

Segundo IIDA (2003), a fadiga é dividida em dois grupos, separada pelas características de suas ocorrências:

- Fatores Fisiológicos: quando um operário é submetido a tarefas fatigantes, ele pode provocar um desequilíbrio nas atividades dos órgãos, esgotamento das reservas de energia, alteração na urina e no sangue, alteração no sistema

nervoso, etc. Dentro de certos limites, este estado de fadiga pode ser reversível com pausas no trabalho ou repouso entre as jornadas de trabalho.

- **Fatores Psicológicos:** caracterizado pela sensação geral de cansaço, desinteresse, irritabilidade, maior sensibilidade, fome constante, sensação de calor e etc. Este tipo de desvio ocorre quando o operário é submetido a grandes esforços mentais continuados, com pouca solicitação de esforço físico ou com fortes doses de conturbações sentimentais.

Além destes fatores, ainda observa-se que a diferença de biótipo e psicológica entre os operários determina que a interferência da fadiga não atue do mesmo modo em todas estas diferenças.

Desta forma, o ambiente de trabalho pode influir diretamente na intensidade da fadiga, desta forma deve ser conhecida e ser foco de melhoria, podendo assim alterar a produtividade. Alguns pontos considerados:

**Horas de trabalho:** A duração da jornada de trabalho é um fator relevante do aumento do índice de fadiga no operário. Neste contexto observa-se que a jornada aumentada determina maior fadiga, portanto menor produtividade.

**Período de descanso:** Ao longo da jornada de trabalho é de fundamental importância inserir intervalos de descanso programados, a duração varia de acordo com a temperatura, umidade e esforço necessário para a execução da tarefa. Em estudos realizados, observa-se a existência de tarefas nas quais operários têm períodos de descanso de até 57% da jornada de trabalho. Neste ponto também descreve as micro pausas, que são pequenos intervalos de descanso durante a execução de movimentos ou operações.

**Iluminação, Temperatura, Ruído, Vibração e Ventilação:** As condições ambientais têm grande impacto na fadiga do operário. Trabalhos executados sem as condições ambientais necessárias alteram de forma bastante significativa a fadiga do operário. O desconforto reduz a velocidade, o nível de acerto e diminui a concentração na realização das tarefas.

**Efeito da Atitude Mental sobre a Fadiga:** A atitude mental do operador em relação ao seu superior, as condições de vida no trabalho e no lar, é provavelmente o fator individual que mais influi na eficiência do empregado. Neste contexto também se considera o ambiente da fábrica através das cores das paredes, etc.

**Monotonia:** Segundo IIDA (1998, p.280), “Monotonia é a reação do organismo a um ambiente uniforme, pobre em estímulos ou com pouca variação das excitações.” Como consequência deste ambiente pouco estimulante, identificando a diminuição da atenção do operário à realização da operação e o aumento considerável do tempo de reação aos estímulos. A monotonia é causada por atividades prolongadas, curtos ciclos operacionais e a repetibilidade do ciclo, etc.

A Figura 4.1 ilustra formulário específico para o cálculo do índice de fadiga, utilizado na aplicação deste trabalho.

**Figura 4.1 – Folha de Análise de Fadiga**

FOLHA DE ANÁLISE DE FADIGA							
Operação:				Máquina:		Setor:	
Fator A	Fadiga Mental						
	Fadiga Física						
	Total Item A						
Fator B	Tempo do Ciclo						
	Tempo de Recuperação						
	% Tempo de Recuperação						
	Total Item B						
Calculo da Fadiga	% de Fadiga ( Mental e Física)			( A x B )			
	Monotonia						
	Tempo Total de Abono para Fadiga						
Esforço Mental		Esforço Físico		Tempo de Recuperação		Monotonia	
Grau	Abono	Grau	Abono	% do Tempo	Abono	Ciclo	Abono
		Muito Leve	1,80%	0 a 5	1,00	0 até 0,05	7,80%
				6 a 10	0,90	0,06 até 0,25	5,40%
leve	0,60%	leve	3,60%	11 a 15	0,80	0,26 até 0,50	3,60%
				16 a 20	0,71	0,51 até 1,00	2,10%
Médio	1,80%	Médio	5,40%	21 a 25	0,62	1,00 até 4,00	1,50%
				26 a 30	0,54	4,01 até 8,00	1,00%
Pesado	3,00%	Pesado	7,20%	31 a 35	0,46	8,01 até 12,00	0,60%
				36 a 40	0,39	12,01 até 16,00	0,30%
		Muito Pesado	9,00%	41 a 45	0,32	acima de 16,00	0,10%
				46 a 50	0,26		
				51 a 55	0,20		
				56 a 60	0,15		
data				analista			

**Fonte: BARNES (1985)**

## 4.2 MTM-*Methods-Time Measurement*

### 4.2.1 Histórico

A evolução do desenvolvimento das técnicas de mensuração de tempos, demonstrada nos capítulos anteriores serve como pano de fundo para várias técnicas de tempos sintéticos. Este trabalho tem como objetivo principal, comparar a técnica de cronometragem com a técnica MTM, o que motivou um maior detalhamento.

Definido como sendo *Methods Time Measurent (MTM)*, esta técnica começou a ser concebido em 1940 nas dependências da empresa Westinghouse, em Pittsburgh pelos engenheiros Maynard, Stegemerten e Schwab, com o objetivo de reduzir os tempos das operações e melhorar os métodos existentes

Segundo MAYNARD (1970, p.19), “MTM é definido como um procedimento que analisa qualquer operação manual ou método nos movimentos básicos necessários para executá-lo, e atribuir a cada um deles um tempo padrão, pré-determinado, o qual é determinado pela natureza do movimento e condições sob as quais ele é realizado.”

O estudo, conforme FULLMANN (1975), começou em 18 empresas em *Pittsburgh*, seguindo a uma aplicação do método em uma fábrica da *Westinghouse* em Lima (Peru), ampliando seguidamente para outras 25 empresas.

Maynard, Stegemerten e Schwab, iniciaram o desenvolvimento do MTM, baseados nos trabalhos existentes nos processos das empresas, em diferentes áreas geográficas. Desta forma, segundo MAYNARD (1970), foram retirados elementos perturbadores dos operários, que podem afetar a medição do tempo ou mesmo o estabelecimento de um método consistente.

Estas operações eram filmadas com uma câmera, que apresentava velocidade constante de 16 quadros por segundo, velocidade esta que apresentava melhores condições de identificar o início e o término de cada movimento necessário para realizar a operação. Os operários filmados eram bem treinados e experientes, com destreza e familiaridade com a operação que estavam realizando. Com base neste trabalho, foi desenvolvido o sistema de tempos pré-determinados em Tabelas com 8 movimentos manuais, nove movimentos do pé e tronco e dois movimentos oculares. O estudo determinou, ainda, que estes movimentos eram influenciados pelas condições físicas e mentais ou a combinação delas na realização dos movimentos.

Com este trabalho foi possível tabular os movimentos e suas variáveis, estabelecendo assim tempos para cada movimento e suas variações. A consolidação desta técnica veio apenas em 1948, com a publicação do livro “*Methods-Time Measurement*”.

O MTM, atualmente e a técnica mais utilizado em todo o mundo de tempos predeterminados, tem como objetivo analisar e descrever qualquer operação manual ou método, em movimentos básicos necessários para sua realização, atribuindo para cada movimento, um padrão de tempo predeterminado, que é determinado pela natureza do movimento e as condições em é realizado.

Trata-se de um procedimento que analisa qualquer operação manual ou método nos movimentos básicos necessários, atribuindo a cada movimento um tempo padrão predeterminado, o qual é determinado pela natureza do movimento e condições sob as quais são realizados (EPIC DO BRASIL 2002).

#### 4.2.2 Conceito

Resumidamente o MTM funciona da seguinte maneira: identificam-se os movimentos ou micromovimentos que o operador executa em sua operação, para cada um deles determinando tempos em função de algumas variáveis, tais como distância, frequências, dificuldades, dentre outras, (as variáveis são encontradas em Tabelas padrões de análise), com isso, somam-se os tempos de todos os movimentos, obtendo o tempo padrão da operação (Figura 4.2) (EPIC DO BRASIL 2002).



**Figura 4.2 - Fluxograma explicativo do funcionamento MTM.**

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

### 4.2.3 Evolução do MTM - *Methods-Time Measurement*

A EPIC DO BRASIL (2002) observa que a rápida evolução desta técnica e a sua ampla disseminação acabou por criar associações destinadas à correta transmissão dos conceitos e aplicações nas mais variadas regiões.

A forma encontrada foi a criação de associações para o desenvolvimento e disseminação desta técnica. A primeira foi fundada em 1951, com o nome de "US. MTM - *Association for Standards and Research*" em Nova York, que mais tarde mudou-se para Ann Arbor, Michigan. Segundo SUGAI (2003, p.18), “Os direitos autorais do Método foram transferidos dos autores-pesquisadores para a Associação MTM americana, que atua no âmbito de utilidade pública, incorporando em seus objetivos estatutários o compromisso de fomento de pesquisas de princípios básicos MTM.”

Na mesma base, outras associações foram sendo criadas, com vínculos com a US.MTM, desta forma destacamos a criação da associação MTM Alemã, a *Deutsche MTM-Vereinigung e. V.* (DMTM-V). A seguir descrevemos a evolução da metodologia e suas aplicações:

MTM – GPD (*General Purpose Data*): elaborado pela Associação Americana

MTM – SD (Valores Básicos): desenvolvido pela Associação MTM Alemã

MTM – 2: desenvolvido pela Associação MTM da Suécia

MTM – 3: representa uma compactação adicional ao MTM – 2

MTM – BSD: dados para “escritório-especialista”

MTM – UAS: sistema de análise universal – produção em série

MTM – MEK: voltado para produção de peças avulsas e séries pequenas

MTM - PROKON: Engenharia de produto

MTM - Controle visual

Segundo SUGAI (2003), no Brasil ainda não há uma Associação MTM. As empresas que desejam implantar o MTM de forma correta contratam consultorias internacionais. Empresas multinacionais, por determinação da matriz, buscam formas de implantar o MTM no setor de manufatura com o apoio destas consultorias. A Associação MTM alemã, em convênio com a consultoria Epic do Brasil, divulga o método no país como instrumento para melhorar a competitividade das empresas (PRIEMER, 2002). Entre os pontos chave desse trabalho já definidos está à tradução para o português do material de treinamento, inclusive do *software* desenvolvido especificamente para a aplicação do MTM. Esta evolução foi coroada

com o aprimoramento da própria técnica original, onde foram derivados pontos que melhor aderissem às necessidades de utilização.

#### 4.2.4 MTM - Methods-Time Measurement

A técnica MTM é um método destinado a estruturar a sequência de movimentos em movimentos básicos. A cada movimento básico é atribuído o valor de um tempo padrão, que é predeterminado em função dos fatores que influenciam a sua composição (MTM, 2005).

O método pode ser aplicado para:

- 1) Configuração dos métodos de trabalho e produtos: Para planejar e/ou aperfeiçoar os métodos de trabalho, além de servir para a elaboração de diretrizes para a configuração dos meios de produção, dos dispositivos, das ferramentas, do fluxo do material e da configuração do produto.
- 2) Apuração de tempos: Para formar os tempos planejados, para definir tempos de referência para níveis de remuneração vinculados ao desempenho e realizar pré-cálculos.
- 3) Instrução de trabalho: Para descrever o método como uma forma de documento para o treinamento (MTM, 2005).

Algumas limitações do método são:

- 1) A definição estabelece que o MTM trata-se de procedimentos nitidamente influenciáveis (manuais). Tempos que podem ser influenciados sob determinadas condições e tempos de procedimentos não influenciáveis (processos) são cronometrados ou calculados.
- 2) O 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.
- 3) O tempo padrão não considera os tempos de distribuição e nem os de recuperação (MTM, 2005).

Os movimentos básicos do MTM podem ser resumidos em cinco, que estão citados na Figura 4.3: alcançar: movimentar a mão na direção de um objeto; pegar: passar a controlar um objeto; mover: movimentar um objeto com a mão; posicionar: alinhar ou inserir objetos e soltar: deixar de controlar um objeto.

No MTM, para cada um desses movimentos há uma Tabela (Tabela de Tempos Padrões MTM), nessa, está inclusa uma Tabela de conversão de tempos, e outra da qual pode deduzir os movimentos que podem ser executados pelas duas mãos simultaneamente.

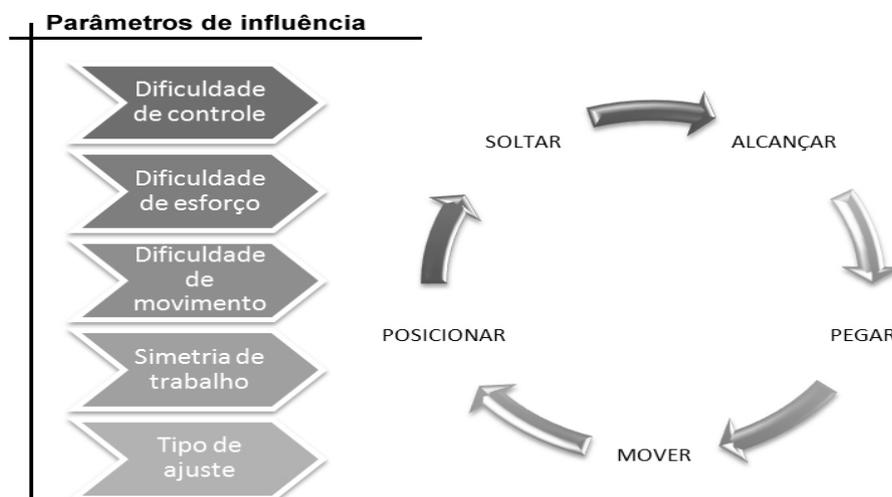


Figura 4.3 Ilustração dos movimentos básicos

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

Na Tabela de Tempos Padrão MTM os movimentos (alcançar, pegar, soltar, mover, posicionar, soltar e separar), estão divididos de acordo com o esforço de controle (difícil, fácil) e também por uma faixa de distância de 2 até 80 cm (dividida de dois em dois centímetros).

#### 4.2.5 Classificação dos movimentos

Os movimentos básicos utilizados no MTM são padronizados quanto à descrição e realização. Segundo Maynard, os movimentos são caracterizados e classificados como a seguir.

##### 4.2.5.1 Alcançar (*Reach*)

Simbolizado pela letra R, o ALCANÇAR é o elemento básico empregado quando o objetivo predominante é mover a mão ou dedo para um destino ou posição genérica.”

Este movimento ainda é sub-dividido em 5 classes, dependendo do tipo de movimento a ser realizado. Estas subdivisões são simbolizadas pelas letras A, B, C, D e E.

Neste movimento ainda observamos 3 tipos genéricos de Alcançar que devem ser considerados quando da medição do movimento. Segundo MAYNARD (1970), como:

- 1) Tipo Padrão; onde a mão acelera no início, caminha com média alta de velocidade e então desacelera.
- 2) Mão em Movimento no início ou fim; onde a mão está se movendo com média de velocidade alta quando o alcançar começa e depois desacelera, ou vice-versa onde a mão está se movendo com média de velocidade alta quando o alcançar termina.
- 3) A mão está se movendo com média de velocidade alta tanto no início como no fim do alcançar.

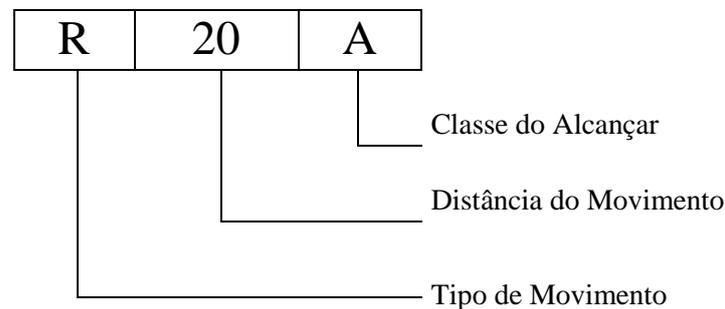
A Tabela 4.6 descreve as variações e seus respectivos tempos para o movimento ALCANÇAR.

**Tabela 4.6 – Valores do Alcançar.**

ALCANÇAR – R – (Reach)								
Distância em cm	Tempo normal em TMU							Descrição dos casos
	R – A	R – B	R – C R – D	R – E	MR – A R – AM	MR – B R – BM	Valor m por B	
Até 2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	0,4	<b>A</b> Alcançar um objeto solitário, localizado sempre em um lugar definido ou que se acha na outra mão ou sobre o qual a outra mão pousa.
4	3,4	3,4	5,1	3,2	3,0	2,4	1,0	
6	4,5	4,5	6,5	4,4	3,9	3,1	1,4	
8	5,5	5,5	7,5	5,5	4,6	3,7	1,8	
10	5,1	6,3	8,4	6,8	4,9	4,3	2,0	
12	6,4	7,4	9,1	7,3	5,2	4,8	2,6	
14	6,8	8,2	9,7	7,8	5,5	5,4	2,8	<b>B</b> Alcançar um objeto solitário que, de sequência a sequência do trabalho se acha em um lugar ligeiramente diferente.
16	7,1	8,8	10,3	8,2	5,8	5,9	2,9	
18	7,5	9,4	10,8	8,7	6,1	6,5	2,9	
20	7,8	10,0	11,4	9,2	6,5	7,1	2,9	
22	8,1	10,5	11,9	9,7	6,8	7,7	2,8	
24	8,5	11,1	12,5	10,2	7,1	8,2	2,9	<b>C</b> Alcançar um objeto, amontoado com outros iguais ou similares, exigindo escolha.
26	8,8	11,7	13,0	10,7	7,4	8,8	2,9	
28	9,2	12,2	13,6	11,2	7,7	9,4	2,8	
30	9,5	12,8	14,1	11,7	8,0	9,9	2,9	
35	10,4	14,2	15,5	12,9	8,8	11,4	2,8	<b>D</b> Alcançar um objeto muito pequeno ou que se requeira um pegar exato.
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,6	2,8	
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	2,8	
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	2,7	
55	13,9	19,8	20,9	17,8	12,0	17,1	2,7	
60	14,7	21,2	22,3	19,0	12,8	18,5	2,7	<b>E</b> Deslocar a mão para uma posição indefinida seja para recuperar o equilíbrio, seja para preparação do próprio movimento ou ainda para afastar a mão da zona de trabalho.
65	15,6	22,6	23,6	20,2	13,5	19,9	2,7	
70	16,5	24,1	25,0	21,4	14,3	21,4	2,7	
75	17,3	25,5	26,4	22,6	15,1	22,8	2,7	
80	18,2	26,9	27,7	23,9	15,9	24,2	2,7	

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

Desta forma, a descrição do movimento alcançar é realizada, utilizando os códigos.



#### 4.2.5.2 Pegar/Agarrar (G - GRASP)

Definido como sendo o movimento da mão ou do dedo necessário para realizar o controle de uma ou várias peças, necessário para realizar o próximo movimento. Este movimento sofre influência direta do modo de pegar e da forma e dimensão da peça manuseada para poder executar o movimento básico seguinte. Segundo Maynard (1970 p.31), “Este movimento começa no fim do elemento básico precedente e termina quando o próximo elemento básico inicia.

“Assim, os elementos mentais como buscar e selecionar estão incluídos nos valores do Agarrar.” Ver Tabela 4.7

**G1 - Pegar agarrando** - Pode ocorrer de três diferentes maneiras:

**G1A** - Peça que se encontra solitária e é agarrada através de um simples fechar de dedos.

**G1B** - Peça muito pequena ou plana sobre uma superfície plana, portanto com impedimento de um lado.

**G1C** - Peça aproximadamente cilíndrica e que se encontra com impedimentos de um lado e por baixo. Consoante o tamanho da peça, distinguem-se três casos: C1, C2 e C3

**G2 - Repegar** - Serve para melhorar o "pegar" ou preparar a peça (virar a peça colocando-a em posição correta para encaixar. No movimento repegar nunca se perde totalmente o contato com a peça.

**G3 - Transferir** - Verifica-se quando uma peça é passada de uma mão para a outra, com perda de controle da primeira (mão). O valor do tempo inclui o "Soltar" da primeira mão.

**G4 - Pegar escolhendo** - Verifica-se quando se pega uma peça que se encontra misturada com outras. Como no caso "Pegar Agarrando" (G1C), também as dimensões da peça que deve ser considerada. Temos então: G4A, G4B e G4C. Este caso acontece com muita frequência.

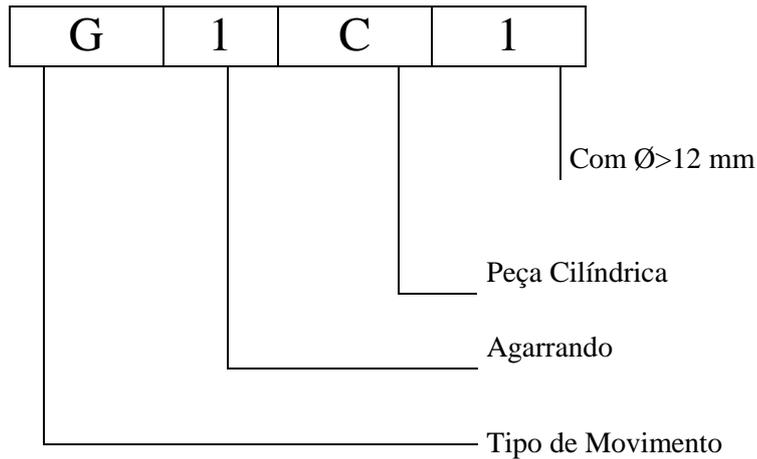
**G5 - Pegar por contato** - Acontece quando, sem fechar os dedos, se obtém suficiente controle sobre o objeto, só por contato, de forma que o movimento seguinte possa ser executado.

**Tabela 4.7 – Valores do Pegar.**

Pegar – G – ( <i>Grasp</i> )			
Símbolo	TMU	Descrição dos Casos	
G1A	2,0	Pegar com facilidade um objeto solitário.	
G1B	3,5	Pegar um objeto muito pequeno ou um objeto plano apoiado sobre uma superfície plana.	
G1C1	7,3	> 12 mm Ø	Pegar um objeto aproximadamente cilíndrico dificultado por obstáculos de um lado e por baixo.
G1C2	8,7	de 6 até 12 mm Ø	
G1C3	10,8	< 6 mm Ø	
G2	5,5	Tornar a pegar: Mudar o “pegar” num objeto sem perder o controle sobre ele.	
G3	5,8	Transferir: Uma das mãos toma o controle de um objeto enquanto a outra solta.	
G4A	7,3	> 25 x 25 x 25 mm	Pegar um objeto misturado com outros, requerendo procura e seleção.
G4B	9,1	6 x 6 x 3 até 25 x 25 mm	
G4C	12,9	< 6 x 6 x 3 mm	
G5	0,0	Pegar por contato: por simples contato sobre o objeto, ter o suficiente controle para executar o movimento básico seguinte.	

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

Desta forma a descrição do movimento alcançar é realizada utilizando os códigos.



#### 4.2.5.3 Mover (M – Move)

É o elemento básico necessário para transportar uma ou várias peças com a mão ou com os dedos, para um local determinado. Este movimento tem influência direta da distância percorrida, o esforço necessário para realizar o movimento relacionado com o peso e a resistência e a situação do movimento.

Este movimento é subdividido em 3 classes distintas:

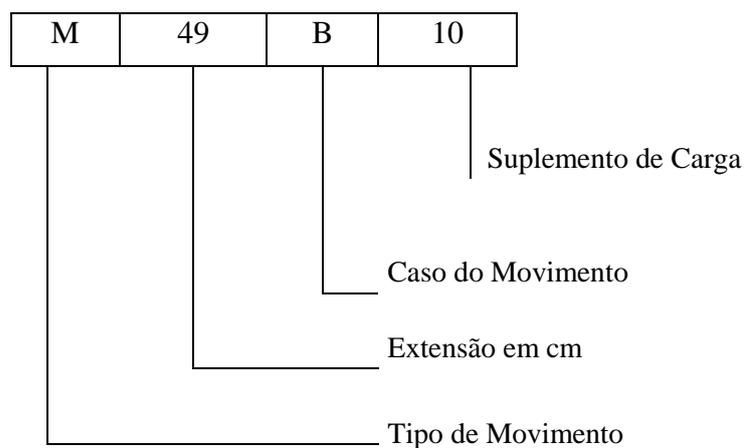
- 1) **MA** – Caracterizado por requerer pouco esforço visual e concentração, como passar um objeto de uma mão para outra ou contra um anteparo.
- 2) **MB** – Caracterizado por mover um objeto para um local determinado, exigindo maior concentração e esforço visual.
- 3) **MC** – Caracterizado por requerer grande esforço visual e concentração, para colocar o objeto em local exato, exigindo precisão e controle do movimento. Ver Tabela 4.8.

**Tabela 4.8 – Valores do Mover.**

Mover – M – (Move)									
Distância em cm	Tempo em TMU					Com esforço			Descrição dos casos
	M-A	M-B	M-C	Mm- B	Valor m por B	Peso até caN	Fator W	Constante SC	
Até 2	2,0	2,0	2,0	1,7	0,3	1	1,00	0,0	<b>A</b> Objeto levado para a outra mão ou contra um encosto.
4	3,1	4,0	4,5	2,8	1,2				
6	4,1	5,0	5,8	3,1	1,9	2	1,04	1,6	
8	5,1	5,9	6,9	3,7	2,2				
10	6,0	6,8	7,9	4,3	2,5	4	1,07	2,8	
12	6,9	7,7	8,8	4,9	2,8				
14	7,7	8,5	9,8	5,4	3,1	6	1,12	4,3	
16	8,3	9,2	10,5	6,0	3,2				
18	9,0	9,8	11,1	6,5	3,3	8	1,17	5,8	
20	9,8	10,5	11,7	7,1	3,4				
22	10,2	11,2	12,4	7,6	3,6	10	1,22	7,3	<b>B</b> Objeto levado a uma posição aproximada ou indefinida.
24	10,6	11,8	13,0	8,2	3,6				
26	11,5	12,3	13,7	8,7	3,6	12	1,27	8,8	
28	12,1	12,8	14,4	9,3	3,5				
30	12,7	13,3	15,1	9,8	3,5	14	1,32	10,4	
35	14,3	14,5	16,8	11,2	3,3				
40	15,8	15,8	18,5	12,6	3,0	16	1,36	11,9	
45	17,4	16,8	20,1	14,0	2,8				
50	19,0	18,0	21,8	15,4	2,6	18	1,41	13,4	<b>C</b> Objeto levado a uma posição definida.
55	20,5	19,2	23,5	16,8	2,4				
60	22,1	20,4	25,2	18,2	2,2	20	1,46	14,9	
65	23,6	21,5	26,9	19,5	2,1				
70	25,2	22,8	28,6	20,9	1,9	22	1,51	16,4	
75	26,7	24,0	30,3	22,3	1,7				
80	28,3	25,2	32,0	23,7	1,5				

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

Desta forma a descrição do movimento alcançar é realizada, utilizando os códigos.



#### 4.2.5.4 Posicionar (P – Position)

Segundo MAYNARD (1970, p.33), posicionar “é definido como elemento básico empregado para alinhar, orientar e acoplar um objeto com outro, onde os movimentos usados são tão pequenos que eles não justificam sua classificação como outro elemento básico.” Este movimento é influenciado diretamente pela classe do ajuste, pela simetria e pela facilidade de manuseio do objeto.

**Classe do Ajuste** - O movimento de Posicionar é subdividido em 3 classes, sendo:

- 1) **Classe 1:** caracterizado por utilizar ajuste folgado.
- 2) **Classe 2:** Caracterizado por utilizar ajuste apertado, requerendo leve pressão ao posicionar.
- 3) **Classe 3:** Caracterizado por utilizar ajuste preciso ou exato, requerendo para isto alta pressão.

**Simetria** - Segundo MAYNARD (1970, p.34), “a simetria das partes afeta o tempo de orientação junto ao ponto de acoplamento.” Este movimento é subdividido em 3 classes:

- 1) **Classe 1: Simétrico**, que possibilita fácil posicionar, já que o objeto oferece inúmeras posições para o posicionamento.
- 2) **Classe 2: Semi Simétrico**, que possibilita o posicionamento do objeto em diversas posições.
- 3) **Classe 3: Não Simétrico**, que possibilita o posicionamento do objeto em apenas uma posição.

**Facilidade de Manejo** - A facilidade no manusear a peça se traduz em tempo maior, desta forma a Facilidade de Manejo é subdividida em 2 classes:

- 1) **Classe E (*easy*)**; caracterizado por fácil manejo.
- 2) **Classe D (*difficult*)**; caracterizado pela dificuldade em manusear o objeto.

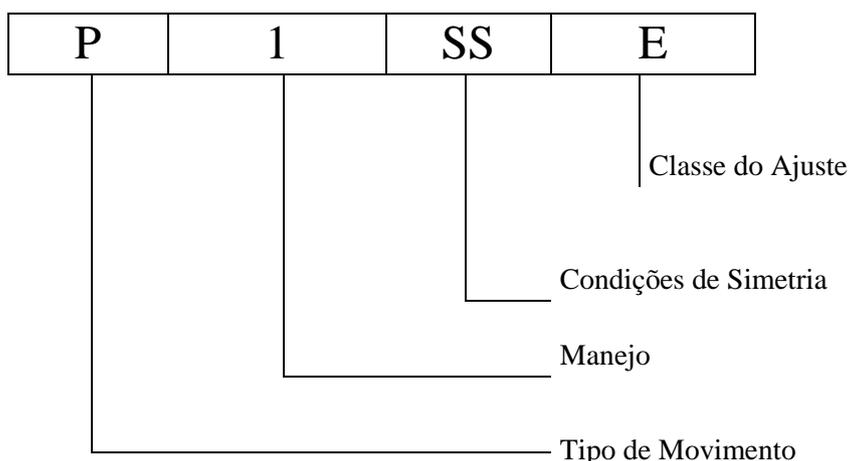
A Tabela 4.9 mostra os valores de posicionar de acordo com Associação Alemã de MTM e da EPIC DO BRASIL (2002).

**Tabela 4.9 – Valores do Posicionar.**

Posicionar – P – ( <i>Position</i> )						
Símbolo	Ajuste	Descrição	Alinhar mm	Simetria	E	D
P1	Solto	Nenhuma pressão necessária	$\leq \pm 6,0$	S	5,6	11,2
				SS	9,1	14,7
				NS	10,4	16,0
P2	Justo	Leve pressão necessária	$\leq \pm 1,5$	S	16,2	21,8
				SS	19,7	25,3
				NS	21,0	26,6
P3	Firme	Forte pressão necessária	$\leq \pm 0,4$	S	43,0	48,6
				SS	46,5	52,1
				NS	47,8	53,4

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

Desta forma a descrição do movimento alcançar é realizada, utilizando os códigos:



#### 4.2.5.5 Desengatar (D – *Desengage*)

Segundo MAYNARD (1970, p.35), desengatar “é definido como elemento básico usado para romper o contato entre um objeto e outro. É caracterizado por um movimento involuntário causado pelo término súbito da resistência.”. Este movimento é influenciado diretamente pela classe do ajuste e pela facilidade de manuseio do objeto.

**Classe do Ajuste** - O movimento de Posicionar é subdividido em 3 classes, sendo:

- 1) **Classe D1:** caracterizado por utilizar ajuste folgado, necessitando de esforço muito ligeiro.
- 2) **Classe D2:** Caracterizado por utilizar ajuste apertado, necessitando de esforço normal.
- 3) **Classe D3:** Caracterizado por utilizar ajuste preciso ou exato, necessitando esforço considerável.

**Facilidade de Manejo** - A facilidade no manusear a peça se traduz em tempo maior, desta forma a Facilidade de Manejo é subdividida em 2 classes:

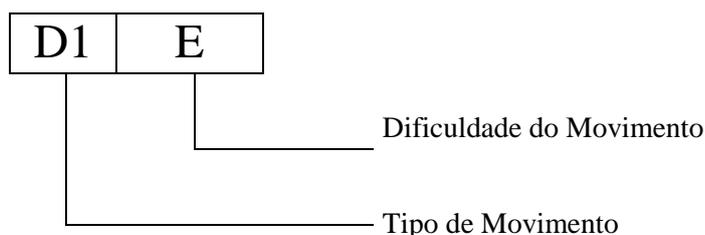
- 1) **Classe E (easy)**: caracterizado por fácil manejo.
- 2) **Classe D (difficult)**: caracterizado pela dificuldade em manusear o objeto. Ver Tabela 4.10.

**Tabela 4.10 – Valores do Separar.**

Separar – D – ( <i>Disengage</i> )				
Símbolo	Ajuste	Descrição	E	D
D1	Solto	Pequeno esforço – retrocesso mínimo	4,0	5,7
D2	Justo	Esforço médio – retrocesso leve até 10 cm	7,5	11,8
D3	Firme	Esforço grande – retrocesso forte mais que 10 cm	22,9	34,7

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

Desta forma a descrição do movimento alcançar é realizada, utilizando os códigos.



#### 4.2.5.6 Carregar Soltar (*Release Load*)

Segundo MAYNARD (1970, p.36), carregar “é definido como elemento básico usado para abandonar o controle de um objeto pelos dedos ou mão.” Este movimento é influenciado diretamente pela classe do Soltar o objeto.

**Classe RL1:** caracterizado por realizar o movimento apenas abrindo os dedos.

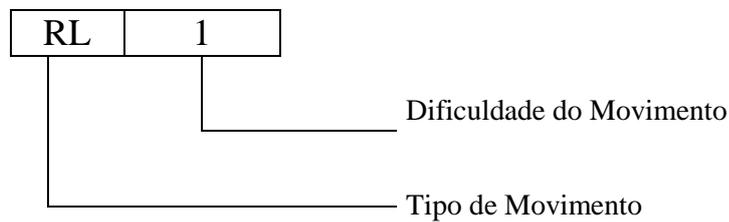
**Classe RL2:** Caracterizado por realizar o movimento no início do próximo, sem perda de tempo. Ver Tabela 4.11.

**Tabela 4.11 – Valores do Soltar.**

Soltar – RL – ( <i>Release</i> )					
Símbolo	TMU	Descrição	Símbolo	TMU	Descrição
RL1	2,0	Soltar por abertura dos dedos	RL2	0,0	Eliminação do contato

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

Desta forma a descrição do movimento alcançar é realizada, utilizando os códigos.



#### 4.2.5.7 Aplicar Pressão (*Apply Pressure*)

Segundo MAYNARD (1970, p.31), pressão “é definido como elemento básico usado para vencer a resistência ou para exercer controle preciso.” Na Tabela há 2 classes de Aplicar Pressão:

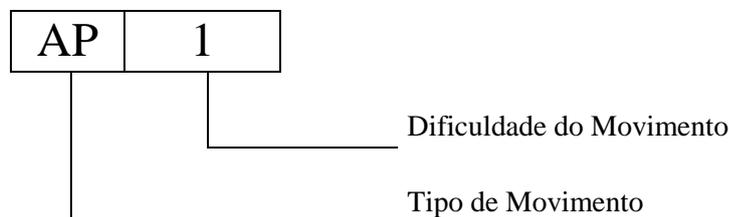
- 1) **Classe AP1:** caracterizado pela necessidade de aplicar força ou precisão que normalmente é requerido.
- 2) **Classe AP2:** caracterizado pela necessidade de aplicar apenas pressão no movimento.

**Tabela 4.12 – Valores do Premir – aplicar pressão.**

Premir – aplicar pressão – AP – ( <i>Apply Pressure</i> )					
Símbolo	TMU	Descrição	Componentes	AF 3,4	Incremento de Força
APA	10,6	sem pegar novamente	AF + DM + RLF	<b>DM 4,2</b>	Tempo min. para ficar pressionado
APB	16,2	com pegar novamente	G2 + APA	<b>RLF 3,0</b>	Diminuição da Força aplicada

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

Desta forma, a descrição do movimento alcançar é realizada utilizando os códigos.



#### 4.2.5.8 Girar (*Turn*)

Segundo MAYNARD (1970, p.30), girar “é definido como elemento empregado para girar a mão vazia ou carregada por um movimento em que movimenta com a articulação da

mão, pulso e antebraço ao longo do eixo do antebraço.” Este movimento é medido em graus e pode variar de 30 a 180 graus. Ver Figura 4.13.

- **Classe S:** caracterizado por realizar o movimento com até 2 libras de carga.
- **Classe M:** caracterizado por realizar o movimento com carga de 2,1 até 10 libras.
- **Classe L:** caracterizado por realizar o movimento com carga de 10,1 até 35 libras.

**Tabela 4.13 – Valores do Girar.**

Símbolo	Esforço	em Kg	Ângulo de Torção em Graus										
			30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
S	Pequeno	≤ 1	2,5	3,5	4,1	4,8	5,4	5,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
M	Médio	> 1 até ≤ 5	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,5	12,7	13,7	14,8
L	Grande	> 5 até ≤ 16	8,4	10,5	12,3	14,4	16,2	18,3	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

### Movimentos do corpo:

Todos os movimentos do corpo são definidos a seguir, conforme MAYNARD (1970):

- **Movimento do Pé (*Foot Motions*):** Movimento realizado com o tornozelo, podendo ou não ser necessário aplicar pressão ao movimento.
- **Movimento da Perna (*Leg Motions*):** Movimento realizado com o membro inferior, podendo ou não utilizar o quadril.
- **Movimento do Passo Lateral (*Side Step*):** Movimento que ocorre quando realiza-se o deslocamento lateral, sem girar ou dar mais que um passo. Este movimento se apresenta em 2 classes:
  - a. Classe 1: Movimento lateral que ocorre apenas com o movimento de uma das pernas.
  - b. Classe 2: Movimento lateral que ocorre quando completa o passo, movimentando a perna atrasada.
- **Movimento Girar o Corpo (*Turn Body*):** Este movimento é uma variação do passo lateral, caracterizado pela rotação do corpo. Apresenta 2 classes:
  - a. Classe 1: Ocorre quando a perna movida toca o solo.
  - b. Classe 2: Caracterizada pelo toque da outra perna no solo, junto a perna movida.
- **Movimento de Inclinare (*Bend*):** Movimento que ocorre quando o corpo é inclinado até a cintura, com a porção superior do tronco abaixada para levar as mãos até o objeto.
- **Movimento de Abaixar (*Stoop*):** Quando o corpo é abaixado pelo dobramento dos joelhos até tocar o objeto pretendido.

- **Movimento Ajoelhar sobre um joelho (*Kneel on One Knee*):** Movimento que ocorre quando o corpo é inclinado até que o joelho toque o chão. Sendo seu retorno também mensurado.
- **Movimento Ajoelhar sobre ambos os joelhos (*Kneel on both Knee*):** Movimento que ocorre quando o corpo é inclinado até que ambos os joelhos toquem o chão. Sendo seu retorno também mensurado.
- **Movimento de Sentar e Levantar de uma posição Sentada:** Sentar (*sit*) começa quando o corpo é posicionado até o local de onde o corpo pode ser abaixado sobre uma cadeira ou algo semelhante. Levantar (*Stand*) tem seu início quando os pés estão em posição sobre o chão e termina quando o corpo tenha assumido uma postura ereta.
- **Movimento de Andar:** Movimento de andar, é influenciado diretamente pela dificuldade no trajeto onde ocorre o movimento, sendo mensurado por passo. Desta forma divide-se o movimento em 3 classes:
  - a. Classe 1- Definido como andar sem obstrução.
  - b. Classe 2- Definido como andar com obstrução.
  - c. Classe 3- Definido como andar com carga.

A Tabela 4.14, apresenta os valores para cada movimento detalhado do corpo.

#### 4.2.6 Unidade de Tempo

Um ponto importante na aplicação do MTM é a unidade de tempo. Segundo MAYNARD (1970), o sistema foi originalmente desenvolvido utilizando filmes, cuja rotação do motor era de 16 quadros por segundo, o que gerou a definição temporal de 1/16 avos de segundos por quadro denominado de TMU (*Time Measurement Unit*).

Desenvolvendo, temos:

- 1/16 de segundo vale.....0,00001735 horas, devido à dificuldade de se trabalhar com este número, condicionou-se a descrever apenas como 0,0001 hora.
- 1 TMU vale.....0,036 segundos.
- 1 TMU vale.....0,0006 minutos.
- 1 TMU vale.....0,00001 hora.

A Figura 4.16 mostra a unidade de medidas do MTM.

**Tabela 4.14 – Valores dos Movimentos do Corpo.**

Corpo, Perna e Movimentos do Pé			
Símbolo	TMU	Extensão do movimento	Descrição do movimento
FM	8,5	até 10 cm	Movimento do Pé
FMP	19,1		Movimento do Pé com forte pressão
LM-	7,1	até 15 cm	Movimento da Perna
	0,5	cada cm adicional	
SS-C1	17,0	até 30 cm	Passo lateral, deslocamento lateral do eixo do corpo  <b>Caso 1:</b> o passo lateral está terminado quando a perna movida tocar novamente o solo.  <b>Caso2:</b> a segunda perna movida deve tocar novamente o solo antes de poder ser iniciado o movimento seguinte.
	0,2	cada cm adicional	
	SS-C2	34,1	
	0,2	cada cm adicional	
	18,6 37,2		Torção do corpo para a esquerda ou para a direita de 45° - 90°  <b>Caso 1</b> – a torção do corpo está terminada quando a perna movida tocar novamente o solo.  <b>Caso 2</b> – a segunda perna movida deve tocar novamente o solo antes de poder ser iniciado o movimento seguinte.
B, S, KOK		29,0	Inclinar, abaixar, ajoelhar sobre um joelho.
AB, AS, AKOK	31,9		Levantar-se
KBK	69,4		Ajoelhar sobre os dois joelhos
AKBK	76,7		Levantar-se
SIT	34,7		Sentar-se
STD	43,4		Levantar-se
W-P	15,0	por passo	andar sem obstáculos
W-PO	17,0	por passo	andar com obstáculos
W-PL	17,0	por passo	andar com carga

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

**Tabela 4.15 – Valores da Visão.**

Funções visuais		
Símbolo	TMU	Descrição
ET	T 15,2 = D	<b>Movimento dos olhos (<i>Eye Travel</i>)</b> T = distância entre os pontos observados. D = distância dos olhos à linha dos pontos observados.
	Máx. 20,0	
EF	7,3	<b>Examinar (<i>Eye Focus</i>)</b>

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

- **Movimento do Olho e Focalizar (*Eye Travel Time and Focus*):** Movimento de mudar a direção ou o foco da visão. Ver Tabela 4.15.

**Tabela 4.16 – Unidade de Medidas do MTM.**

<b>MTM</b>	<b>MTM</b> Tabela de Tempos Normalizados Associação Alemã de MTM Elbchausse 352, 22609 Hamburg Tel.: (0049) 40-823011 – Fax: (0049) 40 – 826594				<b>REFA</b>
A utilização destas Tabelas sem os conhecimentos básicos de MTM poderá conduzir o usuário a resultados falsos					
Os valores de tempo desta Tabela correspondem ao Grau de Rendimento 100% conforme LMS	UNIDADE DE TEMPO				
	<b>TMU</b>	<b>Segundo</b>	<b>Minuto</b>	<b>Hora</b>	
	1	0,036	0,0006	0,00001	
	27,8	1	-	-	
	1686,7	-	1	-	
100.000	-	-	1		

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

#### 4.2.7 Desenvolvimento dos vários sistemas de análise MTM e suas aplicações

Segundo a EPIC DO BRASIL (2002), o MTM é destinado a estruturar sequências de movimentos em movimentos básicos, a cada movimento básico é atribuído um valor de tempo padrão sendo este predeterminado pelos fatores que influenciam sua execução. Os movimentos são agrupados separadamente de acordo com o grau de detalhamento das atividades, onde os mais utilizados no cenário fabril mundial são: MTM-BÁSICO, MTM-BSD e MTM-UAS/MEK.

MTM BSD, UAS e MEK são sistemas modulares MTM de ampla aplicação na indústria pela sua maior compactação de dados e conseqüentemente maior rapidez de análise em relação MTM-1.

Desse modo, a alocação de tarefas, em muitas empresas, desde o nível de produções em série com grandes volumes, passando pelo nível de produções em série de médio volume até chegar ao nível de métodos da produção individual e em série de pequeno volume (como por exemplo, para a otimização da sequência de preparação, manipulação de material, etc) podem ser elaboradas com base em critérios da metodologia MTM. (MTM DO BRASIL, 2010).

#### **4.2.7.1 MTM Básico (BW)**

Desenvolvidos para a utilização na produção em massa, e em grande volume de produção ou escala, havendo a necessidade de alguns pré-requisitos, como: produção com alto índice de repetição; ciclo curto de trabalho; instrução de trabalho detalhada; alto grau de rotina, etc. (EPIC DO BRASIL, 2002).

#### **4.2.7.2 MTM-BSD (*Büro-SachbearWeiter-Daten* ou **Dados para Escritório Especialista**)**

Este sistema foi desenvolvido pela Associação MTM alemã, que elaborou uma Tabela de dados para serem aplicados em funções administrativas. Segundo SUGAI, (2003, p.20) “este processo de dados condensados para a configuração, otimização e quantificação de processos de negócios administrativos, aplica-se em empresas prestadoras de serviços ou nas áreas indiretas da atividade industrial.”

#### **4.2.7.3 MTM-UAS (*Universelles Analysien System* ou **Sistema de Análise Universal**)**

Este sistema foi concebido para ser utilizado em atividades manuais, sempre com característica de produção seriada.

O sistema MTM-UAS foi desenvolvido para atender as exigências específicas da produção seriada, em que as sequências operacionais apresentam ciclos significativamente mais longos do que a produção de larga escala. O emprego do Sistema de Análise Universal-UAS é recomendado para avaliação de praticamente todas as sequências operacionais de diferentes setores da produção seriada, como por exemplo, indústria automobilística e eletrodoméstica entre outras EPIC DO BRASIL (2002).

#### **4.2.7.4 MTM-MEK (*MTM für die Einzel und Klein Serienfestigung* ou **MTM para produção individual e em pequenas séries**)**

Segundo SUGAI (2003), o MTM-MEK, foi desenvolvido para produção individual e em pequenas séries, e está voltado para indústrias de produção de baixa repetição ou mesmo sem repetição.

O sistema MTM-MEK foi especialmente desenvolvido para atender as exigências da produção de peças individuais e lotes de pequenas séries.

Assim, foram desenvolvidos módulos de tempo de tamanho médio com aproximadamente 3,6 segundos, que tornam o estudo de tempos e métodos mais racional em setores, como por exemplo, os de fabricação de máquinas e equipamentos, indústria do aço, estaleiros, entre outros EPIC DO BRASIL (2002).

#### **4.2.7.5 MTM - Controle Visual**

Módulo que permite o planejamento, configuração e avaliação de tempo de atividades de exame visual que dependem da capacidade de avaliação e decisão de pessoas.

Este módulo oferece um método aprimorado para setores de controle de qualidade de pinturas de superfície, controle visual utilizando instrumentos ópticos, entre outros.

É o sistema que permite o planejamento, configuração e avaliação de tempo de atividades de exame visual que dependem da capacidade de avaliação e decisão de pessoas (EPIC DO BRASIL, 2002).

#### **4.2.7.6 PROKON (MTM para engenharia de produto)**

Este é um sistema para avaliação da montagem de unidades funcionais e peças durante o desenvolvimento do produto.

A utilização deste sistema permite uma avaliação dos custos de fabricação sem o conhecimento detalhado da esperada situação de montagem já no estágio inicial do desenvolvimento do produto. Este sistema tem grande potencial para diminuição do custo.

O *PROKON* é uma ferramenta que possibilita ao projetista já durante a fase do projeto, uma avaliação da adequabilidade de peças ou grupos construtivos para a montagem manual. A análise dá impulso ao aperfeiçoamento do projeto.

O domínio do sistema de regras de análise dá condições ao projetista de aplicar de forma autônoma o *PROKON* durante a fase de desenvolvimento e, conseqüentemente, de avaliar alternativas de produto EPIC DO BRASIL (2002).

A evolução dos sistemas tem como pano de fundo a simplificação na aplicação, através da junção de movimentos básicos interdependentes.

Os movimentos elementares são decompostos em: alcançar; pegar; mover; posicionar; soltar; apanhar; colocar no lugar; apanhar e colocar no lugar, conforme mostra a Figura 4.3.

Segundo SUGAI (2003), “os sistemas de análise MTM perseguem o objetivo de descrever e quantificar as sequências de movimentos executados pelo operador.

O método básico MTM permite o mais alto grau de detalhamento. No MTM-SD, o detalhamento reduz-se um pouco, entretanto, nas descrições através do UAS e MEK, a redução é sensível (Figura 4.3).

Quanto mais compactado for o sistema de análise, tanto menos informação dos detalhes terá sobre a sequência de movimentos.

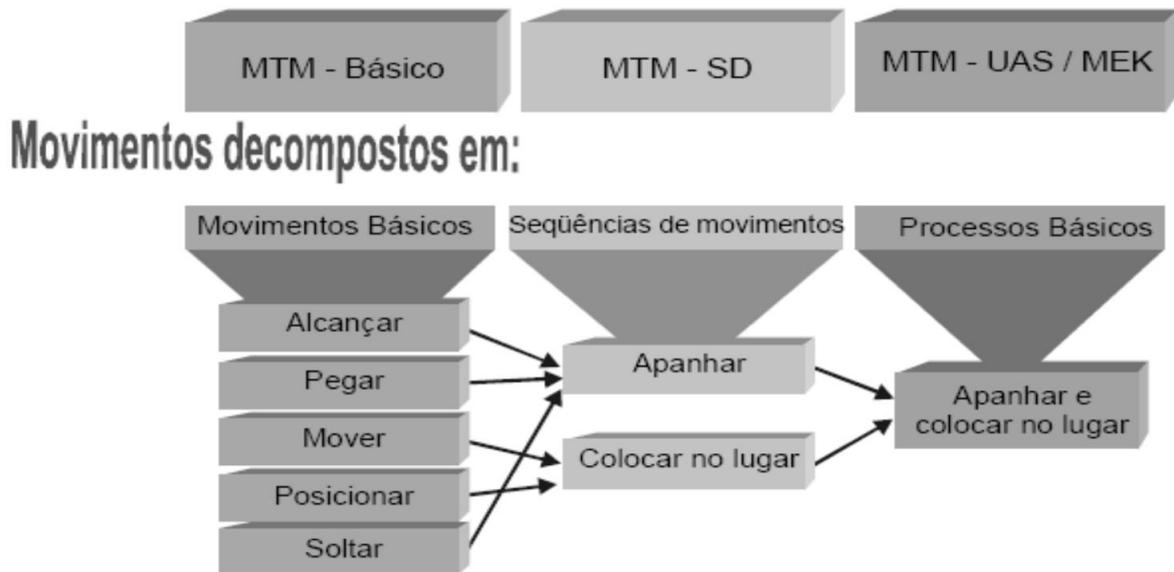
Isto atinge diretamente o método de trabalho e conseqüentemente, o nível do método. Deve ser observado na Figura 4.4, de acordo com os métodos MTM apresentados, a recomposição dos movimentos.



**Figura 4.4 - Ilustração da recomposição dos movimentos segundo MTM**

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002).**

A Figura 4.5, mostra a simplificação das tabelas MTM SD e MYM UAS/MEK da metodologia MTM Básico.



**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

#### 4.2.8 Conceitos necessários para aplicação da técnica MTM

#### 4.2.9 Nível de Método

Nesse tópico será apresentado o conceito de nível de método, informação esta, adquirida através do manual de treinamento da Associação MTM do Brasil. Inicialmente será estabelecida a relação entre NÍVEL DE MÉTODO e HABILIDADE.

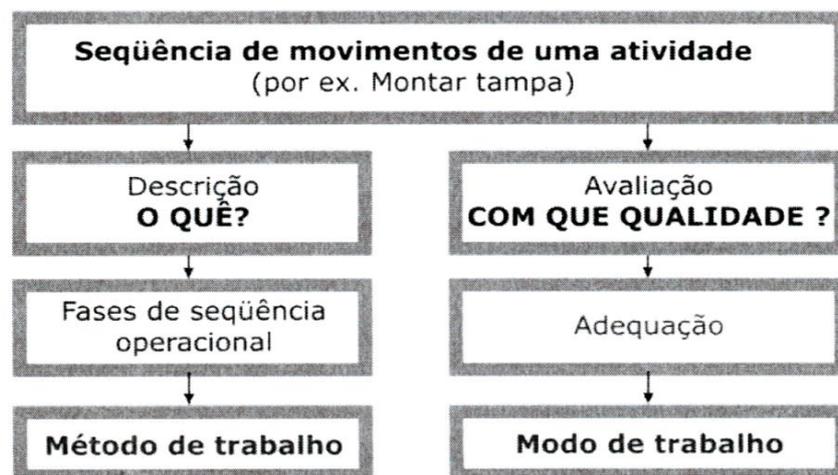
- **Habilidade:** é a capacidade da realização de movimentos adquiridos durante a execução de tarefas de trabalho, baseada tanto na aptidão quanto na experiência e práticas adquiridas. Levando isso em consideração, observamos que o aumento da repetição de uma determinada operação igual ou semelhante terá a redução do tempo gasto sem exigir esforço extra do operário.

Portanto, adquirir prática não significa aumentar a velocidade do movimento, mas tornar desnecessários movimentos simultâneos e sobrepostos que geram a diminuição de controle dos movimentos.

- **Nível de Método:** é a qualidade da sequência de trabalho, em função da habilidade do executante e do grau de organização do sistema de trabalho.

Parâmetros de influência do nível de método são:

- **Situação do pedido:** A quantidade solicitada que determina a situação do pedido. O tamanho do lote de pedidos de mesma natureza e mesma frequência de repetição é que define a quantidade que será solicitada.
- **Organização de trabalho:** A situação do pedido que define a organização do trabalho. Critérios importantes para a organização do trabalho: Informação contida no pedido, duração do ciclo de trabalho, organização de material e configuração do local de trabalho. Os conceitos dos métodos de trabalho e modo de trabalho para que sejam determinados com base na sua interdependência são confirmados através do uso do nível de método conforme Figura 4.6.



**Figura 4.6 – Sequência de movimentos**

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

Os modos de trabalho são descritos através do conceito de nível de métodos. Racionalização pela elaborada inserção a uma elevada habilidade, corresponde a um alto nível de método, ou seja, haverá uma pequena dispersão dos modos de trabalho.

No oposto, um nível baixo dos métodos correspondentes pela grande dispersão dos modos de trabalho, de acordo com a Figura 4.7.



**Figura 4.7 – Nível de Métodos**  
**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002).**

#### 4.2.10 Movimentos Limitantes

Para aplicação da técnica MTM, é necessário assim como na cronoanálise, observar a forma como estão sendo realizados os movimentos e as partes do corpo utilizada. Esta diferenciação impacta diretamente na determinação do tempo da operação. Os movimentos limitantes podem ocorrer de duas formas:

- **Movimentos Simultâneos:** Em determinadas operações é necessário realizar elementos com várias partes do corpo no mesmo instante ou simultaneamente. Segundo MAYNARD (1970 p.46), “quando os valores do tempo dos movimentos simultâneos são desiguais, o ritmo natural do corpo tende a fazer os membros começar e terminar seus movimentos ao mesmo tempo”. Desta forma, ao deparar com tal situação, será utilizado o maior tempo, ou seja, o tempo do maior conjunto de movimentos.

A decisão sobre a confirmação da realização do movimento simultâneo pode ser encontrada na Tabela 4.17.

**Tabela 4.17 Análise de movimentos simultâneos.**

Movimentos Simultâneos		Mão direita	
		Sem esforço para manter controle	Com esforço para manter controle
Mão esquerda	Sem esforço para manter controle	Simultâneo	Simultâneo
	Com esforço para manter controle	Simultâneo	Com distância remanescente (faixa de distância 1)

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

- **Movimentos Combinados:** Caracterizado pela realização de vários movimentos pelo mesmo membro ou parte do corpo no mesmo momento ou ao mesmo tempo. Segundo MAYNARD (1970, p.29), “a combinação de movimentos tem, na maioria dos casos, um *mover*. Quando tais movimentos são encontrados, aquele que requer o maior tempo de execução é considerado o movimento limitante.” Desta forma, o valor atribuído a tal configuração será o valor do movimento combinado. Ver Tabela 4.18.

#### 4.2.11 Vantagens e desvantagens do MTM

##### 4.2.11.1 Vantagens

O MTM se diferencia em relação aos outros métodos de apurar tempos, segundo a EPIC DO BRASIL (2002), da seguinte maneira:

- a) método pode ser determinado mesmo antes de iniciar o trabalho;
- b) podemos identificar o método ideal ainda na fase de planejamento, possibilitando assim, otimizar os recursos evitando custos ainda na fase de planejamento;
- c) codificação internacional dos elementos de movimento;
- d) assegura um nível mais elevado para os dados dos tempos;
- e) o treinamento dos colaboradores é iniciado de acordo com o método planejado.

**Tabela 4.18 – Movimentos Simultâneos.**

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

**Movimentos básicos que não Figuram nessa Tabela:**

T = Torcer = normalmente fácil com todos os movimentos básicos, exceto quanto o Torcer for controlado ou houver um separar.

AP = Premir (aplicar pressão) – verificar cada caso.

P3 = Juntar – Sempre difícil.

D3 = Separar – Normalmente difícil.

RL = Soltar – Sempre difícil.

**Possibilidade de execução simultânea:**

- Fácil

- Com prática

- Difícil

W = Dentro do campo normal de visão

C = Fora do Campo Normal de visão

E = Manejo fácil

D = Manejo difícil

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

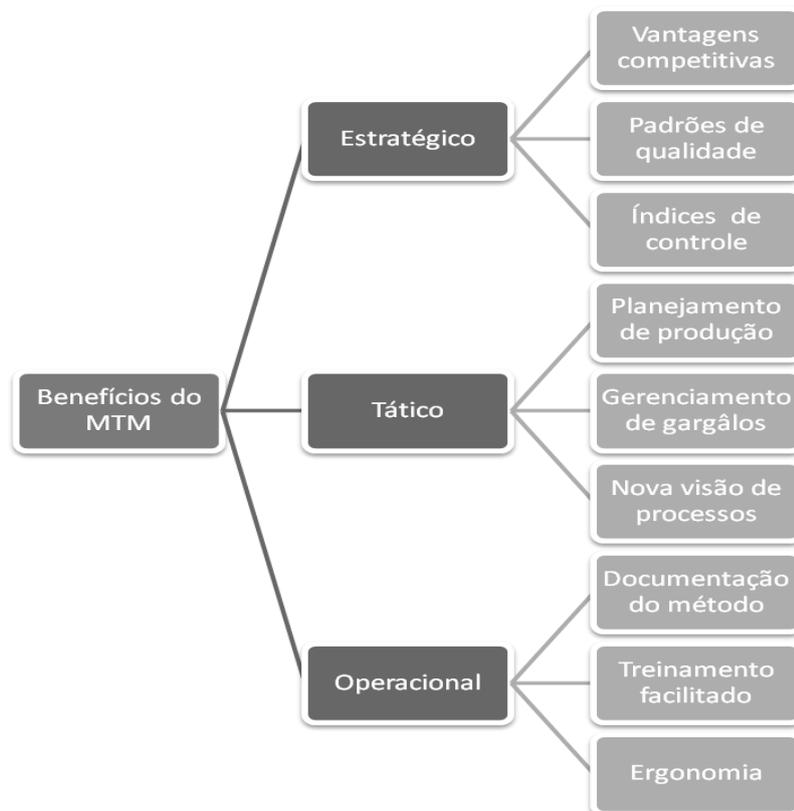
#### 4.2.11.2 Desvantagens

Como o MTM não é perfeito, este possui algumas limitações, sendo elas demonstradas pela EPIC DO BRASIL (2002) como:

- a) os tempos que podem ser influenciados por alguma condição ou processo, são cronometrados ou calculados;
- b) o método não é aplicado a atividades intelectuais, como por exemplo decisões.

#### 4.2.11.3 Benefícios do MTM

Os estudos de MTM, mostram inúmeras vantagens em todos os níveis da organização. A Figura 4.8 ilustra o benefício do MTM nos níveis estratégico, táticos e operacional. Os fundamentos descritos neste capítulo representam o pano de fundo para o próximo capítulo deste trabalho, onde será realizado o estudo de tempos com o sistema de Cronometragem e MTM.



**Figura 4.8 Ilustração dos benefícios do MTM**

**Fonte: NOVASKI e SUNGAI (2001).**

## Capítulo 5

### Estudo de Caso

Neste capítulo será aplicado a Cronometragem e o MTM, em uma operação existente na linha de embalagem de meias, empresa do segmento têxtil. Os dados da empresa serão omitidos, porém sem prejuízo para as análises desta dissertação.

#### 5.1 Descrição da Operação Estudada

A confecção de uma meia contempla etapas bem definidas em seu processo, sendo que em grande parte as atividades são automatizadas. A operação escolhida para o estudo, pertence ao setor de Embalagem, em uma linha manual de acordo com a Figura 5.1.

O principal foco das análises realizadas neste trabalho se deram especificamente em uma operação existente na linha de embalagem, a tarefa é colocar um cabide plástico no cartão fixado no par de meia, através de um sistema de costura. Esta tarefa ocorre na primeira operação da linha de embalagem, que é composta por mais 3 tarefas.

A linha de embalagem é composta de 4 postos de trabalho, sendo:

**Posto 1:** O posto de trabalho 1 recebe um par de meia costurado em um cartão, chamado de fecho, onde são impressas as informações, arte, etc. Neste posto, a atividade consiste em colocar cabide no fecho, através encaixe, observando o lado correto do cabide.

**Posto 2:** No posto de trabalho 2, é realizado a atividade de colocar o par de meias com o fecho e cabide devidamente colocado, dentro de um envelope de plástico transparente.

**Posto 3:** No posto de trabalho 3 o operador coloca 6 pares devidamente embalados em um saco plástico, denominado de unidade coletiva, observando que todos os pares estejam no mesmo sentido.

**Posto 4:** No último posto de trabalho 4 da mesa de embalagem, é realizada a operação de lacrar o saco coletivo com solda térmica.

FLUXO OPERACIONAL DE CONFECÇÃO DE MEIAS SOCKS

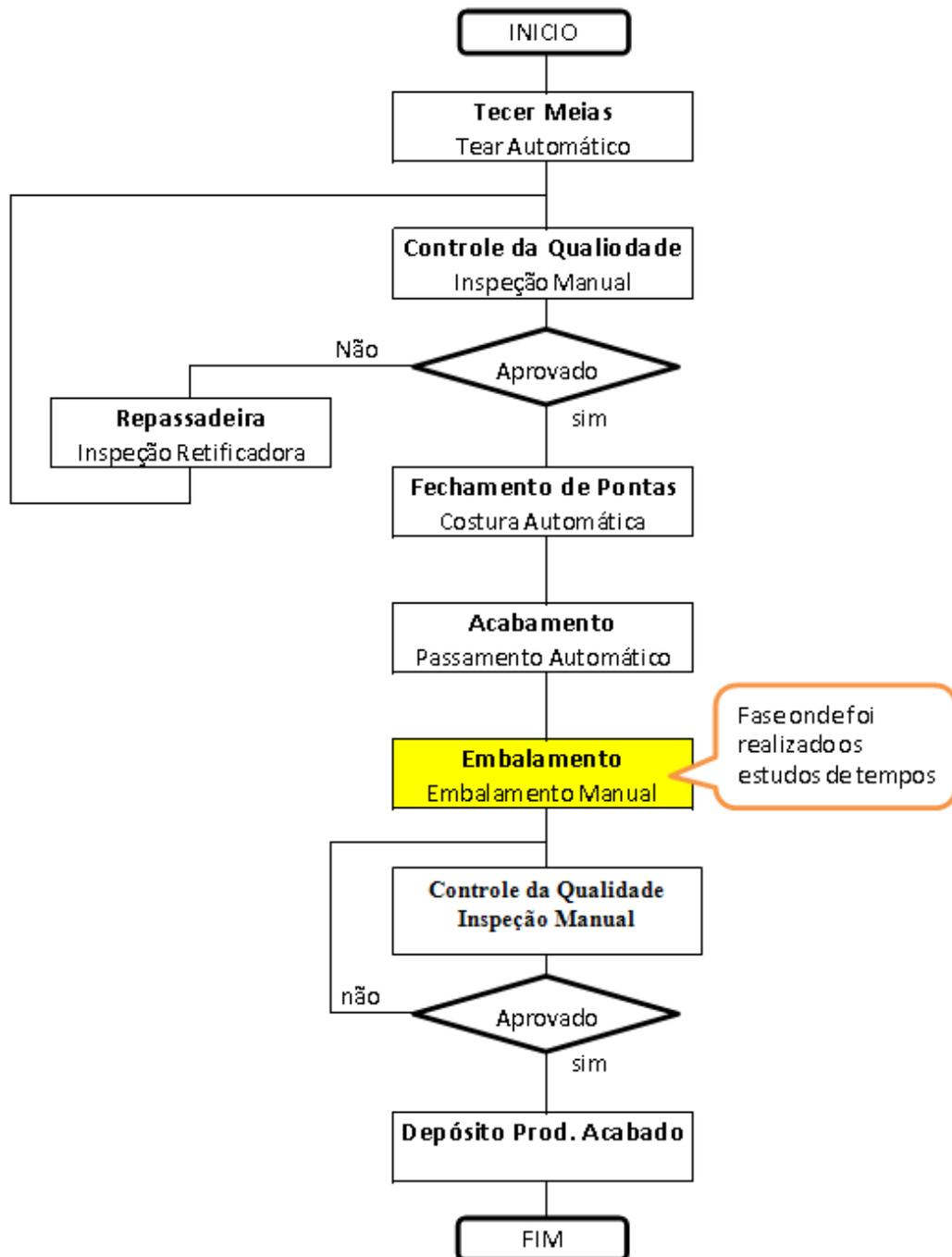


Figura 5.1 – Fluxo Operacional de confecção de meias SOCKS

O setor de embalagem é composto por linhas manuais, devido às grandes variações solicitadas pelos clientes.

## 5.2 Cronometragem

### 5.2.1 Passos Preliminares

Segundo BARNES (1985), todo estudo de Tempos tem como finalidade determinar o tempo padrão para executar uma tarefa específica. Porém, para realização deste tipo de estudo, são necessários períodos de treinamento prático e conhecimento das diferentes formas de realizar a cronometragem.

Este trabalho foi realizado por profissional com larga experiência na área de Tempos & Métodos, tendo atuado sempre na área têxtil, especificamente em operações manuais.

### 5.2.2 Unidade de tempo

A unidade de tempo utilizada neste trabalho foi o sistema centesimal, utilizando como ferramenta básica o cronômetro de 3 ponteiros, conforme Figura 5.2.



**Figura 5.2 Cronometro de 3 ponteiros.**

O cronômetro (do grego *chrónos*, 'tempo', mais o sufixo *métron*, 'que mede'), em sentido extensivo, é um instrumento mecânico de precisão, utilizado para medir intervalos de tempo com aproximação de décimo de segundo ou menos, mas para a horologia, é um relógio com balanço (*free-sprung*), ou escapamento (*detent*) especiais, cientificamente ajustados para atingir máxima precisão. Sua *performance* é comparada com o tempo real por um observatório.

O sistema de cronometragem industrial utiliza usualmente para facilitar o manuseio, transferência e cálculos, o sistema centesimal, onde o minuto é dividido em 100 partes:

- Sistema Centesimal.....1 minuto é dividido em 100 centésimo,
- 1 hora vale..... 6.000 partes.

### **5.2.3 Tipo de Tomada de Tempo**

Como tomada de tempo, o estudo foi realizado utilizando o sistema de cronometragem contínua. Este procedimento consiste em acionar o cronômetro no início do primeiro elemento da operação e deve sucessivamente ir anotando o tempo no final de cada elemento, até o final da cronometragem, o cronômetro não para até finalizar o estudo, ou quando ocorrer interrupções, onde o trabalho deve ser paralisado.

O tempo de cada elemento será determinado através da subtração sucessiva dos elementos, sendo que a última leitura passa a ser o tempo total da operação.

### **5.2.4 Separação em elementos**

A descrição dos elementos de uma operação deve ser registrada nos mínimos detalhes necessários para que o método possa ser reproduzido a qualquer momento. Pensando que o tempo é a medida de um método, este evento é de fundamental importância na construção de uma cronometragem de qualidade, que se traduz em precisão qualitativa e quantitativa.

Na folha de cronometragem, na região de apontamento, os elementos são descritos de forma resumida, buscando identificar pontos característicos do elemento, sendo os elementos descritos detalhadamente na região de “Descrição dos Elementos”. A Figura 5.3, apresenta a descrição realizada na área de apontamento de tempos, da operação em análise.

Ordem	Elementos					
		1	2	3	4	
0	Início	T				
		D				
1	Apanhar 4 pares de meias pré-posicionados na mesa de embalagem	T				
		D				
2	Posicionar Cabides em cada par de meia e posicionar os 4 pares no proximo posto	T				
		D				
		T				
		D				
		T				
		D				
		T				
		D				

**Figura 5.3 - Descrição do elemento em folha de cronometragem.**

**Fonte: Autor**

### 5.2.5 Descrição dos Elementos que compõem a operação de colocar cabide.

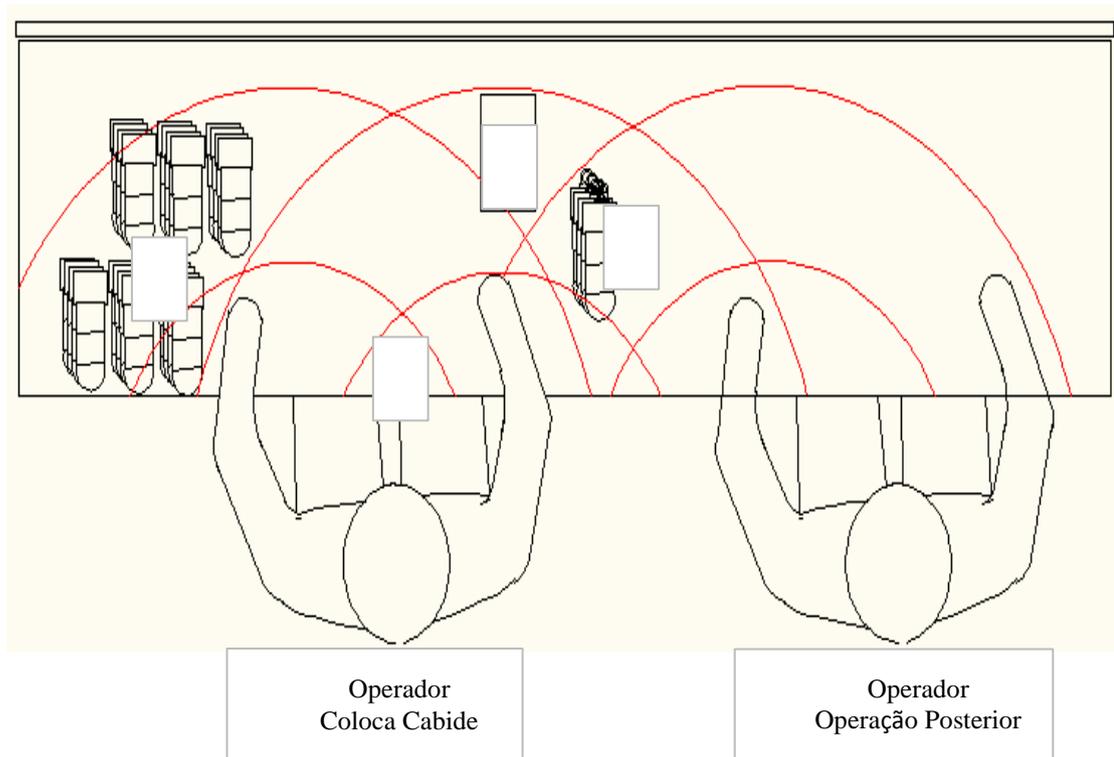
**Elemento 1:** Apanhar aproximadamente 4 pares de meias pré-posicionados na mesa de embalagem na posição 1.

- a) **Início:** Este elemento tem seu início quando a mão direita solta definitivamente os 4 pares de meias com os respectivos cabides no posto seguinte.
- b) **Transporte Vazio:** No momento em que a mão direita solta, a mão esquerda já está se posicionando para apanhar outra pilha de 4 pares de meias pré-posicionadas no lado esquerdo do operador. Este transporte ocorre do ponto 2 para o ponto 1.
- c) **Apanhar:** No momento seguinte, a operadora agarra com a mão esquerda, os 4 pares de meias de forma a manter a mão em “U”, virado para baixo, pressionando o suficiente para agarrar os 4 pares.
- d) **Transporte Carregado:** Arrastar os 4 pares de meias do ponto 1 até o ponto 2, onde será posicionado os cabides nos pares de meias.

**Elemento 2:** Posicionar cabide em cada par de meias.

- a) **Início:** Este elemento tem início quando a mão esquerda arrastando os 4 pares de meias chega ao local de posicionar o cabide.
- b) **Apanhar Cabide:** Com a mão direita, apanha cabide posicionado de forma desarrumada no ponto 4 do posto de trabalho. Esta operação tem como objetivo a seleção e o pré-posicionar o cabide nos dedos polegar e indicador da mão esquerda.
- c) **Transporte:** A mão esquerda deve transportar o cabide do ponto 4 até o ponto 2, onde será posicionado o cabide.
- d) **Preparar:** A mão direita deve preparar o par de meias para receber o cabide, para tanto procede ao movimento de soltar os dedos dos 4 pares e agarrar apenas o primeiro superior, e apertando com o dorso da mão, segura a pilha de 4 pares. Desta forma levanta o fecho apenas do par que receberá o cabide e segura.
- e) **Posicionar:** Com a mão direita segurando o cabide alinhado com a fenda existente no fecho, realiza o posicionamento do cabide nos fechos sucessivamente.
- f) **Transferir:** Após a colocação dos cabides nos 4 pares, é realizada a transferência total dos pares da mão esquerda para a mão direita;
- g) **Transporte:** Transportar com a mão direita os 4 pares com os fechos colocados até o próximo posto de trabalho ao lado, referenciado como ponto 3.
- h) **Transporte Vazio:** A mão esquerda se encaminha do posto 2 para a posição 1, terminando a operação.

A Figura 5.4, apresenta o *layout* do posto de trabalho detalhando a posição dos pontos mencionados anteriormente.



**Figura 5.4- Desenho do posto de trabalho estudado.**

**Fonte: Autor**

Para realizar a separação desta operação em elementos, seguimos os pontos básicos que nortearam o estudo, conforme mencionado:

- a) o elemento posicionar cabide, principal tarefa da operação, tem sua duração próxima de 0,04 minutos. Tempo mínimo para que a tomada de tempo tenha precisão aceitável;
- b) os elementos devem apresentar pontos bem definidos de início e término, permitindo assim clareza de leitura.

### 5.2.6 Quantidade de Tomadas de Tempos

Para que o estudo de tempo represente de forma precisa o método, é necessário determinar estatisticamente a quantidade de tomadas de tempos a serem observadas durante a cronometragem.

O estudo de tempo é uma ferramenta estatística, que segue a configuração da distribuição da probabilidade normal, portanto sujeita a variações. Para obter uma amostra representativa, dentro deste conceito, é necessário recorrer a ensaios e cálculos que definam o tamanho desta amostra de acordo com a equação 5.1 (equação 4.2 – capítulo 4).

$$N' = \left( \frac{\beta * \sqrt{N * \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad \text{equação 5.1}$$

$\beta$  é um número é atribuído igual a 40 para casos em que há 95% de confiança e  $\pm 5\%$  de erro relativo. No caso em que há 95% de confiança e  $\pm 10\%$  de erro relativo,  $\beta$  assume o valor 20. No caso em que há 95% de confiança e  $\pm 29\%$  de erro relativo,  $\beta$  assume o valor 60. Sendo:  $N'$  – Ciclos a serem cronometrados;  $N$  – Número de leituras realizadas.  $X$  – Leituras individuais e  $X^2$  – Leitura individual elevado ao quadrado.

### 5.2.7 Cronometragem Inicial

Para realizar o cálculo da quantidade de tomadas necessárias, foi realizada uma cronometragem inicial, buscando atingir a quantidade mínima dos elementos listados no estudo. A Figura 5.5, mostra a cronometragem inicial realizada, onde os tempos descritos nas linhas “T”, são as tomadas de tempo e os tempos descritos nas linhas “D”, são os tempos individuais da tomada, ou seja, a diferença.

Ordem	Elementos	Tomada de Tempos																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
0	Inicio	T	0,00														0,00	
		D	0,00														0,00	
1	Apanhar 4 pares de meias pré-posicionados na mesa de embalagem	T	0,04				0,28					0,51					0,05	
		D	0,04				0,06					0,05					0,05	
2	Posicionar Cabides em cada par de meia e posicionar os 4 pares no proximo posto	T	0,08	0,12	0,17	0,22	0,33	0,37	0,41	0,46	0,56	0,61	0,65	0,69	0,08	0,12	0,17	0,22
		D	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05
0		T	0,00															
		D	0,00															
1		T	0,06					0,28										
		D	0,06					0,07										
2		T	0,09	0,12	0,14	0,18	0,21	0,32	0,35	0,38	0,43							
		D	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05							
0		T																
		D																

**Figura 5.5 Apontamento de Tomada de Tempo (minutos).  
Fonte: Autor**

### 5.2.8 Determinação de Parâmetros

Neste estudo determinamos como parâmetro de cálculo da quantidade de tomadas a serem cronometradas, nível de confiança de 95 %, aliado a um erro relativo de 10%.

### 5.2.9 Cálculo da Quantidade de Tomada de Tempo

A Tabela 5.1, representa o demonstrativo dos cálculos realizados para determinação do tamanho da amostra:

**Tabela 5.1 – Tomada de Tempos Iniciais (minutos).**

		Elemento 1		Elemento 2	
N	Tempos		N	Tempos	
	X	X <sup>2</sup>		X	X <sup>2</sup>
1	0,04	0,00160	1	0,04	0,00160
2	0,04	0,00160	2	0,05	0,00250
3	0,05	0,00250	3	0,05	0,00250
4	0,06	0,00360	4	0,05	0,00250
5	0,05	0,00250	5	0,05	0,00250
6	0,04	0,00160			
7	0,04	0,00160			
8	0,05	0,00250			
9	0,05	0,00250			
10	0,05	0,00250			
<b>Total</b>	<b>0,47</b>	<b>0,02250</b>	<b>Total</b>	<b>0,24</b>	<b>0,01160</b>

Cálculo da quantidade de tomadas necessárias para o elemento 1, considerando para essa condição  $\beta$  igual a 20 na aplicação da Equação 5.1.

### **Elemento 1**

$$N' = \left( \frac{20 * \sqrt{10 * 0,0225 - 0,47^2}}{0,47} \right)^2 = 7,42 = 8 \quad \text{equação 5.1}$$

### **Elemento 2**

$$N' = \left( \frac{20 * \sqrt{5 * 0,0116 - 0,24^2}}{0,24} \right)^2 = 2,77 = 3 \quad \text{equação 5.1}$$

Desta forma será necessário realizar 8 tomadas de tempo para o elemento 1, nesse trabalho foram realizadas 86. Cálculo da quantidade de tomadas necessárias para o elemento 2. Desta forma será necessário realizar 3 tomadas de tempo para o elemento 2, nesse trabalho foram realizadas 25.

Ao considerar que os elementos são eventos dependentes, fica estabelecido que a cronometragem deve apresentar em seu escopo, o número mínimo de cada elemento. No caso deste trabalho, ao atingir 25 tomadas do elemento 2, o elemento 1 apresentou 103 tomadas de tempo.

### **5.2.10 Tomada de Tempo**

A Figura 5.6, apresenta uma folha de cronometragem já com o total de tomadas de tempo definido pelo cálculo do tamanho da amostra.



**Fato 1- Total de Tomadas:** Observa-se que a cronometragem apresenta 25 tomadas do elemento 1, que por consequência resultou em 103 tomadas do elemento 2.

**Fato 2- Durante a execução da cronometragem,** observou-se um elemento estranho, devidamente registrado e considerado como parte da tarefa. Durante a execução do elemento, a operadora recebeu instruções da supervisão, muito embora não tenha paralisado seu trabalho mecânico operacional, teve o tempo do elemento aumentado significativamente.

**Fato 3- A coluna onde se lê “Outro”,** é a marcação que divide a cronometragem inicial, destinada a coletar amostras para determinar o tamanho da cronometragem realizada da cronometragem normal ou complementar que representa a quantidade necessária de amostras a serem coletadas.

### 5.2.11 Determinação do Tempo mediano

Após a coleta das amostras dos elementos que compõe a operação, procede à determinação da média que representa a quantidade de tempo médio que cada elemento demora para ser executado. A Figura 5.7, demonstra este cálculo.

Ordem	Elementos	Tomada de Tempos											Tempo Total	Média		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
0	Inicio	T	0,00													
		D	0,00													
1	Apanhar 4 pares de meias pré-posicionados na mesa de	T	0,04				0,25				0,48			1,52	0,06080	
		D	0,04				0,05				0,05			25		
2	Posicionar Cabides em cada par de meia e posicionar os 4 pares no	T	0,09	0,12	0,16	0,20	0,29	0,34	0,39	0,43				4,24	0,04117	
		D	0,05	0,03	0,04	0,04	0,09	0,05	0,05	0,04				103		

**Figura 5.7 Demonstrativo cálculo na Folha de Cronometragem (minutos)**

**Fonte: Autor**

Desta forma foi determinado que o tempo médio para o elemento 1 é de 0,06080 centésimo por peça ou par de meias apanhado. O segundo elemento apresenta um tempo médio de 0,04117 centésimo por cabide colocado.

### 5.2.12 Determinação da Atividade

Após a determinação do tempo médio cronometrado, é feito o nivelamento do tempo em relação à performance do operador durante a realização da cronometragem.

O sistema utilizado foi o *Westinghouse*, onde são avaliados 4 fatores que, segundo o estudo, são responsáveis pela velocidade do operador, sendo, portanto, possível avaliar: Habilidade, Esforço, Condições e Consistências, que aplicados a uma Tabela resulta na avaliação do operador.

A Tabela 5.2 utilizada pelo sistema *Westinghouse*, utilizado na avaliação da operadora cronometrada.

**Tabela 5.2 Indicadores para cálculo de Atividade.**

HABILIDADE			ESFORÇO		
Valor	Classe	Descrição	Valor	Classe	Descrição
0,15	A1	Super Habil	0,13	A1	Super Habil
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Bom	0,05	C1	Bom
0,03	C2		0,02	C2	
0,00	D	Médio	0,00	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDIÇÕES			CONSISTÊNCIA		
Valor	Classe	Descrição	Valor	Classe	Descrição
0,06	A	Ideal	0,04	A	Ideal
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Boa	0,01	C	Boa
0,00	D	Média	0,00	D	Média
-0,03	E	Regular	-0,02	E	Regular
-0,07	F	Fraca	-0,04	F	Fraca

Fonte: Barnes (1985)

### Avaliação

**Habilidade C2:** Durante a realização da tomada de tempo, a operadora demonstrou ter confiança em si mesma, mantendo o ritmo constante, com raras hesitações. Tem conhecimento do método de trabalho, executa a operação com pequenas variações.

**Esforço C1:** Trabalha com constância nos movimentos, o que provoca relativa precisão nos movimentos apresentando assim reduzida perda de tempo durante a execução da tarefa. Classificado com bom nível de esforço empregado.

**Condições C:** Durante o trabalho, observa-se que as condições de trabalho são boas. Iluminação, Ventilação e outros pontos que interferem na produtividade do operador são bastante observados pelo supervisor, o que estabelece um ambiente bom para a realização da tarefa.

**Consistência F:** A pontuação baixa neste quesito se dá pelo fato da preparação não conseguir manter a quantidade empilhada sempre com 4 pares, o que provocou variações na metodologia de trabalho.

Sendo assim, foi apurada uma avaliação de ritmo de 8 % superior a um operário normal, que deverá ser aplicado ao tempo médio para formar o tempo normal. A Tabela 5.3 demonstra esta apuração.

**Tabela 5.3 Quadro: Demonstrativo de apuração.**

<b>Habilidade</b>	<b>C2</b>	<b>0,03</b>
<b>Esforço</b>	<b>C1</b>	<b>0,05</b>
<b>Condições</b>	<b>C</b>	<b>0,02</b>
<b>Consistência</b>	<b>E</b>	<b>-0,02</b>
<b>Total Avaliado</b>		<b>0,08</b>

**Fonte: Autor**

Para esta apuração, é aplicado ao tempo médio o valor da avaliação somado a 1.

**Tempo Normal = Tempo Médio x ( 1 + Total da Avaliação de Ritmo)**

**Tempo Normal = Tempo Médio x 1, 08**

Com este resultado colocado na folha de cronometragem, é apurado o tempo normal do elemento, já que o tempo cronometrado foi normalizado pelo indicador Avaliação de Ritmo, de acordo com a Tabela 5.4.

**Tabela 5.4 – Avaliação de Ritmo.**

<b>Tempo Total</b>	<b>Média</b>	<b>Atividade</b>	<b>Tempo Normal</b>
<b>1,52</b>	<b>0,06080</b>	<b>1,08</b>	<b>0,065664</b>
<b>25</b>			
<b>4,24</b>	<b>0,04117</b>	<b>1,08</b>	<b>0,044458</b>
<b>103</b>			

**Fonte: Autor**

### 5.2.13 Frequência

Após estabelecer o tempo normal do elemento, fica evidenciada a necessidade de definir a frequência deste tempo pela unidade quantitativa em que todos os elementos representem a mesma base, ou seja, todos os elementos devem apresentar tempos para uma unidade de trabalho.

Nesta cronometragem foi utilizado a unidade par de meia, já que para cada par será necessário a colocação de um cabide, portanto, todas as unidades de tempo devem ser expressas em tempo para um par de meia.

O elemento 1, apanhar pilha de pares, deve ter seu tempo frequenciado de modo que o tempo normal deste elemento seja correspondente a um par.

Observa-se ao longo da cronometragem, que este elemento varia de modo que o tempo cronometrado hora era para 4 pares, hora para 5, porém para se colocar os 103 cabides da cronometragem, observa-se que o elemento 1 ocorreu 25 vezes, deste modo a equação 5.2 define a Frequência do elemento 1.

#### Equação 5.2

*Frequência do Elemento 1*

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\textit{Quantidade de Cabides Colocados}}{\textit{Quantidade de Ocorrência do Elemento 1}} = \frac{103}{25} \\
 &= 4,12
 \end{aligned}$$

Avaliando o resultado, observa-se que o elemento 1 ocorre uma vez a cada 4,12 elemento 2. Desta forma, o tempo do elemento 1 deve ser dividido pela frequência, determinando desta forma o tempo do “Apanhar pilha de pares de Meias” correspondente a 1 par de meias.

Com a mesma base os valores dos elementos individuais podem ser somados, apurando o tempo total da operação.

Na folha de cronometragem será representada na Figura 5.8.

Tempo Total	Média	Atividade	Tempo Normal	Frequência	Tempo Total
1,52	0,06080	108	0,065664	1	0,015937864
25				4,12	
4,24	0,04117	108	0,04445825	1	0,044458252
103				1	
<b>TEMPO TOTAL DA OPERAÇÃO</b>					0,0603961

**Figura 5.8 Cálculo realizado na Folha de Cronometragem**

**Fonte: Autor**

Sendo assim, é concluída a primeira fase da cronometragem, passando agora à execução da segunda parte, onde serão adicionadas ao tempo total concessões inerentes ao operador e a operação, conforme estabelece as metodologias aplicadas.

A Figura 5.9, mostra a folha de cronometragem totalmente concluída.

#### **5.2.14 Tolerâncias**

Todas estas intervenções devem ser medidas e se não podem ser evitadas, devem estar contidas no tempo padrão. Deste modo, a cronometragem que se realizou neste trabalho, também tem que conter as tolerâncias, que deve transformar o tempo total da operação em tempo padrão.

##### **5.2.14.1 Tolerâncias Pessoais**

A primeira tolerância aplicada neste estudo foi destinada às necessidades pessoais. Trata-se de tolerância para que o operador ao longo da jornada de trabalho possa realizar suas necessidades pessoais, sejam fisiológicas ou específicas.

Por falta de um estudo detalhado sobre este evento, este trabalho se baseará na determinação de TOLEDO Jr. (2007 p.27), que menciona: “geralmente, adota-se um coeficiente de 5% sobre o tempo efetivo de trabalho. Este valor é o resultado de inúmeros estudos realizado em vários países de alto nível de industrialização.”



### 5.2.14.2 Tolerância para Atraso

Por se tratar de um estudo acadêmico, com objetivo de comparar diferentes técnicas para determinação de tempo padrão, não será levado em consideração este item.

### 5.2.14.3 Tolerância para Fadiga

Conforme já visto neste trabalho, a fadiga é a tolerância que impacta na jornada do trabalhador, portanto, na determinação do tempo padrão da operação.

Os fatores que impactam nesta tolerância são muitos, porém para a determinação do tempo padrão, vamos adotar a folha de determinação de fadiga, mencionada no capítulo 5 deste trabalho.

Fator 1 da Folha de Análise de Fadiga: Formado por concessões para fadiga mental, onde é determinado através de análise da operação a partir da Tabela de esforço mental.

No caso desta operação, a análise aponta para um esforço Mental leve, já que a operação é estritamente manual e mecânica, sem exigência de pensamentos e decisões por parte do operador. De acordo com a Tabela de Esforço Mental, o grau leve aplica-se um abono de 0,60%.

O segundo ponto do Fator A, é a fadiga Física, caracterizado pelo esforço necessário para a realização da operação, aqui leva-se em consideração além do peso manuseado, também a posição de trabalho. Na operação em estudo, o trabalho é considerado Muito Leve, onde a Tabela determina abono de 1,80%

**Fator A:** é determinado através da soma dos abonos destinados ao esforço Mental e Físico, o que determina neste caso um total de 2,40 %.

**Fator B:** determinado como sendo o percentual de tempo em que o operador pode se recuperar do gasto de energia entre o fim de um ciclo e o início do próximo tem como objetivo ajustar os abonos. Contudo, o cálculo procede conforme mostra a Tabela 5.5.

O tempo de ciclo é o tempo total da operação por peça. O tempo de recuperação nesta operação não existe, já que se trata de uma operação independente, portanto, o tempo de recuperação é 0, o que estabelece tempo de recuperação de 0%, que observado na Tabela de abono, obtém-se 1,0 %.

Monotonia: refere-se à repetição da operação, portanto, quanto menor a operação maior será a monotonia. No caso deste estudo de tempo, observando o tempo e a Tabela de determinação de abono para monotonia, determina-se 5,4% como fator de abono.

Como resultado da aplicação da Tabela de Fadiga, observa-se desconto na ordem de 7,8%, conforme mostra a Tabela 5.5.

Como conclusão deste capítulo que visa detalhar a construção de uma cronometragem em operação manual, é apresentada a folha de análise de tempo, onde se determina a produção hora da operação de acordo com a Figura 5.10.

**Tabela 5.5 – Cálculo de Fadiga Completo.**

		FOLHA DE ANÁLISE DE FADIGA					
Operação: Colocar Fecho em Meias		Máquina: Manual			Setor: Embalagem		
Fator A	Fadiga Mental			0,60%			
	Fadiga Física			1,80%			
	Total Item A			2,40%		2,40%	
Fator B	Tempo do Ciclo			0,06039612			
	Tempo de Recuperação			0			
	% Tempo de Recuperação			0%			
	Total Item B					1	
Calculo da Fadiga	% de Fadiga ( Mental e Física)			( A x B )		2,40%	
	Monotonia					5,40%	
	Tempo Total de Abono para Fadiga					7,80%	
Esforço Mental		Esforço Físico		Tempo de Recuperação		Monotonia	
Grau	Abono	Grau	Abono	% do Tempo	Abono	Ciclo	Abono
		Muito Leve	1,80%	0 a 5	1,00	0 até 0,05	7,80%
		Leve		6 a 10	0,90	0,06 até 0,25	5,40%
leve	0,60%	leve	3,60%	11 a 15	0,80	0,26 até 0,50	3,60%
				16 a 20	0,71	0,51 até 1,00	2,10%
Médio	1,80%	Médio	5,40%	21 a 25	0,62	1,00 até 4,00	1,50%
				26 a 30	0,54	4,01 até 8,00	1,00%
Pesado	3,00%	Pesado	7,20%	31 a 35	0,46	8,01 até 12,00	0,60%
				36 a 40	0,39	12,01 até 16,00	0,30%
		Muito Pesado	9,00%	41 a 45	0,32	acima de 16,00	0,10%
				46 a 50	0,26		
				51 a 55	0,20		
				56 a 60	0,15		
23/01/2011 data				CAM analista			

Fonte: Autor

A Figura 5.10 como mencionado apresenta a folha de estudo do trabalho realizado de acordo com a descrição das atividades.

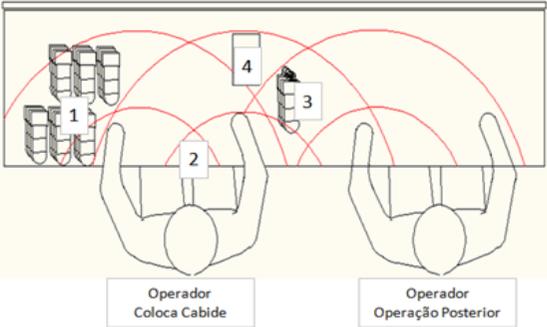
FOLHA DE ANÁLISE PARA ESTUDO DE TEMPO				Número do Estudo	
DESCRIÇÃO DO PRODUTO:		Setor: ACABAMENTO	Seção: EMBALAGEM	Máquina: MANUAL	
MEIAS SOCKS EMBALADA INDIVIDUALMENTE		Material: MEIAS COSTURADAS E CABIDES PLÁSTICOS			
DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO:		Observador: CAM	Operador:	Registro:	
100	COLOCAR CABIDE EM PARES DE MEIAS COSTURADO EM FECHO DE PAPELÃO	Tempo da Observação	Início 10:00	DATA	
			Termínio 12:00	23/01/2011	
			Total 2:00		
CROQUIS DA ÁREA DE TRABALHO			DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS DA OPERAÇÃO		
<p>1 Região 1, localizada em médio alcance, onde ficam as meias para colocarem cabide, empilhadas</p> <p>2 Região 2, curto alcance, onde é colocado o cabide no fecho.</p> <p>3 Região 3, médio alcance, onde é colocado as meias após a colocação do fecho, abastecendo a próxima operação.</p> <p>4 Região 4, onde é colocado a caixa contento cabides.</p>			<p>1 Apanhar 4 pares de meias pré-posicionados na posição 1 da mesa de embalagem, agarra com a mão esquerda, os 4 pares de meias de forma a manter a mão em “U”, virando para baixo, pressionando o suficiente para agarrar e arrastar os 4 pares de meias do ponto 1 até o ponto 2, onde será posicionado os cabides nos pares de meias.</p> <p>2 Posicionar cabide em cada par de meias, apanhar o cabide com a mão direita, apanhar cabide posicionado de forma desarrumada no ponto 3 do posto de trabalho, pré-posicionado o cabide nos dedos polegar e indicador do lado esquerdo. Com a mão direita segurando o cabide alinhado com a fenda existente no fecho, realiza o posicionamento do cabide nos fechos sucessivamente. Passar 4 pares de meias para a próxima operação na posição 4.</p>		
 <p>O diagrama ilustra a área de trabalho com quatro regiões numeradas (1, 2, 3, 4) e duas mãos do operador. A região 1 contém pilhas de meias. A região 2 está na palma da mão esquerda. A região 3 está na palma da mão direita. A região 4 contém uma caixa de cabides. As mãos são rotuladas como 'Operador Coloca Cabide' e 'Operador Operação Posterior'.</p>			<p>MOTIVO DO ESTUDO: Trabalho Academico</p>		
		TEMPO TOTAL DA OPERAÇÃO:	TOLERÂNCIAS:	TEMPO PADRÃO:	PRODUÇÃO HORA:
		0,06039612	ATRASOS 0,00% NECESSIDADES PESSOAIS 5,00% FADIGA 7,80%	0,068126823	880,7

Figura 5.10 Folha de Cronometragem (minutos).

Fonte: Autor

### 5.2.15 Conclusão do Capítulo 5

Desta forma, foi concluído o estudo de tempo, utilizando a técnica de cronometragem na operação “Posicionar cabide”. O tempo estabelecido para esta operação vai agora ser comparado à técnica de determinação de tempo através de tempos sintéticos ou predeterminados MTM.

### 5.3 Aplicação MTM

A técnica MTM é um método destinado a estruturar a sequência de movimentos em movimentos básicos. A cada movimento básico é atribuído o valor de um tempo padrão, que é predeterminado em função dos fatores que influenciam a sua composição EPIC DO BRASIL (2002). O MTM pode ser aplicado para:

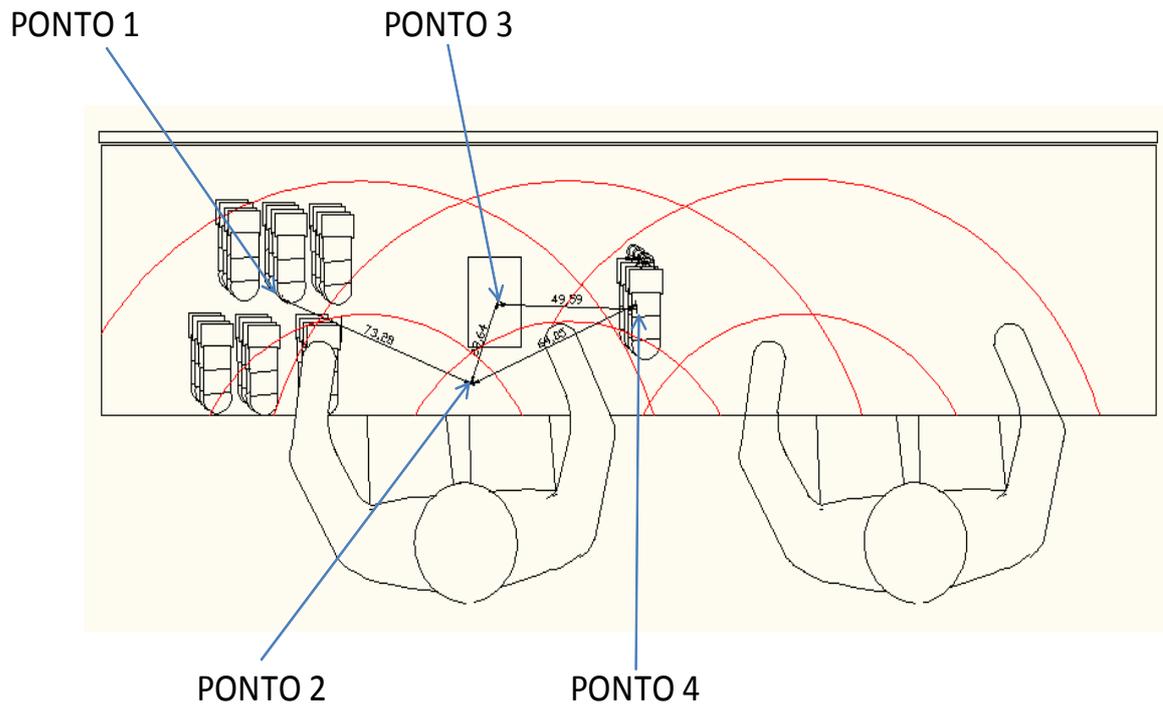
- Configuração dos métodos de trabalho e produtos: Para planejar e/ou aperfeiçoar os métodos de trabalho, além de servir para a elaboração de diretrizes para a configuração dos meios de produção, dos dispositivos, das ferramentas, do fluxo do material e da configuração do produto.
- Apuração de tempos: Para formar os tempos planejados, para definir tempos de referência para níveis de remuneração vinculados ao desempenho e realizar pré-cálculos.
- Instrução de trabalho: Para descrever o método como uma forma de documento para o treinamento EPIC DO BRASIL (2002).

#### 5.3.1 Descrição do Posto de Trabalho

Para a elaboração de estudo com base no MTM, um dos pontos que se deve dar atenção é ao método de trabalho, já que a precisão dos tempos é resultado de uma fina sintonia entre a descrição e a realização da operação.

Neste contexto, o posto de trabalho ganha importância, a disposição dos objetos utilizados, a distância entre eles e a movimentação, influem de forma decisiva, e desta forma devem ser mensurados com relativa precisão.

O posto de trabalho estudado foi redesenhado, de forma a oferecer ao analista uma visão mais precisa da localização dos objetos, assim como demonstração das áreas máxima e normal de trabalho no plano horizontal, já que esta operação ocorre com os objetos depositados no plano da bancada da linha, de acordo com a Figura 5.11.



**Figura 5.11 Layout do Posto de Trabalho.**  
**Fonte: Autor**

Descrição dos pontos:

**PONTO 1:** Local onde são colocados as meias que devem receber o cabide plástico. A medida foi tirada levando em consideração o ponto médio da área utilizada para depositar as pilhas de meias.

Distância do ponto 2:.....73,28 cm

**PONTO 2:** Ponto considerado ideal para realização de operações, é a base para determinar as distâncias dos objetos necessários para a realização da operação. Sendo assim, meias e cabides devem ser transportados para esta área, onde será realizada a operação de colocar cabide na meia.

**PONTO 3:** Local destinado ao depósito de cabides plásticos em recipiente tipo BIM, com capacidade de aproximadamente 100 cabides. Este ponto, teve sua distância medida do ponto médio do recipiente até o centro do ponto 2.

Distância do ponto 2.....23,64 cm

**PONTO 4:** Local para depósito de meias já processadas, ou seja, local para pilha de meias com cabides, para que possa abastecer a próxima operação.

Distância do ponto 2.....64,05 cm

Distância do ponto 3.....49,59 cm

### 5.3.2 Descrição das Tabelas utilizadas

Os movimentos são associados à descrição das Tabelas MTM, onde também se encontram os tempos na unidade TMU.

A Tabela 5.6, descreve as variações e seus respectivos tempos para o movimento Alcançar.

**Tabela 5.6 – Valores do Alcançar.**

ALCANÇAR – R – (Reach)								
Distância em cm	Tempo normal em TMU							Descrição dos casos
	R – A	R – B	R – C R – D	R – E	MR – A R – AM	MR – B R – BM	Valor m por B	
Até 2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	0,4	<b>A</b> Alcançar um objeto solitário, localizado sempre em um lugar definido ou que se acha na outra mão ou sobre o qual a outra mão pousa.
4	3,4	3,4	5,1	3,2	3,0	2,4	1,0	
6	4,5	4,5	6,5	4,4	3,9	3,1	1,4	
8	5,5	5,5	7,5	5,5	4,6	3,7	1,8	
10	5,1	6,3	8,4	6,8	4,9	4,3	2,0	
12	6,4	7,4	9,1	7,3	5,2	4,8	2,6	
14	6,8	8,2	9,7	7,8	5,5	5,4	2,8	<b>B</b> Alcançar um objeto solitário que, de sequência a sequência do trabalho se acha em um lugar ligeiramente diferente.
16	7,1	8,8	10,3	8,2	5,8	5,9	2,9	
18	7,5	9,4	10,8	8,7	6,1	6,5	2,9	
20	7,8	10,0	11,4	9,2	6,5	7,1	2,9	
22	8,1	10,5	11,9	9,7	6,8	7,7	2,8	
24	8,5	11,1	12,5	10,2	7,1	8,2	2,9	
26	8,8	11,7	13,0	10,7	7,4	8,8	2,9	<b>C</b> Alcançar um objeto, amontoado com outros iguais ou similares, exigindo escolha.
28	9,2	12,2	13,6	11,2	7,7	9,4	2,8	
30	9,5	12,8	14,1	11,7	8,0	9,9	2,9	
35	10,4	14,2	15,5	12,9	8,8	11,4	2,8	
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,6	2,8	
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	2,8	
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	2,7	<b>D</b> Alcançar um objeto muito pequeno ou que se requeira um pegar exato.
55	13,9	19,8	20,9	17,8	12,0	17,1	2,7	
60	14,7	21,2	22,3	19,0	12,8	18,5	2,7	
65	15,6	22,6	23,6	20,2	13,5	19,9	2,7	
70	16,5	24,1	25,0	21,4	14,3	21,4	2,7	
75	17,3	25,5	26,4	22,6	15,1	22,8	2,7	
80	18,2	26,9	27,7	23,9	15,9	24,2	2,7	<b>E</b> Deslocar a mão para uma posição indefinida seja para recuperar o equilíbrio, seja para preparação do próprio movimento ou ainda para afastar a mão da zona de trabalho.

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

A Tabela 5.7, descreve as variações e seus respectivos tempos para o movimento PEGAR.

**Tabela 5.7 – Valores do Pegar.**

<b>Pegar – G – (<i>Grasp</i>)</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>TMU</b>	<b>Descrição dos Casos</b>	
G1A	2,0	Pegar com facilidade um objeto solitário.	
G1B	3,5	Pegar um objeto muito pequeno ou um objeto plano apoiado sobre uma superfície plana.	
G1C1	7,3	> 12 mm Ø	Pegar um objeto aproximadamente cilíndrico dificultado por obstáculos de um lado e por baixo.
G1C2	8,7	de 6 até 12 mm Ø	
G1C3	10,8	< 6 mm Ø	
G2	5,5	Tornar a pegar: Mudar o “pegar” num objeto sem perder o controle sobre ele.	
G3	5,8	Transferir: Uma das mãos toma o controle de um objeto enquanto a outra solta.	
G4A	7,3	> 25 x 25 x 25 mm	Pegar um objeto misturado com outros, requerendo procura e seleção.
G4B	9,1	6 x 6 x 3 até 25 x 25 x 25 mm	
G4C	12,9	< 6 x 6 x 3 mm	
G5	0,0	Pegar por contato: por simples contato sobre o objeto, ter o suficiente controle para executar o movimento básico seguinte.	

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

A Tabela 5.8, descreve as variações e seus respectivos tempos para o movimento MOVER.

**Tabela 5.8 – Valores do Mover.**

Mover – M – ( <i>Move</i> )										
Distância em cm	Tempo em TMU					Com esforço			Descrição dos casos	
	M-A	M-B	M-C	Mm- B	Valor m por B	Peso até caN	Fator W	Constante SC		
Até 2	2,0	2,0	2,0	1,7	0,3	1	1,00	0,0	<b>A</b> Objeto levado para a outra mão ou contra um encosto.	
4	3,1	4,0	4,5	2,8	1,2					
6	4,1	5,0	5,8	3,1	1,9					
8	5,1	5,9	6,9	3,7	2,2	2	1,04	1,6		
10	6,0	6,8	7,9	4,3	2,5					
12	6,9	7,7	8,8	4,9	2,8	4	1,07	2,8		
14	7,7	8,5	9,8	5,4	3,1					
16	8,3	9,2	10,5	6,0	3,2	6	1,12	4,3		
18	9,0	9,8	11,1	6,5	3,3					
20	9,8	10,5	11,7	7,1	3,4	8	1,17	5,8	<b>B</b> Objeto levado a uma posição aproximada ou indefinida.	
22	10,2	11,2	12,4	7,6	3,6					
24	10,6	11,8	13,0	8,2	3,6	10	1,22	7,3		
26	11,5	12,3	13,7	8,7	3,6					
28	12,1	12,8	14,4	9,3	3,5	12	1,27	8,8		
30	12,7	13,3	15,1	9,8	3,5					
35	14,3	14,5	16,8	11,2	3,3	14	1,32	10,4		
40	15,8	15,8	18,5	12,6	3,0					
45	17,4	16,8	20,1	14,0	2,8	16	1,36	11,9		<b>C</b> Objeto levado a uma posição definida.
50	19,0	18,0	21,8	15,4	2,6					
55	20,5	19,2	23,5	16,8	2,4	18	1,41	13,4		
60	22,1	20,4	25,2	18,2	2,2					
65	23,6	21,5	26,9	19,5	2,1	20	1,46	14,9		
70	25,2	22,8	28,6	20,9	1,9					
75	26,7	24,0	30,3	22,3	1,7	22	1,51	16,4		
80	28,3	25,2	32,0	23,7	1,5					

**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

A Tabela 5.9 descreve as variações e seus respectivos tempos para o movimento POSICIONAR.

**Tabela 5.9 – Valores do Posicionar.**

Posicionar – P – ( <i>Position</i> )						
Símbolo	Ajuste	Descrição	Alinhar mm	Simetria	E	D
P1	Solto	Nenhuma pressão necessária	$\leq \pm 6,0$	S	5,6	11,2
				SS	9,1	14,7
				NS	10,4	16,0
P2	Justo	Leve pressão necessária	$\leq \pm 1,5$	S	16,2	21,8
				SS	19,7	25,3
				NS	21,0	26,6
P3	Firme	Forte pressão necessária	$\leq \pm 0,4$	S	43,0	48,6
				SS	46,5	52,1
				NS	47,8	53,4

A Tabela 5.10, descreve as variações e seus respectivos tempos para o movimento SEPARAR.

**Tabela 5.10 – Valores do Separar.**

Separar – D – ( <i>Disengage</i> )				
Símbolo	Ajuste	Descrição	E	D
D1	Solto	Pequeno esforço – retrocesso mínimo	4,0	5,7
D2	Justo	Esforço médio – retrocesso leve até 10 cm	7,5	11,8
D3	Firme	Esforço grande – retrocesso forte mais que 10 cm	22,9	34,7

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

A Tabela 5.11, descreve as variações e seus respectivos tempos para o movimento SOLTAR.

**Tabela 5.11 – Valores do Soltar.**

Soltar – RL – ( <i>Release</i> )					
Símbolo	TMU	Descrição	Símbolo	TMU	Descrição
RL1	2,0	Soltar por abertura dos dedos	RL2	0,0	Eliminação do contato

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

A Tabela 5.12, descreve as variações e seus respectivos tempos para o movimento Premir – aplicar pressão.

**Tabela 5.12 – Valores do Premir – Aplicar pressão.**

Premir – aplicar pressão – AP – ( <i>Apply Pressure</i> )					
Símbolo	TMU	Descrição	Componentes	AF 3,4	Incremento de Força
APA	10,6	sem pegar novamente	AF + DM + RLF	DM 4,2	Tempo min. para ficar pressionado
APB	16,2	com pegar novamente	G2 + APA	RLF 3,0	Diminuição da Força aplicada

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

### 5.3.3 Descrição da operação

A descrição realizada é uma cópia da descrição mencionada anteriormente, onde foi descrito conforme a necessidade para a realização da cronometragem, com nível de detalhamento muito menor que o apresentado no MTM. Esta descrição segue características necessárias à execução da análise de MTM, motivo pelo qual deve apresentar maior nível de detalhamento, buscando a identificação dos movimentos que compõe a operação. A descrição vai utilizar elementos para identificar os movimentos previstos nas Tabelas utilizadas no MTM, conforme módulo aplicado neste trabalho.

### 5.3.4 Descrição dos Elementos conforme MTM.

**Elemento 1:** Apanhar aproximadamente 4 pares de meias pré-posicionados na mesa de embalagem demarcada como posição 1. Diferentemente da cronometragem, o estudo de MTM, foi realizado fixando a quantidade de 4 pares em cada pilha alocada na área de abastecimento. Todo abastecimento é realizado por operário externo da linha, que tem como carga o abastecimento de todo material e produto em 3 linhas de embalagem.

**Início:** Este elemento tem seu início quando a mão esquerda solta definitivamente os 4 pares de meias com os respectivos cabides na mão direita, ocorrendo a transferência. Este movimento é realizado por um simples movimento de abertura dos dedos.

**Codificação do Movimento: RL1**

**TMU: 2**

**Transporte Vazio:** No momento em que a mão esquerda solta os 4 pares de meias com cabide, se desloca na direção do ponto 1, onde outras pilhas de 4 pares de meias pré-posicionadas estão alocadas. Este transporte ocorre do ponto 2 para o ponto 1, que apresenta a distância entre os pontos de 73,28cm.

Este movimento foi classificado como um **Alcançar** de nível C, caracterizado por “Alcançar um objeto misturado com outros iguais ou diferentes, sendo necessária uma escolha”. A Tabela do Alcançar apresenta como distância mais próxima do apurado a de 75 cm.

**Codificação do Movimento: RC 75**

**TMU: 26,4**

**Apanhar:** No momento seguinte, a operadora agarra com a mão esquerda, os 4 pares de meias empilhadas, este movimento é realizado com a mão fazendo o formato de “U”, virado para baixo, envolvendo a pilha com os dedos polegar e indicador no meio do fecho de papelão, pressionando o suficiente para agarrar os 4 pares.

Este movimento é caracterizado por, “Pegar Escolhendo; Pegar um objeto que se encontra misturado com outro, exigindo procura e seleção.”

**Codificação do Movimento: G4C****TMU: 12,9**

**Transporte Carregado:** Arrastar os 4 pares de meias do ponto 1 até o ponto 2 com a mão esquerda. Este transporte se dá por meio de arrasto da pilha de meias sob a bancada revestida de material fórmico, que possibilita este movimento de forma bastante facilitada, não exigindo esforço, a distância entre os pontos é de 73,28cm.

Este movimento foi caracterizado como nível “B”, onde se observa, “Mover um objeto para um local aproximado ou indeterminado”. A Tabela do Alcançar apresenta como distância mais próxima 75 cm.

**Codificação do Movimento: MB 75****TMU: 24,0****Elemento 2: Posicionar cabide em cada par de meia:**

**Início:** Este elemento tem início quando a mão direita arrastando os 4 pares de meias chega ao ponto 4, onde fica localizado o abastecimento do posto 2 da linha de embalagem.

**Soltar:** Após o posicionamento dos cabides nos 4 fechos costurados nas meias, a mão direita através da abertura dos dedos, solta a pilha de meias no ponto 4.

Este movimento é caracterizado como sendo: “Solta, através da abertura dos dedos.”

**Codificação do Movimento: RL1****TMU: 2,0**

**Transporte Vazio:** Após a mão direita realizar a soltura da pilha de meias com fecho na posição estabelecida para o abastecimento do próximo posto, a mão direita deverá se encaminhar do ponto 4 para o ponto 3, ou seja, para o recipiente de cabides, apresentando a distância entre os pontos de 49,59cm.

Este transporte foi classificado como sendo um alcançar, nível “C”, caracterizado por ser “Alcançar um objeto que se encontra misturado com outros iguais ou diferentes, sendo necessária sua escolha. A Tabela do Alcançar apresenta como distância mais próxima 50 cm.

**Codificação do Movimento: RC 50****TMU: 19,6**

**Apanhar Cabide:** Com a mão direita, apanha cabide posicionado de forma desarrumada no ponto 3 do posto de trabalho. Esta operação tem a seleção e o pré-posicionar o cabide nos dedos polegar e indicador da mão direita.

Este movimento foi classificado como sendo “Pegar escolhendo; Pegar um objeto que se encontra misturado com outros, exigindo procura e seleção”.

**Codificação do Movimento: G4B****TMU: 9,1**

**Transporte:** A mão direita deve transportar o cabide do ponto 3 até o ponto 2, onde será posicionado o cabide. Durante este transporte ocorre um movimento simultâneo de “Preparar o Cabide”. O cabide deve ser seguro pelos dedos polegar e indicador apertando o gancho, com a haste maior da trava voltada para frente, de modo que o cabide esteja na posição para ser colocado no fecho. A distância entre os pontos foi estabelecida como sendo 23,64 cm

Esta operação foi classificada como um Mover, nível C, “Mover um objeto para um local exatamente determinado”, ou seja, com relativa precisão. A Tabela do Mover apresenta como distância mais próxima 24 cm.

**Codificação do Movimento: MC24****TMU: 13,0**

**Preparar:** A mão esquerda deve preparar o par de meia para receber o cabide, para tanto, procede o movimento de soltar os dedos dos 4 pares e agarrar apenas o primeiro superior, e apertando com o dorso da mão, segura a pilha de 4 pares. Desta forma, levanta o fecho apenas do par que receberá o cabide, e permanece segurando até o completo posicionamento do cabide.

Este movimento foi classificado como sendo um Pegar, caracterizado por “Pegar novamente, mudar o ponto de controle de um objeto, sem perder o controle do mesmo.” Este movimento se repete para os 4 pares existentes na pilha que está sendo segurada pela mão esquerda.

**Codificação do Movimento: G2****TMU: 5,6**

**Posicionar Cabide:** Com a mão direita segurando o cabide alinhado com a fenda existente no fecho, realiza o posicionamento do cabide no fecho. Este movimento foi classificado como sendo um Juntar, classe 3 semi simétrico, com item de ajuste “justo” com a necessidade de pouca pressão. A pressão é necessária para retirar a rebarba do corte, que muitas vezes fica presa na janela, aliado à pequena folga existente entre as partes.

**Codificação do Movimento: P3DSS****TMU: 26,6**

**Soltar:** Após o correto e completo posicionamento do cabide no fecho costurado nas meias, a mão direita através da abertura dos dedos, solta o cabide. Este movimento é caracterizado como sendo “Solta, através da abertura dos dedos.”

**Codificação do Movimento: RL1****TMU: 2,0**

**Transporte Vazio:** Após a mão direita realizar a soltura do cabide, ela deverá se encaminhar do ponto 2 para o ponto 3, ou seja para o recipiente de cabides.

Este transporte foi classificado como sendo um alcançar, nível “C”, caracterizado por ser “Alcançar um objeto que se encontra misturado com outros iguais ou diferentes, sendo necessária sua escolha.

Este transporte ocorre do ponto 2 para o ponto 3. A distância entre o ponto 2 e ponto 3 é de 23,64 cm, a Tabela do Alcançar, apresenta como distância mais próxima 24 cm. Este movimento deve ocorrer mais 2 vezes até que a pilha com 4 pares seja totalmente colocada em cabides.

**Codificação do Movimento: RC 24****TMU: 12,5**

**Transferir:** Após a colocação dos cabides nos 4 pares, é realizada a transferência total dos pares da mão esquerda para a mão direita. Este movimento é necessário, uma vez que o

próximo posto está localizado ao lado direito da operadora que coloca cabide, e os pares prontos estão sendo seguros pela mão esquerda.

Este movimento foi caracterizado por ser “Transferir; Uma mão assume o controle sobre um objeto, enquanto a outra não deixa de controlá-lo.”

**Codificação do Movimento: G3**

**TMU: 5,6**

**Soltar:** Após a completa transferência dos 4 pares prontos para a mão direita, ocorre o soltar da mão esquerda, caracterizado por “Através da abertura dos dedos.” Este movimento determina o fim do ciclo para a mão esquerda, dando início a um novo ciclo.

**Codificação do Movimento: RL1**

**TMU: 2,0**

**Transporte:** Transportar com a mão direita os 4 pares com os fechos colocados até o próximo posto de trabalho ao lado, referenciado como ponto 4. Este movimento é caracterizado como sendo um Mover, nível B, “Mover um objeto para um local aproximado ou indeterminado. Este transporte ocorre do ponto 2 para o ponto 4. A distância entre o ponto 2 e ponto 4 é de 64,05cm, a Tabela do Mover, apresenta como distância mais próxima 65 cm.

**Codificação do Movimento: MC 65**

**TMU: 26,9**

**Soltar:** Após a completa transferência dos 4 pares prontos para a mão direita, ocorre o soltar da mão esquerda, caracterizado por “Através da abertura dos dedos.” Este movimento determina o fim do ciclo para a mão esquerda, dando início a um novo ciclo.

**Codificação do Movimento: RL1**

**TMU: 2,0**

**Mudança do foco de Visão:** Quando a mão esquerda solta os 4 pares e inicia o alcançar de uma nova pilha de pares para colocar cabide, a mão direita está movimentando os 4 pares

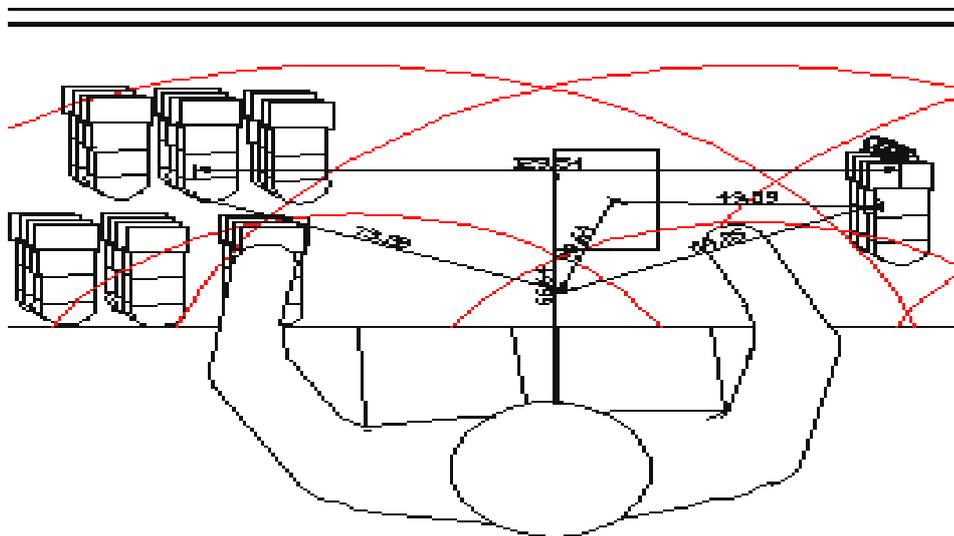
prontos para o próximo posto. Neste momento ocorre a mudança do foco da visão como forma de orientar o alcançar e o mover das mãos em movimento simultaneamente. A Equação 5.3 ilustra a fórmula de cálculo do tempo da visão.

1) Distância dos pontos entre os quais os olhos se movem = 129,54 cm

2) Distância perpendicular do olho ao trajeto T = 66,64 cm

$$\text{Cálculo do tempo de visão} = 15,2 * \left(\frac{(1)}{(2)}\right) = 15,2 * \frac{129,54}{66,64} = 29,55 \text{ TMU} \quad \text{equação 5.3}$$

A Figura 5.12 ilustra o estudo do movimento do olho ao trajeto.



**Figura 5.12 Distâncias dos materiais no posto de Trabalho.**

**Fonte: Autor**

### 5.3.5 Movimentos associados

A análise realizada nesta operação apresenta condições onde estão presentes **Movimentos Simultâneos e Movimentos Combinados**. “Quando tais movimentos são encontrados, aquele que requer o maior tempo de execução é considerado o movimento limitante.”

Desta forma, o valor atribuído a tal configuração, será o valor do movimento combinado. Neste trabalho pode-se observar que em vários pontos, movimentos simultâneos

entre a mão direita e esquerda, o que determinou a análise mais profunda da sequência dos movimentos. A Figura 5.13 descreve as possibilidades e as dificuldades desta associação.

### **5.3.6 Ordenamento dos movimentos**

O ordenamento dos movimentos ocorre de acordo com a sequência de sua ocorrência. Estes movimentos foram colocados na escala de tempo, utilizando como unidade de tempo o TMU, onde é possível observar de forma visível, os movimentos simultâneos.

Nesta análise pode-se observar a quantidade de trabalho de cada mão, e seus respectivos tempos de espera, caracterizado por ficar parado esperando a ocorrência de um próximo movimento.

A construção do gráfico não levou em consideração a frequência dos movimentos, desta forma foi elaborado apresentando a totalidade dos movimentos realizados ao longo de toda operação, ou seja, a sequência foi construída mencionando os movimentos necessários para colocar cabide nos 4 pares.

A Figura 5.14 mostra o esquema de tempo referente ao elemento 1 e a Figura 5.15 o esquema de tempo do elemento 2.

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

Movimentos básicos que não figuram nessa Tabela:

W = Dentro do campo normal de visão  
 T = Torcer = normalmente fácil com todos os movimentos básicos, exceto quanto o Torcer for controlado ou houver um separar.  
 AP = Premir (aplicar pressão) – verificar cada caso.  
 P3 = Juntar – Sempre difícil.  
 D3 = Separar – Normalmente difícil.  
 RL = Soltar – Sempre difícil.

Figura 5.13 – Movimentos Simultâneos.

Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)

MÃO ESQUERDA	TMU	TMU	MÃO DIREITA
<b>Elemento 1</b>			
Soltar 4 pares RL1 (2 TMU)	2 TMU	2	
Transporte do ponto 2 para o ponto 1 vazio. RC75 (26,4 TMU)	26,4 TMU	28,4	26,9
Agarrar monte com 4 pares de meias na posição 1. G4C (12,9 TMU)	12,9 TMU	41,3	28,9
Transporte dos 4 pares do ponto 1 para o ponto 2. MB75 (24,0 TMU)	24 TMU	65,3	48,5
Preparar o fecho para receber o cabide. G2 (5,6 TMU)	5,6 TMU	70,9	57,6
			70,6
			26,9
			2 TMU
			19,6 TMU
			9,1 TMU
			13 TMU
			Transportar meias com o fecho para o proximo posto da linha
			Soltar 4 pares RL1 (2 TMU)
			Transporte vazio do ponto 4 para o ponto 3. RC50 (19,6 TMU)
			Apanhar cabide no contenedor. G4B (9,1 TMU)
			Transportar o cabide do ponto 3 para o ponto 2. MC24 (13 TMU)

**Figura 5.14 – Esquema de tempo do elemento 1.**

**Fonte: Autor**

O segundo elemento é demonstrado na Figura 5.15.

MÃO ESQUERDA	TMU	TMU	MÃO DIREITA
<b>Elemento 2</b>			
ESPERA		52,1 TMU	Posicionar cabide no fecho. P3D55 (52,1 TMU)
	122,7	2 TMU	Soltar 4 cabide colocado. RL1 (2 TMU)
	124,7	13 TMU	Transporte vazio do ponto 2 para o ponto 3. MC24 (13 TMU)
	137,7	9,1 TMU	Apanhar cabide no contenedor. G4B (9,1 TMU)
Preparar o fecho para receber o cabide. G2 (5,6 TMU)	5,6 TMU		
ESPERA		13 TMU	Transportar o cabide do ponto 3 para o ponto 2. MC24 (13 TMU)
	146,8	52,1 TMU	Posicionar cabide no fecho. P3D55 (52,1 TMU)
	159,8	2 TMU	Soltar 4 cabide colocado. RL1 (2 TMU)
	211,9	13 TMU	Transporte vazio do ponto 2 para o ponto 3. MC24 (13 TMU)
ESPERA	213,9	9,1 TMU	Apanhar cabide no contenedor. G4B (9,1 TMU)
	226,9	13 TMU	Transportar o cabide do ponto 3 para o ponto 2. MC24 (13 TMU)
	236	52,1 TMU	Posicionar cabide no fecho. P3D55 (52,1 TMU)
	249	2 TMU	Soltar 4 cabide colocado. RL1 (2 TMU)
Preparar o fecho para receber o cabide. G2 (5,6 TMU)	5,6 TMU		
ESPERA		13 TMU	Transporte vazio do ponto 2 para o ponto 3. MC24 (13 TMU)
	301,1	9,1 TMU	Apanhar cabide no contenedor. G4B (9,1 TMU)
	303,1	13 TMU	Transportar o cabide do ponto 3 para o ponto 2. MC24 (13 TMU)
	316,1	52,1 TMU	Posicionar cabide no fecho. P3D55 (52,1 TMU)
ESPERA	325,2	2 TMU	Soltar 4 cabide colocado. RL1 (2 TMU)
	338,2	13 TMU	Transporte vazio do ponto 2 para o ponto 3. MC24 (13 TMU)
	390,3	9,1 TMU	Apanhar cabide no contenedor. G4B (9,1 TMU)
	392,3	13 TMU	Transportar o cabide do ponto 3 para o ponto 2. MC24 (13 TMU)
Preparar o fecho para receber o cabide. G2 (5,6 TMU)	5,6 TMU		
ESPERA		52,1 TMU	Posicionar cabide no fecho. P3D55 (52,1 TMU)
	397,9	2 TMU	Soltar 4 cabide colocado. RL1 (2 TMU)
Transferir os 4 pares da mão esquerda para direita. G3 (5,6 TMU)	5,6 TMU		Transferir os 4 pares da mão esquerda para direita. G3 (5,6 TMU)
Mudança do Olhar quando Apanha 4 pares para colocar fecho	20,6 TMU		Mudança do Olhar quando Apanha 4 pares para colocar fecho
		20,6 TMU	
	427,5		
<b>Total por par</b>		<b>106,875</b>	

Figura 5.15 – Esquema de tempo do elemento 2.

Fonte: Autor

### 5.3.7 Registro do Método

O registro do método no formulário é a primeira operação a ser realizada na análise de uma operação, utilizando a metodologia MTM.

Neste ponto, é fundamental apresentar a folha de análise, podendo ser observado os campos onde deve ser registrada a descrição do movimento, a medida em TMU, a classificação do movimento e seu *status*. A Figura 5.16, demonstra a Folha de Análise MTM.

FOLHA DE ANÁLISE DE MTM														
Ordem	Descrição da MÃO ESQUERDA							Descrição da MÃO DIREITA						
	Descrição do Movimento	Esc.	Movimento	Dis.	TMU	FREQ.	TMU/FREQ	TMU/FREQ	FREQ.	TMU	Dis.	Movimento	Esc.	Descrição do Movimento
1	Soltar 4 pares de meias seguro pela outra mão	x	RL1		2,0	1/4	0,50	6,73	1/4	26,9	75 cm	RC76		Transporte dos 4 pares prontos do ponto 2 até o ponto 4

**Figura 5.16 – Folha de Análise MTM- Análise Final**

**Fonte: Autor**

#### Descrição dos campos do impresso

**Ordem:** Campo destinado a descrever a sequência em que ocorrem os movimentos, para tanto, pode-se utilizar sequenciamento numérico ou alfabético, sem comprometimento da qualidade da análise.

**Descrição da Mão Direita e Esquerda:** A folha está dividida em direita e esquerda para facilitar a análise. Cada movimento deve ser registrado no membro que realiza o movimento, exatamente na ordem de execução.

**Descrição do Movimento:** Esta é a parte mais importante na elaboração da análise, ela irá determinar o tempo e o método de realização da operação. O movimento deve ser descrito de forma clara e precisa, com o máximo de detalhes, observando rigorosamente a ordem de execução do movimento. A linha do formulário indica a simultaneidade dos movimentos, o que estabelece que os movimentos realizados pela mão esquerda, caso ocorra um movimento simultâneo com a mão direita, devem ser registrados na mesma linha inicial.

Caso um dos membros trabalhe e o outro fique parado, o repouso deve ser registrado, seguindo o mesmo critério anterior.

**Esc (Escolha):** Esta coluna é utilizada para estabelecer qual dos movimentos, ou seja, qual dos lados vai determinar o tempo do elemento. Neste momento, utiliza-se o conceito de “Movimentos Limitantes”, anteriormente explicado.

**Movimento:** Nesta coluna, é descrito de forma codificada, conforme definição do movimento, os complementos e os detalhes necessários para estabelecer o devido tempo em TMU.

**Distância:** Neste campo é apontada a distância dos movimentos, distância que interfere diretamente no tempo de execução do movimento.

**Tempo:** Nesta coluna é colocado o tempo em TMU apurado para cada movimento, respeitando os membros que realizam o movimento.

**Frequência:** Estabelece a quantidade de vezes que uma ocorrência acontece dentro do tempo da operação.

**Tempo/Frequência:** É o tempo já calculado pela frequência de ocorrência do movimento em TMU.

### 5.3.8 Unidade de tempo

A primeira parte a ser considerada para aplicação do MTM é a unidade de tempo. Segundo MAYNARD (1970), o sistema foi originalmente desenvolvido utilizando filmes, cuja rotação do motor era de 16 quadros por segundo, o que gerou a definição temporal de 1/16 avos de segundos por quadro denominado de TMU (*Time Measurement Unit*). A seguir, é apresentado o quadro de transformação dos tempos em TMU em tempos em segundos ou outra unidade com melhor aderência ao tipo de operação em análise.

Desenvolvendo temos:

- 1/16 de segundo vale.....0,00001735 horas, devido a dificuldade de se trabalhar com este número, condicionou -se a descrever apenas como 0,0001 hora.
- 1 TMU vale.....0,036 segundos  
 1 TMU vale.....0,0006 minutos  
 1 TMU vale.....0,00001 hora

A Figura 5.17, apresenta a unidade de medidas MTM.

<b>MTM</b>	<b>MTM</b> <b>Tabela de Tempos Normalizados</b> <b>Associação Alemã de MTM</b> <b>Elbchausse 352, 22609 Hamburg</b> <b>Tel.: (0049) 40-823011 – Fax: (0049) 40 – 826594</b>				<b>REFA</b>
A utilização destas Tabelas sem os conhecimentos básicos de MTM poderá conduzir o usuário a resultados falsos					
Os valores de tempo desta Tabela correspondem ao Grau de Rendimento 100% conforme LMS	UNIDADE DE TEMPO				
	<b>TMU</b>	<b>Segundo</b>	<b>Minuto</b>	<b>Hora</b>	
	1	0,036	0,0006	0,00001	
	27,8	1	-	-	
	1686,7	-	1	-	
	100.000	-	-	1	

**Figura 5.17 – Unidade de Medidas MTM.**  
**Fonte: EPIC DO BRASIL (2002)**

### 5.3.9 Análise da Operação

A Figura 5.18, mostra o detalhamento da análise realizada na operação, devidamente registrada no impresso destinado a análise da operação.

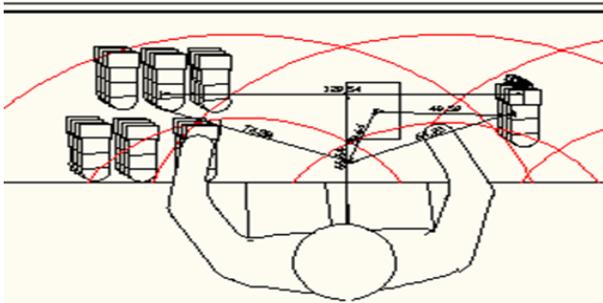
Nesta fase, são descritos os movimentos observando a correta sequência de ocorrência e seu devido tempo de duração, apresentando-se similarmente ao gráfico de mão direita e mão esquerda, necessária para apuração do tempo total, sendo que o tempo de espera não será apresentado da mesma forma que o demonstrado no gráfico.

A Figura 5.19 apresenta a folha de análise MTM.

FOLHA DE ANÁLISE DE MTM														
Ordem	Descrição da MÃO ESQUERDA							Descrição da MÃO DIREITA						
	Descrição do Movimento	Esc.	Movimento	Dis.	TMU	FREQ.	TMU/FREQ	TMU/FREQ	FREQ.	TMU	Dis.	Movimento	Esc.	Descrição do Movimento
1	Soltar 4 pares de meias seguro pela outra mão		RL1		2,0	1 / 4	0,50	6,73	1 / 4	26,9	75 cm	RC76	x	Transporte dos 4 pares prontos do ponto 2 até o ponto 4
2	Transporte do ponto 2 para 1 vazio		RC75	75 cm	26,4	1 / 4	6,60	0,50	1 / 4	2,0		RL1	x	Soltar os 4 pares
3	Agarrar monte com 4 pares de meias previamente arrumado		G4C		12,9	1 / 4	3,23	4,90	1 / 4	19,6	50 cm	RC50	x	Transporte Vazio do ponto 4 para o ponto 3
4	Transporte dos 4 pares do ponto 1 para o ponto 2		MB75	75 cm	24,0	1 / 4	6,00	9,10	1 / 1	9,1		G4B	x	Apanhar cabide no contenedor
5	Prepara o fecho para receber o cabide		G2		5,6	1 / 1	5,60	13,00	1 / 1	13,0	24 cm	MC24	x	Transporte do cabide do ponto 3 para o ponto 2
	<b>Sub Total Elemento 1</b>						<b>21,93</b>	<b>34,23</b>						
6								52,10	1 / 1	52,1		P3DSS	x	Posiciona cabide no fecho
7								2,00	1 / 1	2,0		RL1	x	Soltar cabide colocado
8								9,75	3 / 4	13,0	24 cm	MC24	x	Transporte vazio do ponto 2 para o ponto3
9	Transferir os pares da mão esquerda para a mão direita		G3		5,6	1 / 4	1,40	1,40	1 / 4	5,6		G3		Transferir os pares da mão esquerda para a mão direita
10	Mudança do Olhar quando Apanha 4 pares para colocar fecho				29,6	1 / 4	7,39	7,39	1 / 4	29,6				Mudança do Olhar quando Apanha 4 pares para colocar fecho
	<b>Sub Total Elemento 2</b>						<b>1,40</b>	<b>72,64</b>						
	<b>Total Geral</b>						<b>23,33</b>	<b>106,86</b>						
	<b>Tempo Utilizado como padrão</b>						<b>106,86</b>	<b>TMU</b>						

Figura 5.18 – Folha de Análise de MTM- Análise Final.

Fonte: Autor

<b>FOLHA DE ANÁLISE DE MTM</b>							Folha:
Operação: Operação de colocar cabide em meias socks costura em fecho de papelão						Data:	
Setor: Acabamento		Secção: Embalagem Manual			Analista: CAM		
Equipamentos: Manual				Material: Meias Costuradas em fecho de papelão Cabide plástico modelo 1552			
CROQUIS DA ÁREA DE TRABALHO				CROQUIS DA PEÇA/FERRAMENTA/ETC			
							
Ordem	Descrição do Movimento	TMU	Tempo	Tolerância	Tempo	Frequência	Tempo Total
1	APANHAR MEIAS E CABIDES	34,2	1,232	15%	1,417	1	1,417
2	POSICIONAR CABIDE	72,6	2,615	15%	3,007	1	3,007
<b>TEMPO PADRÃO DA OPERAÇÃO (em segundos)</b>							<b>4,424</b>
<b>PRODUÇÃO HORA (PEÇAS HORA)</b>							<b>813,7</b>

**Figura 5.19 – Folha de Análise de MTM- Análise Final.**

**Fonte: Autor**

# CAPÍTULO 6

## AVALIAÇÃO GERAL

O presente capítulo trata da análise dos resultados obtidos.

### 6.1 Apuração dos Resultados

A folha de análise registra o método de trabalho, os respectivos tempos com suas concessões e frequência, totalizando assim o tempo total por peça, traduzido em tempo padrão.

Desta forma, foi concluído o estudo de tempo, utilizando a técnica de MTM na operação “Posicionar cabide”. O tempo estabelecido para esta operação vai agora ser comparado à cronometragem.

### 6.2 Avaliação Geral

Este trabalho realizou estudo de tempo de uma operação manual, utilizando para isto duas técnicas, a cronometragem direta e o MTM, o que possibilitou identificar as vantagens, facilidades e dificuldades de cada uma destas técnicas.

A operação escolhida foi proposital, uma operação de 4 centésimos de minuto, apresenta de forma clara as vantagens e dificuldades, permitindo avaliar e especialmente definir qual das técnicas oferece melhor visão da operação.

A dificuldade e as facilidades de cada técnica ficam mais evidenciadas em operações menores, onde os detalhes acabam sendo escondidos por serem muito pequenos e de tempos quase imperceptíveis.

Desta forma foi possível avaliar as duas técnicas a partir dos parâmetros que veremos a seguir.

#### 1. Tempo Padrão

Como primeira análise observamos a determinação do tempo padrão da operação de colocar cabide em meias costuradas no fecho de papelão.

Os resultados foram confrontados com os dados históricos existente na empresa onde foi realizado o trabalho de embalagem.

A Tabela 6.1 aponta os valores quantitativos apurados na operação, em cada uma das técnicas empregadas.

**Tabela 6.1 – Valores quantitativos apurados na operação.**

<b>Técnica Utilizada</b>	<b>Produção Hora Apurada</b>
Método de Cronometragem Direta	880,0 peças hora
Método MTM	813,0 peças hora
Diferença entre as metodologias	8,3 %

**Fonte: Autor**

Muito embora tenha apresentado uma diferença de 8,3% entre as técnicas utilizadas, esta diferença poderia ser muito maior caso o profissional que execute a avaliação do operador em termos de ritmo quando da execução da cronometragem não tenha a experiência necessária, causando distorção na avaliação.

Em termos de produção hora, ou determinação do tempo padrão, a cronometragem apresenta menor precisão, devido às seguintes premissas:

a) Avaliação de ritmo: mesmo tomando extremo cuidado na avaliação de ritmo, acreditamos que o operador cronometrado apresenta ritmo maior que o determinado, nesse caso específico, deste modo a avaliação acabou por forçar a produção para cima, tornando assim o padrão mais apertado o que ocasionaria eficiência mais baixa para a linha.

A evidência deste ponto fica demonstrado na apuração da eficiência, que o setor realiza diariamente como ferramenta de medir a performance da linha de embalagem. A Tabela 6.2 apresenta as informações da linha estudada.

**Tabela 6.2 – Informações da Linha estudada.**

Produção horária estabelecida para a operação de colocar cabide no fecho	800 pares hora
Rendimento da operação no período	103 %
Tempo de existência desta operação na linha de embalagem	Acima de 15 anos
Total de Operadores que realizam esta operação em linha de embalagem	24

**Fonte: Autor**

Diante dos dados levantados no setor de trabalho, onde ocorre esta operação, fica caracterizado que a avaliação de ritmo acabou por deturpar o tempo padrão da operação, levando o cronometrista a determinar quantidades superiores ao alcançado pelos operários que realizam este trabalho. A técnica MTM, estabeleceu padrões coerentes com a métrica atingida pelo setor de embalagem na prática, o que demonstra mais precisão na determinação de tempos padrões. Desta forma o MTM se mostrou mais preciso que a cronometragem.

b) Precisão dos Tempos: outro ponto a ser evidenciado durante a execução deste trabalho foi a imprecisão na realização das leituras do cronômetro durante a tomada de tempo. Tempos pequenos não oferecem condições ao cronometrista de observar a operação, realizar a leitura e registrá-la na folha de cronometragem.

Este efeito somado ao erro de avaliação determina padrões imprecisos que caso acima do padrão, acaba por determinar níveis de produção de difícil atendimento, enquanto que no caso de se manter abaixo do padrão podem ser criadas zonas de ociosidade na linha. Desta forma verifica-se que em elementos muito pequenos como é o caso deste trabalho, a tomada de tempo acaba por interferir no tempo de forma imprecisa.

## **2 Registro do Método**

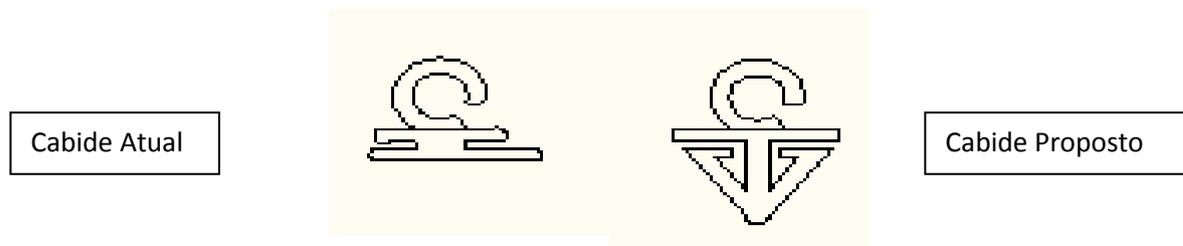
Todo treinamento operacional deve partir de uma completa descrição do método de trabalho, neste sentido fica claro que também o MTM oferece maior auxílio. Em operações pequenas fica mais evidenciado que as duas técnicas apresentam diferenças marcantes quanto a forma de descrição da operação, que se caracterizam por conjugações diferentes.

Enquanto a cronometragem descreveu a operação de forma agrupada não oferecendo detalhes para análise, ou seja, a determinação de apenas “**o que fazer**”, não permitindo observar os detalhes dos movimentos e, portanto, os pontos de melhoria ou mesmo facilitar a operação. A técnica MTM apresentou uma descrição muito mais detalhada do método, oferecendo assim possibilidades de melhor análise da operação. A descrição MTM aponta “**como fazer**”.

Esta forma mais detalhada permite identificar movimentos que podem ser melhorados, o que nos levou a procurar novas soluções encontradas dentro da própria empresa.

Por dificuldades de automação em uma linha de embalagem mecanizada, engenheiros criaram um cabide cujo sistema de encaixe e trava é bastante simplificado, facilitando em muito a realização da operação.

A Figura 6.1 apresenta os aspectos construtivos dos cabides utilizados no estudo.



**Figura 6.1 - Aspectos construtivos dos cabides utilizados no estudo.**

**Fonte: Autor**

Ainda fazendo uso do MTM, foi possível determinar o tempo de posicionar o cabide proposto, sem que uma quantidade do novo cabide estivesse disponível para a realização de testes, destinados à determinação de tempo.

O movimento de colocar o cabide foi alterado pelo novo modelo, determinando uma mudança na sua descrição, conforme mostrado na Tabela 6.3 As Figuras 6.4 e 6.5 mostram os resultados obtidos.

**Tabela 6.3 - Descrição dos movimentos atuais e propostos.**

	Código do Movimento	Tempo em TMU
Posicionar Cabide Atual	P3DSS	52,4
Posicionar Cabide Proposto	P1DSS	14,7

**Fonte: Autor**

Este novo sistema de encaixe gerou uma redução de aproximadamente 45 % no tempo de posicionar o cabide, o que determinou o aumento da produção hora da operação.

Esta redução só foi possível graças ao nível de detalhamento necessário para a aplicação do MTM. Para um detalhamento preciso como este é necessário um trabalho específico de cronoanálise, trabalho muito além em complexidade que uma simples cronometragem.

### **3 Determinação de Tempo no Projeto**

A técnica de MTM possibilitou a determinação do tempo para posicionar o novo cabide, tendo neste caso, apenas uma única peça proposta. Não seria diferente se também não tivesse a peça fisicamente, onde apenas com o projeto ou desenho seria possível registrar o método e por consequência determinar o tempo de posicionar este novo cabide.

Através da cronometragem, não é possível estimar o tempo com precisão, afetando possíveis estudos de viabilidade de construção de ferramentas, que é custoso e de confecção demorada.

### **4 Efeito Presença**

Durante a realização de cronometragem, ocorre um grande desconforto por parte do operador que está sendo cronometrado, este desconforto quase sempre se traduz em movimentos desajeitados, alteração do ritmo normal de trabalho do operador, incremento de movimentos desnecessários entre outros efeitos que se traduzem em tempos imprecisos dependendo da experiência do cronometrista.

Na técnica MTM, este efeito acaba não afetando ou afetando de forma muito menos decisiva na determinação do método de trabalho e por consequência no tempo da operação, já que o levantamento se limita apenas aos movimentos necessários e não leva em consideração o tempo da realização da tarefa.

### **5 Visão do profissional**

O MTM possibilita ao profissional de tempos e métodos uma visão diferenciada de como observar uma operação e seus respectivos movimentos.

Desta forma este trabalho considera importante a disseminação desta técnica aos profissionais de produção, como forma de ajudar a criar uma visão mais aprimorada de tempos, métodos e processos, o que contribuiria muito para a melhoria da produtividade, reduzindo problemas ergonômicos, facilitando e tornando ágil novos projetos de ferramentas, peças, máquinas, processos entre outras.

## **6 Ergonomia**

A realização do estudo de MTM, proporciona ao analista uma visão dupla da tarefa estudada. A primeira é a possibilidade da redução dos movimentos desnecessários, a segunda visa analisar os movimentos ou biomecânica dos movimentos. O impacto desta dupla análise é a melhoria ergonômica do posto de trabalho.

Conforme CAZETTO (2002), o MTM oferece às pessoas um local de trabalho mais agradável, reduzindo assim possibilidades de ocorrência de doenças ocupacionais como LER/DORT (lesões por esforço repetitivo/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho).

COUTO (1995) comenta que o MTM, assim como outros sistemas de tempos predeterminados, proporciona soluções em ergonomia por dois motivos:

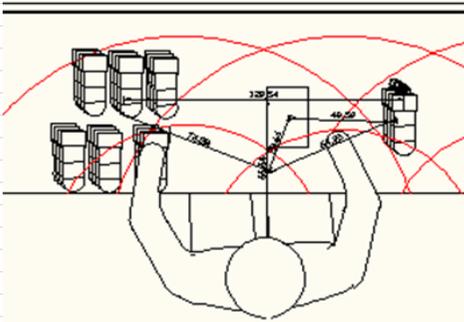
- 1) A própria fundamentação do método para a definição do tempo-padrão define as tarefas a serem executadas;
- 2) O conhecimento que esses sistemas disponibilizam sobre os diversos elementos de trabalho, dados sobre os fatores de dificuldade e a compensação necessária ao tempo para se realizar a tarefa representa grande contribuição para o conhecimento do processo a ser analisado e estudado.

Alguns estudos sobre ergonomia e saúde ocupacional em empresas balizam no MTM como método de pesquisa ou como ferramenta de análise. O presente estudo mostra esta possibilidade.

FOLHA DE ANÁLISE DE MTM														
Ordem	Descrição da MÃO ESQUERDA							Descrição da MÃO DIREITA						
	Descrição do Movimento	Esc.	Movimento	Dis.	TMU	FREQ.	TMU/FREQ.	TMU/FREQ.	FREQ.	TMU	Dis.	Movimento	Esc.	Descrição do Movimento
1	Soltar 4 pares de meias seguro pela outra mão		RL1		2,0	1 / 4	0,50	6,73	1 / 4	26,9	75 cm	RC76	x	Transporte dos 4 pares prontos do ponto 2 até o ponto 4
2	Transporte do ponto 2 para 1 vazio		RC75	75 cm	26,4	1 / 4	6,60	0,50	1 / 4	2,0		RL1	x	Soltar os 4 pares
3	Agarrar monte com 4 pares de meias previamente arrumado		G4C		12,9	1 / 4	3,23	4,90	1 / 4	19,6	50 cm	RC50	x	Transporte Vazio do ponto 4 para o ponto 3
4	Transporte dos 4 pares do ponto 1 para o ponto 2		MB75	75 cm	24,0	1 / 4	6,00	9,10	1 / 1	9,1		G4B	x	Apanhar cabide no contenedor
5	Prepara o fecho para receber o cabide		G2		5,6	1 / 1	5,60	13,00	1 / 1	13,0	24 cm	MC24	x	Transporte do cabide do ponto 3 para o ponto 2
	<b>Sub Total Elemento 1</b>						<b>21,93</b>	<b>34,23</b>						
6								14,70	1 / 1	52,1		P1DSS	x	Posiciona cabide no fecho
7								2,00	1 / 1	2,0		RL1	x	Soltar cabide colocado
8								9,75	3 / 4	13,0	24 cm	MC24	x	Transporte vazio do ponto 2 para o ponto3
9	Transferir os pares da mão esquerda para a mão direita		G3		5,6	1 / 4	1,40	1,40	1 / 4	5,6		G3		Transferir os pares da mão esquerda para a mão direita
10	Mudança do Olhar quando Apanha 4 pares para colocar fecho				29,6	1 / 4	7,39	7,39	1 / 4	29,6				Mudança do Olhar quando Apanha 4 pares para colocar fecho
	<b>Sub Total Elemento 2</b>						<b>1,40</b>	<b>35,24</b>						
	<b>Total Geral</b>							<b>23,33</b>		<b>69,46</b>				
	<b>Tempo Utilizado como padrão</b>							<b>69,46</b>	<b>TMU</b>					

Figura 6.2- Folha de Análise de MTM, Cabide Proposto.

Fonte: Autor

FOLHA DE ANÁLISE DE MTM							Folha:
Operação: Operação de colocar cabide em meias socks costura em fecho de papelão						Data:	
Setor: Acabamento		Secção: Embalagem Manual			Analista: CAM		
Equipamentos: Manual				Material: Meias Costuradas em fecho de papelão Cabide plástico modelo 1552			
CROQUIS DA ÁREA DE TRABALHO				CROQUIS DA PEÇA/FERRAMENTA/ETC			
							
Ordem	Descrição do Movimento	TMU	Tempo	Tolerância	Tempo	Frequência	Tempo Total
1	APANHAR MEIAS E CABIDES	34,2	1,232	15%	1,417	1	1,417
2	POSICIONAR CABIDE	35,2	1,269	15%	1,459	1	1,459
		<b>TEMPO PADRÃO DA OPERAÇÃO (em segundos)</b>					<b>2,876</b>
		<b>PRODUÇÃO HORA (PEÇAS HORA)</b>					<b>1.251,8</b>

**Figura 6.3- Folha de Análise de MTM, Cabide Proposto.**

**Fonte: Autor**

### 6.3 Considerações Finais

Atualmente as indústrias de modo geral buscam se tornarem competitivas a partir de projetos de melhoria envolvendo processos de fabricação a partir de um fluxo adequado de produção. Essa adequação dá suporte ao departamento de planejamento e controle da produção na elaboração de planos de produção factíveis e confiáveis o que garante uma maior confiança por parte do mercado quanto aos prazos e quantidades de produtos a serem entregues.

Quando é possível e viável em função do volume de produção a automação dos processos é decisiva e garante o objetivo proposto de atender o mercado no prazo e nas quantidades estabelecidas.

A automação é decisiva no atendimento de um *mix* variado de produtos pela rapidez com que os produtos são fabricados sem a possibilidade de erros na operação em função do trabalho manual da mão de obra direta.

É evidente que erros de operação devido a falhas da máquina ou de sensores podem ocorrer, mas o nível de incidência é extremamente baixo.

Contudo, há três fatores principais a serem considerados na decisão de se automatizar um processo: volume de produção, viabilidade econômica e financeira e projeto de automação adequado.

Nem sempre esses fatores permitem dar início a automatização do processo e a empresa está sujeita a trabalhos manuais com interferência da mão de obra direta em toda a operação o que dificulta definir padrões de execução, ou seja, método de trabalho adequado com tempo de operação coerente, para a definição de um planejamento de capacidade o mais realista possível.

Nesse ponto, a padronização é fundamental para se adequar um processo e é fundamental uma metodologia para a definição do melhor método de trabalho e a determinação dos tempos necessários para a realização de cada operação de acordo com as particularidades de cada processo.

Esbarramos, no entanto, em uma das quatro grandes práticas de gestão da produção do *Lean Manufacturing* - produção *Just in Time*.

Não há a mínima possibilidade de se implantar um projeto *Lean Manufacturing* sem definir um padrão, principalmente com interferência direta da mão de obra.

O exposto não é novidade para profissionais da área, mas é pouco discutido na literatura que ao longo do tempo as empresas, pela intenção de redução de custos e da

automação de alguns processos de fabricação, eliminaram dos departamentos de cronoanálise e com ele, os profissionais experientes que definiam os padrões (métodos e tempos de execução) dessas empresas com relativa precisão em função da experiência desses profissionais e de se tratar de profissionais formados no ambiente de manufatura.

A eliminação desse departamento e a extinção desses profissionais fizeram com que as empresas passassem a operar com o tempo padrão de uma base histórica de mais de 10 anos o que não corresponde na maioria dos casos à realidade do processo de fabricação atual.

O MTM preenche essa lacuna pela simplicidade principalmente nos casos, como o objeto de estudo desse trabalho, em que as operações realizadas são de centésimos de segundo envolvendo detalhes de operação a partir do método de trabalho adotado não perceptíveis, sem a aplicação desta técnica.

Outro aspecto relevante da aplicação do MTM é a interação com os profissionais de ergonomia permitindo eliminar desgastes aos profissionais de processo em função de método de trabalho inadequado e conseqüentemente problemas de postura na execução da operação.

O autor do presente trabalho a partir da revisão bibliográfica realizada, do estudo desenvolvido sob a proposta dessa dissertação de desenvolver pesquisa aplicada e de sua experiência profissional, conclui que a técnica MTM permite às empresas terem domínio da operação quanto à execução e considera tanto o método quanto a precisão dos tempos adequados a esse caso particular. Conseqüentemente os resultados de desempenho do processo de fabricação alcançados são aceitáveis e adequados ao padrão esperado sem desgastar o operador.

Por fim, o uso do MTM em projetos *Lean Manufacturing* deve permitir resultados excelentes a serem conseguidos de modo adequado e preciso.

O Apêndice B mostra a operação a partir da simulação no *software* Arena 13.5. O resultado a partir da simulação representa o trabalho desenvolvido a partir das diferenças de tempo determinado pelas técnicas de cronometragem e MTM.

## Referências Bibliográficas

- AITKEN, H. G. J., Taylorismo at Watertown Arsenal: **Scientific Management in Action**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1960.
- ALMEIDA, D. L. M., Aplicação do Método MTM em Empresas de Manufatura: Estudos de Caso, Universidade Federal de Santa Catarina, agosto de 2008, dissertação de mestrado.
- BARNES, R. **Estudo de Movimentos e de Tempos, Projeto e Medida do Trabalho**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 1985.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- BORBA, M. et. al. **Comparação dos métodos de análise de tempos pré-determinados MTM-A1 e MTM-UAS: um estudo de caso junto a uma linha de montagem de telefones**. XV SIMPEP, 10 a 12 de novembro de 2008.
- BORBA, Mirna de; JACOB, Arnaldo V.; SILVEIRA, Thiago. **O Método MTM (Methods Time Measurement), para o Aumento da Produtividade e Melhoria das Práticas de Trabalho**. In: SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA - VII SEPROSUL, 7, 2007. UDELAR, Salto, Uruguai, 2007.
- CAZETTO, M. Aplicação do MTM em uma Organização. In: III COLÓQUIO NMQ 2002. Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, Campinas, 2002.
- CHIAVENATO, I. **Teoria geral da administração**. S. Paulo: McGraw-Hill, 1987.
- COIMBRA, R. R. C.; SILVA, A. V. S. Manual de Tempos & Métodos – Princípios e Técnicas do Estudo de Tempos. São Paulo: Editora Hemus, 1989.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas S.A, 1996.
- COUTO, H. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho: Manual Técnico da Máquina Humana**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995, Volume 2, Cap. 9, Ergonomia no método de trabalho e nos sistemas de produção.
- DENIS LEANDRO MONTEIRO DE ALMEIDA, Análise da Aplicação do Método MTM em Empresas de Manufatura. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.
- DOGRAMACI, Ali. Productivity analysis: a range of perspectives. Boston: Martinus Nijhoff, c1981. 177p.
- DRUCKER, P. F. **Introdução à administração**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1991.
- DRUCKER, P. F. **O melhor de Peter Drucker: a administração**. São Paulo: Nobel, 1997.

- EPIC DO BRASIL. **Representante autorizada MTM: apostila de Treinamento MTM**, 2002.
- FULMANN, C. **Estudo do Trabalho**. Medida do Trabalho, cap. 4. São Paulo: IMAM, 1975.
- ITIRO, Iida. **Ergonomia Projeto e Produção**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1998.
- KENDRICK, J.W: Understanding productivity: an introduction to the dynamics of productivity change. Johns Hopkins University Press, 1977.
- KRICK, E. V. **Métodos e Sistemas**. “Avaliação e Aperfeiçoamento da Técnica de Tempos e Movimentos Predeterminados”. Vol. 2, cap. 21. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1971.
- ILIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 9ª ed. São Paulo: Edgard Brücher, 2003.
- LODI, João Bosco. **História da Administração**. São Paulo: Editora Pioneira, 1976.
- MARESCA, Leandro. **Aplicação do methods time measurement (mtm) como Instrumento de melhorias em uma linha de montagem**: Estudo de caso. Joinville/SC – Ufsc, 2007.
- MAYNARD, H. B. **Manual de Engenharia de Produção - Seção 2 – Métodos**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda., 1970.
- MAYNARD, H. B. **Manual de Engenharia de Produção**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda. , 1970.
- MAYNARD, H. B. **Manual de Engenharia de Produção. Seção 3: Técnicas de Medida do Trabalho e Seção 4: Medida do Trabalho – Aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1970.
- MEYERS, F. E. **Motion and time study: for lean manufacturing**, 2 ed. New Jersey. Prentice-Hall, Inc., 1999.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Editora Pioneira, 2000.
- NOVASKI, OLÍVIO; SUGAI MIGUEL. **MTM. Como Ferramenta para Redução de Custos – O taylorismo aplicado com sucesso nas empresas de hoje**. Campinas: Unicamp, 2001.
- PRIEMER, Walter. **MTM in Brasilien. MTMaktuell. Hamburg**, 2/2002, p.17-19, 2002. ISBN: 1439-6297.
- Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira – IEMI**, Instituto de Estudos e Marketing Industrial Ltda., 2010.
- RENDER, B. **Principios de administración de operaciones**. Pearson Educación, 2004.

- SAVIANI, Dermeval. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In: FERRETTI, Celso João (org.). Novas Tecnologias, Trabalho e Educação: um debate multidisciplinar. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- SILVA, Edna Lucia da; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4ª e. Florianópolis: UFSC, 2005.138p.
- SUGAI, Miguel. **Avaliação do uso do MTM (methods-time measurement) em uma empresa de metal-mecânica.** Campinas: Unicamp, 2003.
- TAYLOR, F. W. Princípios de Administração Científica. São Paulo: Atlas, 7ª edição, 1980. 134p.
- TOLEDO, I. F. B. **Cronoanálise.** São Paulo: Acessória Escola e Editora Ltda., 2007.
- TOLEDO, I. F. B. **Tempos e Métodos,** São Paulo: O&M - Acessória Escola e Editora Ltda., 2007.
- TOLEDO, I. F. B.; **Layout - arranjo físico,** São Paulo: O&M - Acessória Escola e Editora Ltda., 2007.

## Apêndice A

A padronização de atividades representa em torno de 40% dos resultados efetivos de projetos *Lean Manufacturing* quanto aos ganhos de produtividade dos sistemas de produção. Não há como deixar de abordar no contexto dessa dissertação a padronização de atividades e de modo efetivo o estudo de tempos e métodos como complemento do projeto da dissertação desenvolvido. O propósito do apêndice A é, de modo simples, tratar do princípio e dos conceitos básicos do estudo de tempos e métodos como pré-requisito para o estudo de temas relevantes como o próprio *Lean Manufacturing*. O texto do apêndice A foi baseado no manual publicado por COIMBRA & SILVA no ano de 1989.

### Introdução

O índice de produtividade de modo geral deve demonstrar a quantidade produzida de acordo com os padrões qualitativos definidos a partir de métodos adequados de trabalhos específicos para cada produto, ao menor custo de produção a partir da disponibilidade de recursos de manufatura existentes: materiais, máquinas, ferramentas, dispositivos, mão de obra e matéria prima.

Contudo, a precisão dos dados relacionados ao tempo de processo é extremamente relevante a fim de se medir o quanto o sistema de manufatura é produtivo o que reflete o quanto é importante o Estudo de Tempos e Métodos como uma das ferramentas gerenciais de apoio a identificação de pontos críticos e de estrangulamento na fábrica.

A medição dos tempos requeridos na execução das atividades produtivas nas empresas permite um estudo minucioso de tempos (ou medida do trabalho) sendo um procedimento que permite determinar a quantidade de tempo requerido, sob certas condições de media padrão, para tarefas que implicam alguma atividade humana.

Essa abordagem permite ao sistema produtivo ter incrementos de produtividade e eliminar os desperdícios de mão de obra e material através da otimização da utilização dos recursos de manufatura, das matérias primas e instalações, pela redução dos esforços e fadiga dos trabalhadores com melhores condições de trabalho.

Contudo, os tempos padrão são determinados com o propósito de:

1. Auxiliar as empresas na estruturação de Programas de Programação da Produção exeqüíveis;
2. Apontar para a direção da definição de padrões de custos mais precisos das operações;
3. Avaliar os Objetivos da produção a serem mantidos e monitorados pela supervisão;
4. Avaliar a realidade da execução da operação;
5. Determinar o Rendimento da mão de obra;
6. Determinar o número de máquinas com que uma pessoa pode operar;
7. Para dividir o trabalho por grupo de atividades ou em seqüência;
8. Comparar métodos de execução das operações de produção;
9. Determinar as necessidades de mão de obra;
10. Determinar as necessidades de equipamentos.

SILVA & COIMBRA (1989) divide o estudo de tempos a partir de dois momentos ou fases gerais: fase analítica e fase construtiva.

## **2. Categorias gerais do estudo de tempos**

### **2.1. Fase analítica**

1. A divisão o trabalho de um homem executando uma operação em movimentos elementares;
2. Seleção de todos os movimentos desnecessários e eliminação;
3. Observação de como vários operários habilidosos executam cada movimento elementar, e com o auxílio de um cronômetro adotar o melhor e mais rápido método de se executar cada um deles;
4. Descrição, registro e codificação de cada movimento elementar com seu respectivo tempo, de forma que possa ser facilmente identificável;
5. Estudo e registro da porcentagem que deve ser adicionada ao tempo selecionado de um bom operário, para cobrir esperas inevitáveis, interrupções, pequenos acidentes etc.;
6. Estudo e registro da porcentagem que deve ser adicionada ao tempo selecionado, para cobrir a inexperiência do operário nas primeiras vezes em que ele executa a operação (essa porcentagem é alta em tarefas compostas de um elevado número de elementos diversos, que formam uma longa seqüência não repetitiva.

O fator diminui, entretanto, quando a tarefa consiste de menor número de elementos compondo uma seqüência de maior repetitividade;

7. Estudo e registro da porcentagem de tempo, que deve ser tolerada para descanso e os intervalos em que o descanso deve ser efetuado a fim de eliminar a fadiga física.

## **2.2. Fase Construtiva**

1. Deve ser dividido em vários grupos os movimentos elementares, que são usados freqüentemente na mesma seqüência, em operações semelhantes, registrá-los e arquivá-los de tal forma que eles possam ser facilmente encontrados;
2. A partir dos registros, é fácil definir a seqüência adequada dos movimentos, que deve ser seguida por um operário produzindo determinado produto. Somando os tempos relativos a esses movimentos e adicionando as tolerâncias correspondentes, determina-se o tempo padrão para a execução da tarefa em estudo;
3. A análise de uma operação quase sempre revela imperfeições nas condições que cercam esta operação, tais como: o uso de ferramentas inadequadas, o emprego de máquinas obsoletas e a existência de condições sanitárias precárias etc. O conhecimento adquirido através da análise muitas vezes permite a padronização das ferramentas e das condições de trabalho e o desenvolvimento de melhores máquinas e métodos.

## **3. Estudo de Tempos**

O estudo de tempos permite reavaliar e adequar os métodos de trabalho de modo a incrementar a eficiência e a padronização das atividades realizadas nas operações estabelecendo os tempos padrão e o registro das condições de trabalho. O estudo de tempos faz uso de diversas técnicas para a medida do trabalho como tempos históricos, estimados e calculados, cronometragens (estudo de tempos), tempos pré-determinados ou sintéticos e amostragem do trabalho.

O estudo de tempos ou medida do trabalho pode ser considerado um procedimento que permite determinar a quantidade de tempo que uma pessoa qualificada e treinada a partir de um método adequado, e trabalhando sob certas condições de medida padrão, execute uma tarefa específica.

O principal instrumento de medição de tempos é o cronometro podendo ter o mostrador com dois tipos básicos de escala:

1. Escala decimal – há dois tipos básicos de cronômetros com escala decimal:
  - 1.1. Cronômetro de minuto decimal – tem seu mostrador dividido em 100 espaços iguais, cada divisão representando  $1/100$  de minuto. O ponteiro maior executa um ciclo completo por minuto. Para cronômetros analógicos um pequeno dial está dividido em 30 espaços iguais, cada um representando 1 minuto. Esse dial acumula o número de minutos;
  - 1.2. Cronômetro de hora decimal – tem seu mostrador dividido em 100 espaços iguais, cada espaço representa 0,0001 de hora, sendo que o ponteiro executa 100 ciclos por hora. Para cronômetro analógico um pequeno dial está dividido em 30 espaços, cada um dos quais representa 0,01 de hora, e o ponteiro pequeno executa  $3 \frac{1}{3}$  revoluções por hora. É mais preciso que o cronômetro de minuto decimal pelo fato de as unidades de tempo que ele mede ser menor que um 0,0001 de hora correspondente a 0,0067 minutos, embora seja mais difícil trabalhar com 4 casas decimais do que com 2 casas decimais.
  - 1.3. Escala sexagesimal – normalmente utilizado em competições esportivas não sendo recomendado para o estudo de tempos de sistemas produtivos.

Segundo SILVA & COIMBRA (1989) os objetivos implícitos do estudo de tempos:

1. Melhoria dos métodos – o estudo de tempos tem como objetivo analisar as operações e condições de trabalho para verificar as possibilidades de melhoria dos métodos existentes.
2. Melhoria da eficiência – o estudo de tempos tem como objetivo incrementar a eficiência do trabalho através de mudanças nos movimentos necessários.
3. Padronização das operações – o estudo de tempos tem como objetivo estabelecer e padronizar condições adequadas de trabalho pertinente a operação.
4. Estabelecimento de Tempos padrão – o estudo de tempos tem como objetivo estabelecer tempos padrão de trabalho consistente.
5. Compilação de dados padrão – o estudo de tempos tem como objetivo fornecer dados confiáveis para a compilação de dados padrão, gráficos e fórmulas.
6. Registro das condições de trabalho – o estudo de tempos tem como objetivo fornecer um registro constante das condições reais de trabalho referentes ao tempo padrão.

Registro da prática padrão – o estudo de tempos tem como objetivo o registro extremamente preciso do que deve ser observado (velocidade, abastecimento, ferramentas etc.) para a elaboração de práticas padrão.

O estudo de tempos e métodos tem como propósito definir uma medida de trabalho quando um novo produto deve ser lançado, quando modificações devem ser introduzidas na fabricação, quando padrões de tempo se tornaram obsoletos ou outros fatores que levam ao responsável da área de produção ou de serviços requisitar um estudo de tempos.

Desse modo é importante considerar:

1. Novo produto – para um novo produto normalmente os tempos são estimados, obtidos por analogia a fabricações similares conhecidas, ou calculados a partir de dados padrão, ou baseados em tempos sintéticos. Em pequenas séries faz-se uma medida para conhecer o tempo gasto em relação ao tempo estimado, obtendo bases mais sólidas para determinações futuras. Em grandes séries, à medida que o posto de trabalho se estabilize, fazem-se medidas para determinar os tempos requeridos, consistentes e equitativos. O MTM é uma forte opção nesse caso.
2. Modificações introduzidas na fabricação – modificações concernentes à matéria prima, desenho de peças ou conjuntos, ferramentas, método, processo, local de trabalho etc., frequentemente ligadas a melhorias, as quais, normalmente, reduzem os tempos de execução e os esforços físicos. Em tais casos, fazem-se novas medidas para a determinação dos novos tempos e padrões.
3. Padrões Obsoletos – particularmente nos trabalhos em série, ocorre obsolescência após algum tempo, por modificação de certos detalhes do modo operativo ou método, ligeiramente melhorias no ferramental, melhorias no ambiente de trabalho, e outros fatores, que isoladamente não influenciariam sensivelmente o tempo, justificando-se novas melhorias. Este caso é evitado quando se fazem revisões sistemáticas nos padrões ou racionalizações dos postos de trabalho, as quais, por si só, introduziram a uma nova medida e novos padrões.

O estudo de tempos deve ser realizado a partir da verificação de alguns requisitos básicos quanto à organização do local de trabalho ou local onde a operação deve ser realizada:

1. Deve existir lugar definido e fixo para todas as ferramentas e materiais;
2. Ferramentas, materiais e controles devem localizar-se perto do local do uso;
3. Deverão ser usados depósitos e caixas alimentadoras por gravidade para distribuição do material o mais perto possível do local de uso;
4. Materiais e ferramentas devem ser localizados de forma a permitir a melhor seqüência de movimentos;

5. A altura do local de trabalho e do ponto de contato com o trabalhador deve ser tal que possibilite ao operador trabalhar alternadamente em pé e sentado, tão facilmente quanto possível;
6. Deve ser respeitada a área normal de trabalho do operador, nunca sendo ultrapassada a área máxima de trabalho.

### **3.1. Divisão da operação em elementos**

Entre os indicadores de competitividade das empresas aqueles que sinalizam a sua produtividade ganham destaque no mundo contemporâneo em função da grande variedade de produtos que devem ser fabricados em um mesmo parque industrial. A variedade de produtos envolve processos de fabricação diferentes com operações específicas envolvendo tempos de execução que podem ser minimizados com a aplicação de métodos de trabalho mais eficientes.

A determinação de tempos e métodos de execução adequados envolve um estudo detalhado dos processos a serem realizados a fim de determinar o tempo padrão de execução a partir de um método padrão de execução das atividades e operações relacionadas. Essa abordagem científica e a definição de um estudo de caráter sistêmico e sistematizado de tempos e métodos desenvolvido aproximadamente em 1878, a partir de um trabalho pioneiro de Frederick Winslow Taylor na Midvale Steel Company, onde ele fez os primeiros estudos de tempos aperfeiçoando um sistema de cronometragem, permitiu as empresas uma maior padronização dos processos de fabricação em cada uma das suas etapas.

Nesse período há a ocorrência dos primeiros trabalhos desenvolvidos na área de Engenharia de Produção que devem dar sustentabilidade às técnicas de planejamento e controle de produção desenvolvidas posteriormente pelo fato de permitirem uma previsão do desempenho futuro permitindo a estimativa de custos, seleção de recursos, organização das tarefas, arranjo físico das instalações, a determinação de tempos produtivos (agregação de valor – operações) e tempos improdutivos (sem agregação de valor). A medida do tempo padrão para a execução de uma operação não envolve apenas medir o tempo de ciclo (cycle time – tempo que leva entre um componente e o próximo saírem do mesmo processo, em segundos) cronometrado e sim um estudo das partes que o compõe explicitando o método de trabalho aplicado em cada uma das partes.

Contudo, o estudo de tempos e métodos busca a divisão do processo de execução de uma operação em elementos que representa uma pequena subdivisão de um ciclo de trabalho ou de uma operação, possuindo um ponto de início e fim bem definido, que pode ser descrito e medido com precisão.

Segundo SILVA & COIMBRA (1989) a divisão da operação em elementos de curta duração que compreende na somatória dos tempos de cada elemento seu tempo de ciclo total e a cronometragem individual de cada um deles são partes essenciais do estudo de tempos, com as seguintes finalidades:

1. Análise – dividir uma operação em elementos permite uma análise detalhada, separada, de cada um. Esta possibilidade de examinar os elementos através de uma “lente de aumento” permite analisar o método usado, o tempo requerido e o problema a resolver.
2. Facilidade – o uso da divisão em elementos facilita à descrição detalhada da operação, a medição dos tempos, a avaliação do ritmo da operação e dos dados obtidos.
3. Precisão e Uniformidade – uma divisão em elementos bem feita resulta em uma maior precisão e uniformidade nos padrões. Isso facilita análises e comparações entre os dados de referência básicos de elementos de uma mesma família, na elaboração de dados padrão.
4. Registro – a descrição da operação em elementos constitui um registro preciso e fiel da forma como é executado o trabalho (método, condições presentes de operação etc.). Este registro é essencial para a auditoria e manutenção dos padrões.

A classificação dos elementos segundo SILVA & COIMBRA (1989) deve ser realizada pelo profissional da empresa que possui um conhecimento da natureza dos elementos de trabalho e o efeito final dos mesmos sobre o tempo padrão elaborado.

A classificação de um elemento dependerá dos seguintes fatores:

1. Execução – se o elemento é executado pelo operador ou se representa um item de tempo da máquina ou processo. Caso se trate de um elemento da máquina ou processo, os elementos manuais serão classificados como sendo relacionados interna ou externamente em relação ao elemento máquina podendo ser restritos.
2. Características – as características do trabalho que compreende o elemento determinarão se o mesmo é constante ou variável.
3. Frequência – a frequência de ocorrência do elemento durante um ciclo de trabalho determinará se o elemento é regular ou irregular.

### 3.1.1. Classificação dos elementos

Os elementos podem ser classificados em:

1. Elemento máquina – é aquele inteiramente controlado pela máquina ou processo;
2. Elemento manual – é aquele realizado por um ou mais movimentos humanos, que não são controlados pela máquina ou processo. O elemento manual somente é influenciado pela habilidade e esforço do operador podendo ser:
  - 2.1. Elemento Manual Externo – é aquele elemento manual executado fora do ciclo da máquina ou processo.
  - 2.2. Elemento Manual Interno – é aquele elemento manual executado durante o ciclo da máquina ou processo.
3. Elemento constante – é aquele para o qual o tempo é sempre o mesmo, independente das suas características, desde que o método e as condições de trabalho permaneçam inalterados. É aquele para o qual o tempo, sob as mesmas condições de trabalho e método, varia por causa das suas características variáveis, as quais controlam o trabalho.
4. Elemento restrito – é aquele que consiste de um ou mais movimentos humanos, governados ou ritmados pela máquina, processo ou outro meio.
5. Elemento regular – é aquele que ocorre ou em todos os ciclos da operação ou freqüentemente e de acordo com padrões fixados com os ciclos de operação.
6. Elemento irregular – é aquele que ocorre a intervalos intermitentes, mas é essencialmente para a operação.
7. Elemento estranho – é uma interrupção que não é uma ocorrência regular não ciclo de trabalho, e para o qual não foi feita previsão na seqüência normal de elementos no estudo de tempos.

### 3.1.2. Critérios para a divisão em elementos

Os elementos, durante a divisão, devem ser selecionados de acordo com os seguintes critérios:

1. Os pontos, inicial e final devem ser definidos e facilmente detectáveis. Isto facilitará a cronometragem, devido ao fato de que é mais fácil anotar com precisão um ponto bem definido. O tipo mais favorável de ponto final é aquele que permite certo meio de se antecipar sua ocorrência, de maneira que o cronometrista possa preparar-se para acionar e ler o seu cronômetro no instante correto como: o momento em que se inicia uma atividade, o operador solta ou agarra a ferramenta, ou o comando, ou o contato com o material, interrupções naturais e bem definidas marcadas por diferenças nos sons e movimentos, mudam o aspecto e/ou as características que controlam o trabalho (por exemplo: variável principal).
2. O mais curto possível convenientemente – os elementos devem ser o mais curto possível, e que ainda possam ser medidos com precisão e manuseados economicamente. Todo elemento manual pode ser dividido em movimentos fundamentais da mão ou *Therbligs*. Estas subdivisões têm duração excessivamente curta para serem cronometradas com os cronômetros comuns. Um número delas, portanto, precisa ser agrupado em elementos de duração suficiente para que possam ser cronometrados convenientemente. Portanto, os elementos devem ser nem muito breves nem muito longos; no primeiro caso são difíceis de serem cronometrados com precisão, exigindo muita habilidade por parte do cronometrista; no segundo caso são dificilmente homogêneos. Em ambos os casos, a avaliação do ritmo é bastante difícil: nos elementos muito breves a tendência é de superestimar o ritmo; nos elementos muito longos a tendência é subestimar o ritmo. Em geral, os tempos dos elementos oscilam entre 0,05 e 0,25 minutos.
3. Tão unificado quanto seja possível – o elemento deverá consistir de um grupo bem unificado de movimentos fundamentais, tais como: alcançar, pegar, posicionar, montar, soltar etc., explorando o uso dos *Therbligs*. Desse modo, a divisão da operação em elementos que impliquem somente habilidade manipulativa, percepção visual, força, e assim sucessivamente, facilitará a avaliação do ritmo e cronometragem.

4. O elemento manual deve ser separado do elemento máquina - o elemento manual está sujeito ao controle do operário, o mesmo não acontecendo com o elemento máquina. Conseqüentemente, o elemento máquina permitirá um alto grau de padronização, enquanto que o elemento manual será muito mais variável e difícil de determinar com precisão. Portanto, esses dois tipos de elementos devem ser sempre separados.
5. O elemento interno deve ser separado do elemento externo – o trabalho manual efetuado enquanto a máquina ou o processo controla o tempo total transcorrido (elemento interno) deve ser separado do trabalho manual efetuado externamente ao tempo máquina ou processo (elemento externo). Os elementos externos aumentam o tempo total dos ciclos, ao passo que os elementos internos não.
6. O elemento constante deve ser separado do elemento variável – o elemento constante refere-se aquele elemento cuja duração é independente das suas características (dimensão, peso, comprimento, formato etc.), enquanto que o elemento variável depende. A separação desses dois tipos de elementos auxiliara no desenvolvimento de dados padrão de uma operação. É importante nesse processo separar o elemento produtivo do elemento transporte. Os elementos produtivos geralmente dependem de suas características, sendo, portanto variáveis. Os elementos relacionados ao transporte geralmente são constantes (distância percorrida fixa, etc.)
7. O elemento regular deve ser separado do elemento irregular – os elementos que não ocorrem em cada ciclo deverão ser separados, para facilitar o cálculo de sua frequência e, conseqüentemente, facilitar a sua divisão apropriada.

### **3.1.3. Descrição dos elementos**

1. Descrição – a descrição dos elementos deve abranger todas as ações que são realizadas na operação. Usualmente são descritos primeiramente aqueles elementos da operação que ocorrem regularmente, e após esses, seguem-se todos os outros elementos que são parte integrante da tarefa em estudo. Na descrição do elemento devem-se incluir locais, número ou código das peças manuseadas, distâncias percorridas, pesos transportados etc. Em geral, os detalhes que são importantes para efeito de análise e registro são descritos. Outros são mencionados genericamente ou simplesmente omitidos.

O cronometrista deve fazer a descrição dos elementos antes de iniciar o estudo de tempos, não somente para verificar a possibilidade de eliminar elementos desnecessários, como também, na maioria dos casos, para que possa concentrar-se na leitura e registro dos valores cronometrados e ritmos avaliados. Sempre que possível, o cronometrista deveria observar um número suficiente de ciclos ou elementos, para determinar a seqüência em que os mesmo ocorrerão, os seus limites e os seus pontos de início e fim.

2. Redação – a linguagem usada na redação dos elementos deve ser breve e específica, usando-se verbos ativos com significado claro, tais como: andar ou anda, serrar ou serra, etc. Familiaridade com a terminologia do estudo de movimentos será vantajosa na redação dos elementos, pois um movimento é uma série de movimentos musculares, com um objetivo ou motivo definido.

Exemplo: alcançar 24 cm para agarrar uma peça no recipiente, alcançar a peça no recipiente, mover 35 cm até ao dispositivo, posicionar no dispositivo e soltar. Descrição com muito palavreado ou com termos muito vagos deve ser evitado. Após completar a descrição de todos os elementos, é essencial checá-los: contém tudo o que o operador deve fazer? Pode a operação ser reproduzida a partir dos elementos?

3. Pontos de início e fim dos elementos (breakpoints) – os pontos exatos de início e fim dos elementos deverão ser anotados. Eles limitam a extensão do elemento e são necessários para assegurar a exatidão e regularidade da cronometragem. O ponto de início do elemento subsequente será o ponto de fim do elemento anterior. Estes pontos terão que ser memorizados de forma que o cronometrista observe sempre o seu cronômetro exatamente no mesmo ponto do ciclo; de outra forma os tempos para os elementos serão incorretos.

#### **3.1.4. Listando os elementos**

Cada elemento deverá ser concisamente anotado na folha de cronometragem. É aconselhável que se usem símbolos para representar elementos que se repetem com freqüência. Em algumas indústrias, usa-se um código padrão de símbolos comum a todos os cronometristas. Quando são usados símbolos, os seus significados devem aparecer em cada folha de cronometragem.

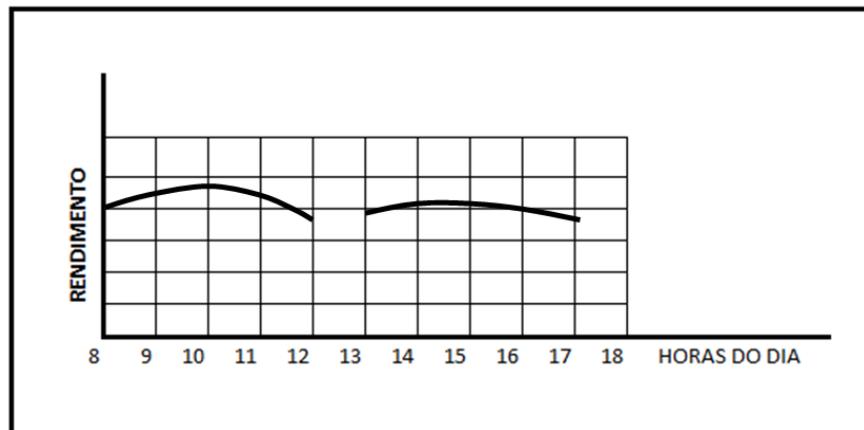
Utilizam-se também as abreviações, para facilitar a descrição dos elementos. As seguintes abreviações são recomendadas: AM – ambas as mãos, ME – mão esquerda e MD – mão direita.

Podem-se também utilizar as abreviações dos *Therbligs*. A necessidade de uma divisão bastante detalhada depende, logicamente, do gênero de fabricação, da natureza da operação e dos resultados desejados. As operações de montagem na indústria elétrica leve e na eletrônica, por exemplo, são geralmente de ciclo curto e compõem-se de elementos muito pequenos. É importante salientar uma vez mais a importância de uma divisão e de uma descrição criteriosa dos elementos. A abundância dos detalhes na descrição será ditada por diversos fatores, tais como:

- \_ a vida útil do produto ou o lapso de tempo durante o qual terá que efetuar o trabalho. As pequenas séries, lançadas periodicamente, demandam uma descrição menos detalhada do que as grandes séries;
- \_ o gênero dos movimentos, ou seja, os movimentos de um local para outro (deslocamento), geralmente demanda uma descrição menos completa que os movimentos das mãos e braços.

### **3.1.5. Execução do estudo de tempos**

Uma vez superada a fase inicial de levantamento e análise dos dados relativos à operação, o cronometrista está pronto para iniciar a medição dos tempos. A hora da cronometragem, principalmente para estudos com ciclo de curta duração, deve ser considerada evitando-se os períodos de início do trabalho pela manhã e após o almoço, bem como os períodos de fim do expediente, onde a fadiga e a lassidão se fazem sentir. De preferência, procura-se escolher os momentos em que a atividade do executante esteja próxima à de referência. Durante a jornada de trabalho, o rendimento médio geral de um trabalhador varia conforme a Figura A-1.



**Figura A-1 – Curva de rendimento médio de um trabalhador**

**Fonte: BARNES (1977)**

A Figura A-1 indica o início e o fim de cada período de uma jornada de trabalho são os horários em que um trabalhador apresenta os menores índices de rendimento, portanto devem sempre ser evitados

Os métodos mais comuns para cronometragem em estudo de tempos são:

1. Cronometragem contínua – no método de cronometragem contínua, o observador começa a cronometragem disparando o cronômetro no início do primeiro elemento e mantém o mesmo em funcionamento durante todo o período do estudo;

Ao fim de cada elemento, o observador faz a leitura do cronômetro e registra o valor lido na folha de cronometragem, em frente à sua descrição ou símbolo. De forma semelhante, observa-se o cronômetro no fim de cada elemento, registrando as leituras para o primeiro ciclo na primeira coluna da folha de cronometragem. Cronometra então o segundo ciclo e registra os dados na segunda coluna vertical, e assim por diante.

2. Cronometragem repetitiva ou retorno a zero – no método de cronometragem repetitiva ou retorno a zero, os ponteiros do cronômetro são retomados a zero no fim de cada elemento. No início do primeiro elemento, o cronometrista retorna o ponteiro à zero, pressionando o botão do cronômetro. Instantaneamente, o ponteiro reinicia seu movimento para frente, medindo a duração do primeiro elemento. Ao fim do primeiro elemento o cronometrista lê o cronômetro, retorna o ponteiro a zero e registra esta leitura. De maneira semelhante, ele observa os demais elementos;

3. Cronometragem acumulativa – no método de cronometragem repetitiva ou retorno a zero, os ponteiros do cronômetro são retornados a zero no fim de cada elemento.

No início do primeiro elemento, o cronometrista retorna o ponteiro à zero, pressionando o botão do cronômetro. Instantaneamente, o ponteiro reinicia seu movimento para frente, medindo a duração do primeiro elemento. Ao fim do primeiro elemento o cronometrista lê o cronômetro, retorna o ponteiro a zero e registra esta leitura. De maneira, semelhante, ele observa os demais elementos;

4. Cronometragem Acumulativa – no método de cronometragem acumulativa, utilizam-se dois cronômetros, os quais são montados juntos na prancheta, sendo ligados por um mecanismo de alavanca, de tal forma que, quando se dá início ao primeiro cronômetro, o segundo pára automaticamente, e vice versa. Se desejarmos, o cronômetro pode ser retornado à zero imediatamente após a leitura, facilitando a cronometragem pelo registro do tempo requerido para cada elemento. Neste tipo de cronometragem, os valores dos tempos são lidos mais facilmente e com maior precisão, porque seus ponteiros não estão em movimento durante a leitura;

5. Cronometragem contínua através de cronômetros com recuperação – este é o método mais utilizado para estudo de tempos. No início da cronometragem, aciona-se o cronômetro, colocando-o em marcha.

No fim de cada elemento, pressiona-se a alavanca ou botão lateral, parando o ponteiro da recuperação (de cor vermelha, geralmente), permitindo a leitura correta e precisa de onde está parado o ponteiro. Pressiona-se novamente o botão lateral, e o ponteiro da recuperação parado reencontra imediatamente o ponteiro em movimento e continuam coincidentes, em marcha. De forma semelhante, medem-se os demais elementos.

Entretanto, qualquer que seja o método de medição empregado, há necessidade de treinamento específico do cronometrista, por meio de exercícios especiais e verificações, em intervalos regulares, de sua sensibilidade e precisão.

A precisão do método utilizado em estudo de tempos depende:

1. A precisão de um método de medida depende de como ele é usado, e por quem;
2. O estudo de tempos com cronômetro oferece diferentes graus de precisão com diferentes observadores;
3. Todos os três métodos de medida com cronômetro melhoram em precisão quando a dimensão dos elementos aumenta;
4. Todos os três métodos de medida com cronômetros mostraram, mais ou menos, o mesmo grau de precisão, ou seja, a faixa de variabilidade era quase a mesma.

### 3.1.6. Número de ciclos a serem cronometrados

SILVA & COIMBRA (1989) destacam a importância em salientar que o estudo de tempos por cronometragem é um processo de amostragem, de modo que quanto maior for o número de ciclos cronometrados, mais representativos serão os resultados obtidos para a operação em estudo e, conseqüentemente, mais precisos.

SILVA & COIMBRA (1989) ainda destacam que o tempo requerido para a execução dos elementos de uma operação variará ligeiramente de ciclo para ciclo.

Mesmo que o operador trabalhe num ritmo constante, com padronização na posição das peças e ferramentas usadas pelo operador nem sempre executará cada elemento de ciclos consecutivos exatamente no mesmo tempo, ou seja, quanto maior for a variabilidade das leituras de um elemento, tanto maior será o número de observações para que se tenham tempos consistentes, com a precisão desejada. Critérios para a determinação do número de ciclos a serem cronometrados podem ser relacionados basicamente em quatro principais:

1. Grau de precisão desejado no estudo;
2. Efetivo de mão de obra utilizada na operação;
3. Particularidades na execução das operações;
4. Quantidade de elementos irregulares que a operação apresenta.

### 3.1.7. Métodos aplicados no estudo de tempos

#### 3.1.7.1. Método estatístico

Se considerarmos um estudo de tempos para 10 ciclos consecutivos de uma operação, constituída de 3 elementos de acordo com a Tabela A-1.

**Tabela A-1 – Exemplo**

<b>Elemento 1</b>	0,07	0,08	0,09	0,06	0,08	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07
<b>Elemento 2</b>	0,12	0,13	0,15	0,11	0,12	0,13	0,13	0,15	0,12	0,11
<b>Elemento 3</b>	0,26	0,27	0,24	0,26	0,22	0,27	0,24	0,26	0,27	0,25

**Fonte SILVA & COIMBRA (1989)**

Para determinar o número de ciclos a serem cronometrados, baseado nesta amostra com um erro relativo de  $\pm 5\%$  e um nível de confiança de 95% podemos utilizar a equação (A-1).

(A-1)

$$N' = \left[ \frac{40 * \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

O procedimento para a determinação do número de ciclos a serem cronometrados:

1. Somatória das leituras individuais;
2. Cada leitura individual é elevado ao quadrado, efetuando-se depois a sua somatória.

De acordo com as Tabelas 2, 3 e 4 podemos identificar os dados coletados.

**Tabela 2 – 1 Elemento**

Leituras individuais em centésimos de minuto (x)	Quadrado das leituras individuais (x <sup>2</sup> )
0,07 * 100 = 7	49
0,08 * 100 = 8	64
0,09 * 100 = 9	81
0,06 * 100 = 6	36
0,08 * 100 = 8	64
0,07 * 100 = 7	49
0,08 * 100 = 8	64
0,09 * 100 = 9	81
0,07 * 100 = 7	49
0,07 * 100 = 7	49
$\sum x = 76$	$\sum x^2 = 586$
<b>N = 10</b>	
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,966</b>
<b>Média (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>7,6 → 0,076 minutos</b>
<b>Amplitude (R)</b>	<b>(9 - 6) → 3 → 0,03 minutos</b>
<b>R / <math>\bar{x}</math></b>	<b>0,395</b>

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

**Tabela 3 – 2 Elemento**

Leituras individuais em centésimos de minuto (x)	Quadrado das leituras individuais (x <sup>2</sup> )
0,12 * 100 = 12	144
0,13 * 100 = 13	169
0,15 * 100 = 15	225
0,11 * 100 = 11	121
0,12 * 100 = 12	144
0,13 * 100 = 13	169
0,13 * 100 = 13	169
0,15 * 100 = 15	225
0,12 * 100 = 12	144
0,11 * 100 = 11	121
$\sum x = 127$	$\sum x^2 = 1631$
<b>N = 10</b>	
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,418</b>
<b>Média (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>12,7 → 0,127 minutos</b>
<b>Amplitude (R)</b>	<b>(15 - 11) → 4 → 0,04 minutos</b>
<b>R / <math>\bar{x}</math></b>	<b>0,315</b>

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

Tabela 4 – 3 Elemento

Leituras individuais em centésimos de minuto (x)	Quadrado das leituras individuais (x <sup>2</sup> )
0,26 * 100 = 26	676
0,27 * 100 = 27	729
0,24 * 100 = 24	576
0,26 * 100 = 26	676
0,22 * 100 = 22	484
0,27 * 100 = 27	729
0,24 * 100 = 24	576
0,26 * 100 = 26	676
0,27 * 100 = 27	729
0,25 * 100 = 25	625
$\sum x = 254$	$\sum x^2 = 6476$
<b>N = 10</b>	
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,647</b>
<b>Média (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>25,4 → 0,254 minutos</b>
<b>Amplitude (R)</b>	<b>(27 – 22) → 5 → 0,05 minutos</b>
<b>R / <math>\bar{x}</math></b>	<b>0,197</b>

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

Substituindo esses valores na fórmula (1):

**Elemento 1:**

$$N' = \left[ \frac{40 * \sqrt{10 * 586 - (76)^2}}{76} \right]^2$$

*N' = 23 observações (da tabela “27”)*

**Elemento 2:**

$$N' = \left[ \frac{40 * \sqrt{10 * 1631 - (127)^2}}{127} \right]^2$$

*N' = 18 observações (da tabela “17”)*

**Elemento 3:**

$$N' = \left[ \frac{40 * \sqrt{10 * 6476 - (254)^2}}{254} \right]^2$$

$N' = 6$  observações (da tabela “7”)

Neste caso é possível observar que quanto menor o tempo do ciclo de um elemento de uma operação maior deve ser o número de observações para se ter a precisão desejada.

#### 1.1.4.1.Método prático

BARNES (1977) descreve um método prático e simples para estimular o número de ciclos a serem cronometrados de acordo com a Tabela 5.

O método compreende seis etapas:

1. Cronometrar:
  - a. 10 leituras para ciclos de 2 minutos ou menos;
  - b. 5 leituras para ciclos de mais de 2 minutos.
2. Determinar a amplitude R – esta é obtida pela diferença entre o maior e o menor valor das leituras individuais;
3. Determinar a média  $\bar{x}$  – esta é a soma das leituras individuais dividida pelo número total de observações, que será 5 ou 10. Esta média pode ser aproximada pela soma do valor maior ou menor dividida por 2;
4. Determinar “ $R/\bar{x}$ ”, ou seja, a amplitude dividida pela média;
5. Determinar o número necessário de ciclos a serem cronometrados na tabela;
6. Continuar com as observações até que seja obtido o número de ciclos requerido.

**Tabela 5 – Número de ciclos a serem cronometrados para um erro relativo de  $\pm 5\%$ , nível de confiança de 95%**

Dados de amostra de			Dados de amostra de			Dados de amostra de		
$R/\bar{x}$	5	10	$R/\bar{x}$	5	10	$R/\bar{x}$	5	10
0,10	3	2	0,42	52	30	0,74	162	93
0,12	4	2	0,44	57	33	0,76	171	98
0,14	6	3	0,46	63	36	0,78	180	103
0,16	8	4	0,48	68	39	0,80	190	108
0,18	10	6	0,50	74	42	0,82	199	113
0,20	12	7	0,52	80	46	0,84	209	119
0,22	14	8	0,54	86	49	0,86	218	125
0,24	17	10	0,56	93	53	0,88	229	131
0,26	20	11	0,58	100	57	0,90	239	138
0,28	23	13	0,60	107	61	0,92	250	143
0,30	27	15	0,62	114	65	0,94	261	149

0,32	30	17	0,64	121	69	0,96	273	156
0,34	34	20	0,66	129	74	0,98	284	162
0,36	38	22	0,68	137	78	1,00	296	169
0,38	43	24	0,70	145	83			
0,40	47	27	0,72	153	88			

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

A partir do exemplo do elemento 1 o cronometrista realizou 30 leituras durante a execução da operação de acordo com a Tabela 6 e os cálculos na Tabela 7.

O cronometrista deseja saber se este número de leituras é suficiente para fornecer um erro relativo de  $\pm 5\%$  e um nível de confiança de 95%.

**Tabela 6 – Leituras individuais do elemento 1**

0,07	0,08	0,09	0,06	0,08	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07
0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,09	0,06	0,07	0,09
0,08	0,08	0,07	0,09	0,06	0,09	0,08	0,07	0,08	0,09

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

**Elemento 1:**

$$N' = \left[ \frac{40 * \sqrt{30 * 1794 - (230)^2}}{230} \right]^2$$

$$N' = 28 \text{ observações (da tabela "27")}$$

Conclui-se que o número de ciclos cronometrados é suficiente para garantir a precisão do estudo.

**Tabela 7 – 1 Elemento – com 30 verificações**

Leituras individuais em centésimos de minuto (x)	Quadrado das leituras individuais (x <sup>2</sup> )
0,07 * 100 = 7	49
0,08 * 100 = 8	64
0,09 * 100 = 9	81
0,06 * 100 = 6	36
0,08 * 100 = 8	64
0,07 * 100 = 7	49
0,08 * 100 = 8	64
0,09 * 100 = 9	81
0,07 * 100 = 7	49
0,07 * 100 = 7	49
0,09 * 100 = 9	81
0,07 * 100 = 7	49
0,08 * 100 = 8	64
0,06 * 100 = 6	36
0,07 * 100 = 7	49
0,07 * 100 = 7	49
0,09 * 100 = 9	81
0,06 * 100 = 6	36
0,07 * 100 = 7	49

0,09 * 100 = 9	81
0,08 * 100 = 8	64
0,08 * 100 = 8	64
0,07 * 100 = 7	49
0,09 * 100 = 9	81
0,06 * 100 = 6	36
0,09 * 100 = 9	81
0,08 * 100 = 8	64
0,07 * 100 = 7	49
0,08 * 100 = 8	64
0,09 * 100 = 9	81
$\sum x = 76$	$\sum x^2 = 586$
<b>N = 30</b>	
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,028</b>
<b>Média (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>7,667 → 0,07667 minutos</b>
<b>Amplitude (R)</b>	<b>(9 - 6) → 3 → 0,03 minutos</b>
<b>R / <math>\bar{x}</math></b>	<b>0,391</b>

Fonte **SILVA & COIMBRA (1989)**

O método prático compreende 6 etapas de acordo com o estudo de BARNES (1977):

1. Dividir em subgrupos – dividir as leituras efetuadas para cada elemento em subgrupos de 4 leituras cada.
2. Determinar a amplitude R de cada subgrupo – esta é obtida pela diferença entre o maior e o menor valor das leituras que compõem cada subgrupo.
3. Determinar amplitude média  $\bar{R}$  para os subgrupos – isto é feito calculando-se a média das amplitudes de todos os subgrupos.
4. Determinar a média  $\bar{X}$  - esta é a soma das leituras individuais executadas divididas pelo número total de observações.
5. Determinar o número necessário de ciclos a serem cronometrados. BARNES (1977) disponibiliza um gráfico que relaciona amplitude média  $\bar{R}$  para subgrupos de 4 elementos e o valor médio do elemento cronometrado, para determinar o número de ciclos a serem cronometrados de acordo com um erro relativo de  $\pm 5\%$  e um nível de confiança de 95%.
6. Determinar a precisão real obtida – BARNES (1977) disponibiliza um gráfico como entrada na escala vertical o número de ciclos a serem cronometrados determinado no item 5, até que a linha cruze a curva do número de ciclos realmente cronometrados. Na escala horizontal determina-se a precisão real obtida.

A partir dos dados do elemento 1 é possível demonstrar o processo de verificação se o número de ciclos cronometrados é suficiente para fornecer um erro relativo de  $\pm 5\%$ . Nesse caso devemos seguir as 6 etapas propostas:

1. Dividir em subgrupos de 4 elementos cada de acordo com a Tabela 8.

2. Determinar a amplitude R de cada subgrupo – na divisão em subgrupos, foram desconsideradas duas leituras, as duas últimas, perfazendo um total de 7 subgrupos. Para cada subgrupo foi determinada a amplitude de R.
3. Determinar a amplitude média  $\bar{R}$  para os subgrupos.
4. Determinar a média  $\bar{X}$  - a somatória das leituras individuais do elemento 1 é 2,30.
5. Determinar o número de ciclos a serem cronometrados ou pelo gráfico disponibilizado por BARNES (1977) ou através da Tabela 5 – para este exemplo  $\bar{R}/\bar{X} = 0,0229 / 0,0767 = 0,2985$ , ou seja, 0,30 o número de ciclos observados igual a 30 é suficiente para fornecer um erro relativo de  $\pm 5\%$ .

**Tabela 8 – Divisão subgrupos de 4 elementos**

Divisão em subgrupos de 4 elementos		Amplitude R de cada subgrupo
1º subgrupo	0,07	0,03
	0,08	
	0,09	
	0,06	
2º subgrupo	0,08	0,02
	0,07	
	0,08	
	0,09	
3º subgrupo	0,07	0,02
	0,07	
	0,09	
	0,07	
4º subgrupo	0,08	0,02
	0,06	
	0,07	
	0,07	
5º subgrupo	0,09	0,03
	0,06	
	0,07	
	0,09	
6º subgrupo	0,08	0,02
	0,08	
	0,07	
	0,09	
7º subgrupo	0,06	0,02
	0,09	
	0,08	
	0,07	
<b>Amplitude média <math>\bar{R}</math></b>		$\bar{R} = (0,03+0,02+0,02+0,02+0,03+0,02+0,02) / 7 = 0,0229$ minutos
<b>Média <math>\bar{X}</math></b>		$\sum \text{Leitura} / N = 2,3 / 30 = 0,0767$ minutos
<b>Número de ciclos a serem cronometrados</b>		$\bar{R} / \bar{X} = 0,0229 / 0,0767 = 0,2985$

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

6. Determinar a precisão real obtida através do gráfico disponibilizado por BARNES (1977) o qual deve ser consultado.

## 1. Estudo de Movimentos

Frank Banker Gilbreth dividiu esses movimentos elementares em 18 movimentos fundamentais. Ele forjou a palavra *Therblig* (Gilbreth soletrado de trás para frente) a fim de obter uma palavra curta que servisse de referência para qualquer uma das 18 subdivisões elementares de um ciclo de movimentos.

A maioria dos *Therbligs* são movimentos das mãos, alguns intuitivos e outros de reações mentais como:

- a) Procurar
- b) Selecionar
- c) Agarrar
- d) Transportar Vazio
- e) Transportar Carregado
- f) Segurar
- g) Soltar carga
- h) Pré-posicionar
- i) Posicionar
- j) Inspeccionar
- k) Montar
- l) Desmontar
- m) Usar
- n) Demora Inevitável
- o) Demora Evitável
- p) Planejar
- q) Descanso para recuperação

### 1.1. Avaliação de ritmo

A avaliação de ritmo consiste na verificação da velocidade de movimentos com o que o operador trabalha durante a execução da atividade do estudo. Contudo, o cronometrista precisa julgar a velocidade de movimentos do operador durante o estudo e quantificá-la. A existência de metas de produção a ser cumprida, remuneração dependente da produção, diferença de velocidade do operário na execução das atividades entre outros fatores deve alterar o resultado final de produtividade quando avaliada pelo cronometrista havendo a

necessidade de se avaliar o ritmo adequado o qual deve auxiliar na determinação do tempo padrão.

Segundo SILVA & COIMBRA (1989) “A avaliação de ritmo é o processo mental durante o qual o cronometrista compara o ritmo do operador em observação com seu próprio conceito de ritmo normal, o qual é definido e determinado de acordo com padrões universais de desempenho”.

É evidente que a experiência do cronometrista quanto ao processo e operação medidos a partir de um estudo de tempo em conjunto com o treinamento e aferição realizados ao longo da sua atuação profissional facilitam o trabalho de determinação do ritmo sendo fundamental a atenção aos movimentos do operador e o padrão de comparação com a execução em ritmo normal do movimento estudado. O ritmo pode ser alterado pelo ambiente de trabalho quanto à temperatura, iluminação, organização do local de trabalho e outros fatores que afetam a concentração e disposição do operário e que deve também ser considerado com a finalidade de se adotar como padrão o ritmo normal de trabalho a fim de ajustar o fluxo de produção a parâmetro adequado.

Considerando como exemplo, de acordo com a definição de avaliação de ritmo de SILVA & COIMBRA (1989), um grupo de três operadores empenhados na mesma tarefa e que o método já foi padronizado e ensinado aos três.

Um dos operadores é novo no serviço e não tem a prática necessária para corresponder ao padrão de desempenho estabelecido. O segundo operador dedica-se ao trabalho há vários meses, é considerado como operador estável e está bastante próximo do conceito de operador de ritmo normal.

O terceiro operador se sobressai bastante, produz consistentemente mais do que os demais, mantém a alta qualidade e distingue-se em geral de acordo com a Tabela 9. SILVA & COIMBRA (1989) no exemplo descrito define o operador “A” como em conformidade com um padrão de desempenho razoável, de modo que os tempos de elementos do operador “B”, com exceção de dois tempos cronometrados, foram iguais a média de tempo do operador “B” os demais tempos cronometrados foram menores que a média do operador “A”. Quanto ao operador “C” também se observou dois tempos cronometrados menor que a média do operador “A” e o contrário com relação aos demais tempos, ou seja, os demais são maiores que a média do operador “A”. Nesse caso o não uso de recursos para ajustar os resultados encontrados nos operadores “B” e “C”, caso o operador “A” não fizesse parte do estudo de ritmo, inconsistências poderiam ocorrer na definição do ritmo podendo o cronometrista definir um padrão apertado ou um padrão com folga em excesso. Contudo, há a necessidade

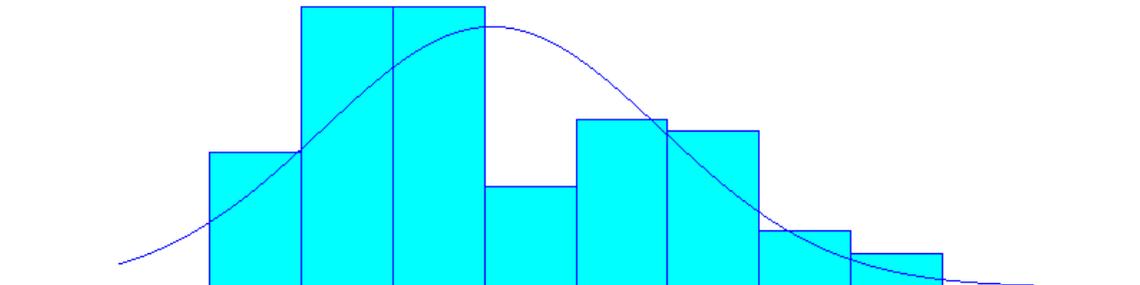
de se investigar as causas das diferenças de desempenho de cada operador como descrito anteriormente em função das diferenças de habilidades entre eles. Há no estudo realizado também a possibilidade de se descartar o operador C em função do seu desempenho estar muito abaixo e o mesmo estar na atividade há pouco tempo, neste caso qual o tempo mínimo de treinamento que deve adequá-lo à função também deve ser avaliado.

**Tabela 9 – Distribuição de frequência dos tempos decorridos para os três**

	OPERADOR A			OPERADOR B			OPERADOR C		
	N	E	N * E	N	E	N * E	N	E	N * E
	--	-----	-----	3	0,13 min.	0,39	--	-----	-----
	--	-----	-----	9	0,14 min.	1,26	--	-----	-----
	1	0,15 min.	0,15	16	0,15 min.	2,40	--	-----	-----
	5	0,16 min.	0,80	3	0,16 min.	0,48	--	-----	-----
	6	0,17 min.	1,02	3	0,17 min.	0,51	1	0,17 min.	0,17
	12	0,18 min.	2,16	2	0,18 min.	0,36	1	0,18 min.	0,18
	7	0,19 min.	1,33	--	-----	-----	2	0,19 min.	0,38
	4	0,20 min.	0,80	--	-----	-----	5	0,20 min.	1,00
	0	0,21 min.	0,00	--	-----	-----	6	0,21 min.	1,26
	1	0,22 min.	0,22	--	-----	-----	8	0,22 min.	1,76
	--	-----	-----	--	-----	-----	5	0,23 min.	1,15
	--	-----	-----	--	-----	-----	2	0,24 min.	0,48
	--	-----	-----	--	-----	-----	3	0,25 min.	0,75
	--	-----	-----	--	-----	-----	2	0,26 min.	0,52
	--	-----	-----	--	-----	-----	1	0,27 min.	0,27
<b>Total</b>	36	-----	6,48	36	-----	5,40	36	-----	7,92
<b>Média</b>	6,48 / 36 =			5,40 / 36 =			7,92 / 36 =		
<b>Desvio P.</b>	0,0145			0,0124			0,0228		
<b>Fator de correção = ±20%</b>	0,18			0,15 * 1,2 = 0,18			0,22 * 0,8 = 0,18		
<b>N – número de ocorrências</b>									
<b>E – tempos do elemento “E”</b>									

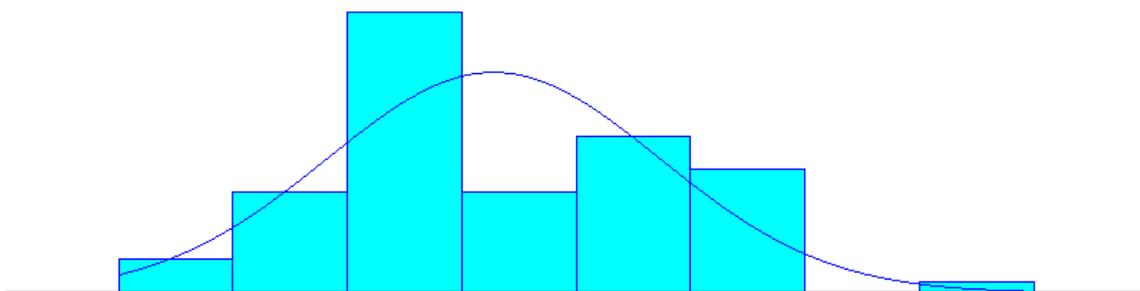
Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

A Figura 2 mostra a distribuição normal com todos os tempos aferidos em conjunto sem a distinção dos operadores com uma média = 0,183 e um desvio padrão de 0,0333, ou seja, influência dos dados do operador “C” a dispersão identificada.



**Figura 2 – Distribuição normal com todos os tempos aferidos**

Considerando somente os dados dos operadores “A” e “B” o resultado é demonstrado na Figura 3 com uma média = 0,165 e um desvio padrão de 0,0201.



**Figura 3 – Distribuição normal com os dados dos operadores “A” e “B” dos tempos aferidos**

Em ambos os casos é observada certa dispersão da distribuição normal o que representa como resultado final uma normal com distribuição não perfeita o que representa certa distorção. Cabe ao avaliador a sensibilidade em identificar o impacto dessa distorção na definição de um tempo padrão para a operação a partir do ritmo dos operadores descrito, talvez excluindo o operador “C” e partindo da premissa de que o treinamento e as habilidades necessárias é um pré-requisito para os operadores assumirem a função o gráfico da Figura 3 é o mais adequado para se determinar um padrão de ritmo a ser adotado.

A Tabela 10 ilustra as duas condições apontadas de utilizar todos os operadores na avaliação do ritmo com um desvio padrão correspondendo a 18,2%, ou seja, similar ao resultado da Tabela 9 e o caso de se considerar apenas os operadores “A” e “B” com um

desvio padrão inferior de aproximadamente 12,2% o que garante um melhor desempenho a ser considerado para o processo avaliado.

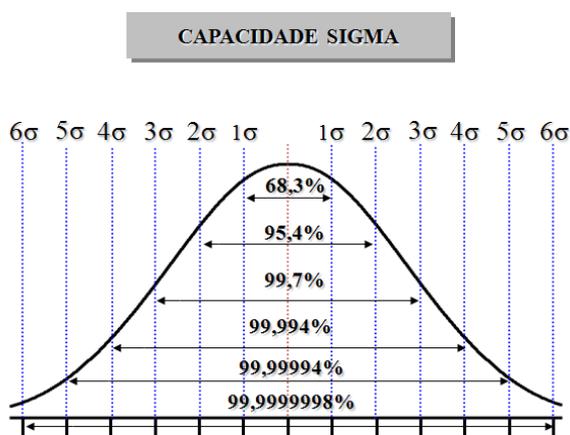
**Tabela 10 – Descrição do desvio padrão em relação à média**

Operadores	Média	Desvio Padrão	%
<b>Todos</b>	0,183	0,0333	$[0,0333 / 0,183] * 100 = 18,2\%$
<b>A &amp; B</b>	0,165	0,0201	$[0,0201 / 0,165] * 100 = 12,2\%$

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

É importante lembrar que o termo sigma ( $\sigma$ ) representa a dispersão considerada na distribuição de uma variável de perfil “normal” utilizada para avaliar os processos de fabricação quanto à dispersão, o que permite avaliar o quanto o processo tem de incidência de erros ou falhas. No caso avaliação do ritmo dos operadores na execução de uma operação há que se considerar que o ritmo de trabalho executado, objeto de avaliação, é dependente da habilidade humana e que a mesma deve ser adquirida com base em um excelente método e treinamento adequado inerente ao tempo em que o operador está envolvido ou designado para atuar na área definida para a execução da operação manual avaliada. A Figura 4 ilustra o conceito sigma ( $\sigma$ ) com o propósito de definir o conceito e de pontual a faixa  $3\sigma$  como padrão para o estudo de ritmo proposto considerando as premissas já identificadas ao longo do texto.

Ao considerarmos para a avaliação do ritmo do operador na execução de uma atividade ou operação o padrão ( $3\sigma$ ) devemos esperar que menos de três casos em 1000 caiam fora dos limites de ( $3\sigma$ ).



**Figura 4 – Identificação do conceito de capacidade sigma**

De acordo com a Figura 4 para um grupo de 100 operários, espera-se que aproximadamente 68 tivessem um desempenho entre 89 e 111 por cento com aproximadamente 14 no grupo entre 78 a 89 por cento, e o mesmo número teria um desempenho entre 111 e 122 por cento. Apenas dois caíam abaixo de 78 por cento e dois acima de 122 por cento de acordo com a Tabela 11 e 12.

**Tabela 11 – Número de trabalhadores em cada seção do diagrama da distribuição normal**

Limites	% da área total dentro dos limites	%	100 operários
$\bar{X} \pm \sigma$	68,3%	68%	68 operários
$\bar{X} \pm 2\sigma$	95,4%	95,4 – 68,3 = 27,1%	28 operários
$\bar{X} \pm 3\sigma$	99,7%	99,7 – 95,4 = 4,3%	4 operários

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

É evidente que as considerações feitas permitem avaliar o ritmo com mais propriedade sendo importante considerar que uma dispersão deve ser mantida dentro de limites aceitáveis para o processo estudado de modo que o desempenho seja compatível com o padrão praticado pelo segmento em que a indústria atua como normal e adequado, caso contrário outros fatores e variáveis devem afetar resultados inerentes ao custo esperado, eficiência e rentabilidade por unidade produzida além do apontamento ou definição da capacidade produtiva dos recursos avaliados.

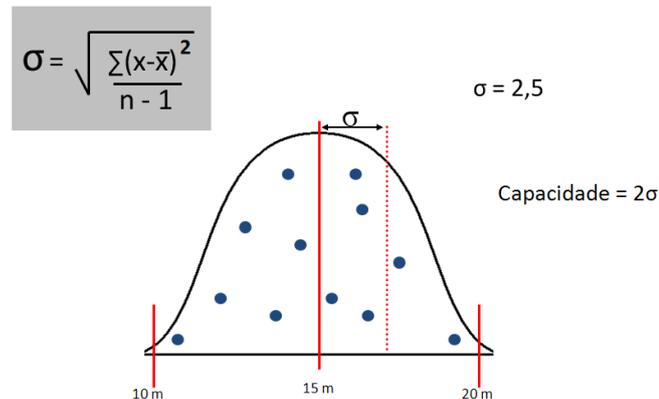
**Tabela 12 – Construção da distribuição normal quanto ao número de operários distribuídos em cada faixa**

relação para uma determinada operação: 1 para 2			$\sigma$
operador mais lento	média	operador mais rápido	11%
média - 3 $\sigma$		média + 3 $\sigma$	
67%	100%	133%	razão entre (média - 3 $\sigma$ ) e (média + 3 $\sigma$ )
			2
- 3 $\sigma$	67%	2	50
- 2 $\sigma$	78%	14	
- 1 $\sigma$	89%	34	
$\sigma$	100%	34	
+ 1 $\sigma$	111%	14	
+ 2 $\sigma$	122%	2	
+ 3 $\sigma$	133%		50
			100
67% - 78%		2	
78% - 89%		14	
89% - 100%		34	
100% - 111%		34	
111% - 122%		14	
122% - 133%		2	
		100	

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

A Figura 5 ilustra a fórmula do  $\sigma$  de acordo com a distribuição normal.

### *O que significa Seis Sigma?*



**Figura 5 – Cálculo do  $\sigma$**

Na literatura encontramos métodos de avaliação de ritmo como, por exemplo, o sistema “Westinghouse” descrito a seguir, os demais métodos estão disponíveis na literatura e não serão abordados neste texto.

#### **Sistema “Westinghouse”**

Um sistema com 4 fatores para avaliar a eficiência do operador foi desenvolvido na Westinghouse:

1. Habilidade;
2. Esforço;
3. Condições;
4. Consistência.

O sistema fornece uma tabela como a descrita pela Tabela 13 com valores numéricos para cada fator, e o tempo requerido obtido através de estudo de tempos normalizado pela aplicação da soma das avaliações para os 4 fatores.

Cada um dos quatro fatores possui um significado especial e limitado. É importante que esses significados sejam compreendidos antes da aplicação da técnica.

Considerando como exemplo um tempo de operação definido por 0,50 minutos e se as avaliações dos fatores fossem definidas pela Tabela 14.

Todo ambiente de trabalho deve ser avaliado quanto a luminosidade, ventilação, local de trabalho pontualmente onde no ambiente deve ser desenvolvida a atividade de uma determinada operação, assim como, os movimentos repetitivos do operador que podem causar danos à sua saúde sem os devidos cuidados. Há que se avaliar essas condições dentro do propósito do estudo de tempos e métodos.

**Tabela 13 – Sistema Westinghouse – Tabela com fator numérico para cada fator**

HABILIDADE			ESFORÇO		
+ 0,15	A1	Super habilidoso	+ 0,13	A1	Excessivo
+ 0,13	A2		+ 0,12	A2	
+ 0,11	B1	Excelente	+ 0,10	B1	Excelente
+ 0,08	B2		+ 0,08	B2	
+ 0,06	C1	Bom	+ 0,05	C1	Bom
+ 0,03	C2		+ 0,02	C2	
0,00	D	Médio	0,00	D	Médio
- 0,05	E1	Razoável	- 0,04	E1	Razoável
- 0,10	E2		- 0,08	E2	
- 0,16	F1	Ruim	- 0,12	F1	Ruim
- 0,22	F2		- 0,17	F2	
CONDIÇÕES			CONSISTÊNCIA		
+ 0,06	A	Ideais	+ 0,04	A	Perfeita
+ 0,04	B	Excelentes	+ 0,03	B	Excelente
+ 0,02	C	Boas	+ 0,01	C	Boa
0,00	D	Médias	0,00	D	Média
- 0,03	E	Razoáveis	- 0,02	E	Razoável
- 0,07	F	Ruins	- 0,04	F	Ruim

**Fonte SILVA & COIMBRA (1989)**

O uso da Tabela 13 com fator numérico para cada fator requer habilidade do avaliador quanto a classificação do operador na classificação de cada um dos fatores o que é relativamente complexo quanto envolve uma equipe de montagem, por exemplo.

**Tabela 14 – Exemplo da avaliação dos fatores para um tempo de operação de 0,5 minutos.**

<b>Descrição da classificação</b>	<b>Classificação</b>	<b>Valor numérico</b>
Habilidade excelente	B2	+ 0,08
Esforço bom	C2	+ 0,02
Condições boas	C	+ 0,02
Consistência boa	C	+ 0,01
<b>TOTAL</b>		+ 0,13

**Fonte SILVA & COIMBRA (1989)**

Nesse caso o tempo normal para esta operação é 0,565 minutos ( $0,50 * 1,13 = 0,565$  minutos).

A seqüência de obtenção e registro das informações necessárias em um estudo de tempos requer a divisão da operação em elementos, a medição dos elementos, a avaliação do ritmo do operador, o registro das leituras e avaliações, a determinação do número de ciclos a serem cronometrados e sua complementação, se necessária, e a elaboração de um esquema ou croqui do local ou posto de trabalho, procedendo-se assim a determinação do tempo normal dos elementos.

Após esse processo o fator de ritmo é aplicado ao tempo obtido pela diferença entre as leituras, para fornecer o tempo nivelado para cada leitura de tempo efetuada.

Considerando o exemplo descrito na Tabela 15 para calcular o tempo normal para um determinado elemento considerando os valores da avaliação de ritmo e leituras realizadas.

**Tabela 15 – Valores da avaliação de ritmo e leituras realizadas**

<b>Avaliação de ritmo</b>	<b>Leitura contínua</b>
75	0,16
115	0,27
80	0,43
90	0,56
90	0,70

**Fonte SILVA & COIMBRA (1989)**

Inicialmente o tempo obtido pela diferença entre as leituras, após nivelar os tempos obtidos pela avaliação de ritmo correspondente, calculou a média aritmética dos tempos nivelados, determinando o tempo normal para o elemento de acordo com a Tabela 16.

**Tabela 16 – Determinação do tempo nivelado**

Tempo obtido		Avaliação de ritmo	Tempo nivelado
0,16	0,16	75	$0,16 * 0,75 = 0,120$
0,27	$0,27 - 0,16 = 0,11$	115	$0,11 * 1,15 = 0,126$
0,43	$0,43 - 0,27 = 0,16$	80	$0,16 * 0,80 = 0,128$
0,56	$0,56 - 0,43 = 0,13$	90	$0,13 * 0,90 = 0,117$
0,70	$0,70 - 0,56 = 0,14$	90	$0,14 * 0,90 = 0,126$
<b>TOTAL</b>			0,617

**Fonte SILVA & COIMBRA (1989)**

Tempo normal =  $0,617 / 5 = 0,123$  minutos.

A regularidade com que os tempos dos elementos se mantém pode ser determinada a partir da frequência de ocorrência dos mesmos. Dependendo do comportamento dos tempos medidos quanto à frequência há a necessidade de se aplicar métodos estatísticos para determinar a probabilidade de ocorrência. SILVA & COIMBRA (1989) definem a partir do pressuposto acima que a probabilidade é a frequência relativa da ocorrência de um acontecimento medido durante um ciclo de tempo prolongado de modo que se um grande número de testes for feito sob as mesmas condições, a proporção do número de testes nos qual determinado acontecimento ocorre em relação ao número total de testes se aproximará de um limite. Este limite é a probabilidade de que o acontecimento ocorrerá sob tais condições. Em alguns casos do estudo de tempos torna-se necessário avaliar a probabilidade de ocorrência de determinado evento e conseqüentemente a ocorrência de um determinado “tempo de execução da operação” considerado irregular. Neste estudo não será abordado detalhes da aplicação da probabilidade no estudo de tempos.

Além da ocorrência de eventos que podem influenciar o tempo de execução de uma determinada operação os quais devem ser considerados no estudo de tempos há concessões que devem ser avaliadas em função das condições de trabalho como descrito nas Tabelas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24.

**Tabela 17 – Determinação do esforço físico**

<b>Esforço Físico</b>	
<b>Grau</b>	<b>% Abono</b>
Muito Leve – ML	1,8
Leve – L	3,6
Médio – M	5,4
Pesado – P	7,2
Muito Pesado – MP	9,0

**Fonte SILVA & COIMBRA (1989)**

**Tabela 18 – Determinação do Esforço Mental**

<b>Esforço Mental</b>	
<b>Grau</b>	<b>% Abono</b>
Leve – L	0,6
Médio – M	1,8
Pesado – P	3,0

**Fonte SILVA & COIMBRA (1989)**

**Tabela 19 – Tempo recuperado**

<b>% Tempo Recuperado</b>		<b>Fator “B”</b>
<b>de</b>	<b>Até</b>	
0	5	1,00
6	10	0,90
11	15	0,80
16	20	0,71
21	25	0,62
26	30	0,54
31	35	0,46
36	40	0,39
41	45	0,32
46	50	0,26
51	55	0,20
56	60	0,15

**Fonte SILVA & COIMBRA (1989)**

Tempo recuperado, é a parte do tempo interno (se houver) do ciclo de trabalho durante o qual o operador permanece parado enquanto a máquina ou o processo executa operações automaticamente.

**Tabela 20 – Duração do ciclo**

<b>Duração do ciclo</b>		<b>% Abono</b>
<b>De minutos</b>	<b>Até minutos</b>	
0	0,05	7,8
0,06	0,25	5,4
0,26	0,50	3,6

0,51	1,00	2,1
1,01	2,00	1,0
2,01	3,00	0,5
3,01	4,00	0,2

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

Tabela 21 – Condições Térmicas

Tipo	Temperatura °C		%
	de	a	
Gelada	0	7	3,6
Baixa	7	15	1,8
Normal	15	26	0
Alta	26	34	1,8
Excessiva	34	40	3,6

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

Tabela 22 – Condições Atmosféricas

Tipo	Descrição	%
Boas	Local bem ventilado ou ar fresco.	0
Razoáveis	Local mal ventilado, presença de mau cheiro ou fumaça não	2,4
Más	Alta concentração de pó. Presença de fumaça ou pó tóxico. Uso	5,6

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

Tabela 23 – Outras influências do meio

Tipo	Descrição	%	
Ruído	Baixo nível	0	
	Excessivo, obrigando ao uso de protetor	1,8	
Umidade	Ambiente seco e agradável	0	
	Excessiva	Até 26° C	1,8
		Até 40° C	3,6
Vibração	Vibração do solo ou da máquina	1,8	

Fonte SILVA & COIMBRA (1989)

#### 4.2.Determinação do tempo padrão

O cronometrista após ter determinado os tempos normais e as frequências dos elementos da operação, avaliado e determinado as concessões a ser aplicado o próximo passo é calcular o tempo padrão da operação em estudo.

Tabela 24 – Impresso para o cálculo da fadiga

TEMPOS E MÉTODOS – CÁLCULO DA FADIGA									
SEÇÃO _____		ANALISTA _____				DATA ____/____/____			
PEÇA Nº _____		DESCRIÇÃO _____							
OPERAÇÃO _____						CICLO ____ MIN.			
CÁLCULOS:									
EF – ESFORÇO FÍSICO – _____%					CA – CONDIÇÕES AMBIENTAIS				
EM – ESFORÇO MENTAL – _____%					TÉRMICAS – _____%				
EF + EM – FATOR “A” – _____%					ATMOSFÉRICAS – _____%				
R – TEMPO RECUPERAÇÃO – FATOR “B” – _____%					RÚIDO – _____%				
					UMIDADE – _____%				
M – MONOTONIA – _____%					VIBRAÇÃO – _____% = _____%				
FADIGA: (FATOR “A” X FATOR “B”) + M + CA = _____%									
ESFORÇO FÍSICO			ESFORÇO MENTAL			RECUPERAÇÃO		MONOTONIA	
GRAU		%	GRAU		%	%Tempo Recuperado	Fator “B”	Duração do ciclo minutos	%
ML	MUITO LEVE	1,8	L	LEVE	0,6	0 – 5	1,00	de 0 a 0,05	7,8
	6 – 10					0,90	de 0,06 a 0,25	5,4	
	11 – 15					0,80			
L	LEVE	3,6	M	MÉDIO	1,8	16 – 20	0,71	de 0,26 a 0,50	3,6
M	MÉDIO	5,4				21 – 25	0,62	de 0,51 a 1,00	2,1
P	PESADO	7,2	P	PESADO	3,0	26 – 30	0,54		
						31 – 35	0,46	de 1,01 a 2,00	1,0
MP	MUITO PESADO	9,0				36 – 40	0,39		
						41 – 45	0,32	de 2,01 a 3,00	0,5
						46 – 50	0,26		
						51 – 55	0,20	de 3,00 a 4,00	0,2
						56 – 60	0,15		
CONDIÇÕES AMBIENTAIS									
TÉRMICAS			ATMOSFÉRICAS			OUTRAS			
Tipo	Temperatura	%	Tipo	Descrição	%	Tipo	Descrição		%
Gelada	de 0 a 7°C	3,6	Boas	Local bem ventilado ou ar fresco	0	RÚIDO	Baixo nível		0
Baixa	de 7 a 15°C	1,8					Excessivo, obrigando ao uso de protetor auricular		1,8
Normal	de 15 a 26°C	0	Razoáveis	Local mal ventilado, presença de mau cheiro ou fumaça não tóxica	2,4	UMIDADE	Ambiente seco e agradável		0
Alta	de 26 a 34°C	1,8					Excessiva	Até 26°C	1,8
Excessiva	de 34 a 40°C	3,6	Más	Alta concentração de pós. Presença de fumaça ou pó tóxico. Uso obrigatório de máscara facial	5,6			VIBRAÇÃO	Vibração do solo ou máquina
						Até 40°C	3,6		

Fonte SILVA &amp; COIMBRA (1989)

(2)

$$\% \text{ Eficiência} = \frac{\text{Tempo padrão} * \text{Quantidade}}{\text{Tempo gasto}} * 100$$

SILVA & COIMBRA (1989) define Tempo padrão de uma operação como a quantidade de tempo necessária para executar uma unidade de trabalho, em condições determinadas, de acordo com um processo e método pré-estabelecidos, por um operador qualificado e treinado, possuindo habilidade média, trabalhando com esforço médio durante todas as horas de sua jornada de trabalho.

A soma dos tempos por unidade de medida fornecerá o tempo total da operação, porém sem as concessões necessárias.

A essa somatória denominou “Minutos Líquidos por unidade de medida”.

Adicionando-se as concessões por necessidades pessoais, fadiga e demoras inevitáveis, sob a forma de porcentagem sobre o tempo total líquido, determinamos o tempo padrão para a operação, em minutos, por unidade.

Contudo, além do tempo padrão definido como exposto anteriormente um cálculo inerente a esse processo para o acompanhamento mais preciso da produção é o cálculo da eficiência que segundo SILVA & COIMBRA (1989) é a relação porcentual entre o produto de um tempo padrão por certa quantidade produzida e o tempo que se gastou ou se pretende gastar para a execução dessa produção de acordo com a equação (2).

Há casos como, por exemplo, uma confecção, em que a cor do tecido influencia na fadiga da costureira diminuindo a sua destreza na manipulação do tecido na operação de costura e a sua produtividade. Se tratando de uma célula de confecção, ou seja, um número de máquinas de costura alinhadas na execução de operações distintas na fabricação de um determinado produto há na média uma redução na taxa de produção da linha.

**Exemplo 1:** um operador que executa uma operação com tempo padrão (TP) de 1,20 minutos por peça com um tempo disponível de 2,8 horas e com um tempo de 1,2 horas de parada por falta de matéria prima, após ter produzido 70 peças deve:

a. Qual o tempo disponível total?

$$2,8 \text{ horas} \times 60 \text{ minutos/hora} = 168 \text{ minutos}$$

b. Qual o tempo disponível efetivo?

$$168 \text{ minutos} - (1,2 \text{ horas} \times 60 \text{ minutos/hora}) = 168 \text{ minutos} - 72 \text{ minutos} = 96 \text{ minutos}$$

c. Qual o tempo realizado?

$$1,2 \text{ min./peça} \times 70 \text{ peças} = 84 \text{ minutos}$$

d. Qual é a eficiência? (3)

$$\% \text{ eficiência} = \frac{84 \text{ minuto}}{96 \text{ minuto}} \times 100 = 87,5\%$$

Outro indicador a ser considerado é o rendimento do processo, operador, máquina ou outro recurso é a relação porcentual entre as horas trabalhadas e as horas pagas em determinado período sendo o rendimento dividido em dois tipos básicos:

- \_ Rendimento total;
- \_ Rendimento efetivo

### 1. Rendimento Total

É aquele no qual se comparam as horas trabalhadas com as horas pagas sem considerar nenhum desconto.

### 2. Rendimento Efetivo

É aquele no qual se comparam as horas trabalhadas com as horas pagas, descontando-se, porém destas as horas de intervalo, tais como refeições (no caso de 3 turnos) ou lanche e café. (4)

$$\% \text{ Rendimento} = \frac{\text{Horas trabalhadas}}{\text{Horas pagas}} \times 100$$

**Exemplo 2:** uma máquina trabalhou em 3 turnos consecutivos de 8 horas cada um, com paradas previstas de 30 minutos para refeição e 10 minutos para café, por turno. Durante esse período ocorreram paradas por falta de energia (2 horas) e parada motivada pela ida do operador ao ambulatório médico (1 hora). Foram desse modo produzido por 3 turnos 500 peças cujo tempo padrão é de 1,50 minutos / peça e 250 peças cujo tempo padrão é de 2 minutos por peça sendo:

#### a. Rendimento total (5)

$$\% \text{ Rendimento total} = \frac{\text{Horas trabalhadas}}{\text{Horas pagas}} \times 100$$

$$\text{Horas trabalhadas} = 24 \text{ horas} - \left[ \left( \frac{30 \text{ minutos}}{60 \text{ min/hora}} \times 3 \right) + \left( \frac{10 \text{ min}}{60 \text{ min/hora}} \right) + 2h + 1h \right]$$

$$\text{Horas trabalhadas} = 24 - (1,5 + 0,5 + 2 + 1) = 24 \text{ h} - 5 \text{ h} = 19 \text{ horas}$$

$$\% \text{ Rendimento total} = (19 \text{ horas} / 24 \text{ horas}) \times 100 = 79\%$$

#### b. Rendimento efetivo (6)

$$\% \text{ Rendimento efetivo} = \frac{\text{Horas trabalhadas}}{\text{Horas pagas} - \text{intervalos}} \times 100$$

**Horas pagas – intervalos = 24 – [(3 x 30 minutos + 3 x 10 minutos)] / 60 minutos/hora**

Horas pagas – intervalos = 24 horas – 2 horas = 22 horas

% Rendimento efetivo = (19 horas / 22 horas) x 100 = 86%

Outro indicador importante é a eficiência operacional que é a porcentagem resultante do produto da eficiência pelo rendimento. A eficiência operacional pode ser total ou efetiva. É total quando se relaciona a eficiência total com o rendimento total. É efetiva quando se relaciona eficiência e rendimento efetivos. (7)

$$\text{Eficiência operacional} = \frac{\text{Eficiência} \times \text{Rendimento}}{100}$$

De acordo com a fórmula 7:

Rendimento total = 79% (exemplo 2)

Rendimento efetivo = 86% (exemplo 2)

Eficiência = 87,5% (exemplo 1)

$$\text{Eficiência operacional total} = \frac{87,5 \times 79}{100} = 69,125\%$$

$$\text{Eficiência operacional efetiva} = \frac{87,5 \times 86}{100} = 75,25\%$$

### **\_ Rendimento Efetivo**

\_\_ montagem – horas trabalhadas/dia = horas disponíveis – (paradas + almoço + lanche) = 8,00 – (2,00 + 0,50 + 0,25) = 8,00 horas – 2,75 horas = 5,25 horas (efetivas)

Horas pagas/dia = horas disponíveis – (almoço + lanche) = 8,00 horas – (30 minutos + 15 minutos) = 8,00 horas – 0,75 horas = 7,25 horas (efetivas)

$$\text{Rendimento efetivo} = \frac{\text{Horas trabalhadas/dia}}{\text{Horas pagas/dia}} \times 100$$

$$\text{Rendimento efetivo} = \frac{5,25 \text{ horas efetivas/dia}}{7,25 \text{ horas pagas/dia}} \times 100 = 72\% \text{ (montagem)}$$

\_\_ Fabricação – horas trabalhadas/dia = horas disponíveis – (paradas + almoço + lanche) = 8,00 horas – (2,40 horas + 30 minutos + 15 minutos) = 8,00 horas – 3,15 horas = 4,85 horas (efetivas)

Horas pagas/dia = horas disponíveis – (almoço + lanche) = 8,00 horas – (30 minutos + 15 minutos) = 8,00 horas – 0,75 horas = 7,25 horas (efetivas)

$$\text{Rendimento efetivo} = \frac{\text{Horas } \frac{\text{trabalhadas}}{\text{dia}} (\text{efetivas})}{\text{Horas } \frac{\text{pagas}}{\text{dia}} (\text{efetivas})} \times 100$$

$$\text{Rendimento efetivo} = \frac{4,85 \text{ horas efetivas/dia}}{7,25 \text{ horas efetivas/dia}} \times 100 = 67\% (\text{fabricação})$$

\_ Eficiência Operacional Efetiva

$$\text{Eficiência operacional efetiva} = \frac{\text{Eficiência efetiva} \times \text{rendimento efetivo}}{100}$$

\_\_ Montagem – E.O. efetiva =  $(75 \times 72) / 100 = 54\%$

\_\_ Fabricação – E.O. efetiva =  $(60 \times 67) / 100 = 40\%$

Tempo total necessário (horas) para a execução do programa (item a)

\_\_ Montagem

Tipo - Peça	TP minutos/peça	Quantidade	Total de minutos requeridos por mês
A	10,00	25000	250.000,0
B	17,45	32500	567.125,0
C	12,75	16250	207.187,5
D	25,00	18200	455.000,0
<b>TOTAL</b>			1.479.312,5 minutos

ou 1.479.312,5 minutos / 60 minutos/hora = 24.655,2 horas. Considerando-se a eficiência operacional da montagem:

$$24.655,2 \text{ horas} \times (100/54) = 45.657,8 \text{ horas necessárias efetivas}$$

\_\_ Fabricação

Tipo - Peça	Subconjunto	TP minuto/peça	Quantidade mensal	Total de minutos requeridos/mês
A	A <sub>1</sub>	2,50	25.000	62.500,0
	A <sub>2</sub>	1,50	25.000	37.500,0
	A <sub>3</sub>	7,20	25.000	180.000,0
B	B <sub>1</sub>	3,75	32.500	121.875,0
	B <sub>2</sub>	4,20	32.500	136.500,0
	B <sub>3</sub>	2,70	32.500	87.750,0
	B <sub>4</sub>	1,25	32.500	40.625,0
	B <sub>5</sub>	4,35	32.500	141.375,0
D	D <sub>1</sub>	3,90	18.200	70.980,0
	D <sub>2</sub>	5,30	18.200	96.460,0
	D <sub>3</sub>	2,50	18.200	45.500,0
	D <sub>4</sub>	3,00	18.200	54.600,0
	D <sub>5</sub>	3,50	18.200	63.700,0
	D <sub>6</sub>	4,00	18.200	72.800,0
<b>TOTAL</b>				1.212.165,0 minutos

ou 1.212.165,0 minutos / 60 minutos/horas = 20.202,75 horas.

Considerando-se a eficiência operacional da fabricação:

$$20.202,75 \text{ horas} \times (100 / 40) = 50.506,9 \text{ horas necessárias efetivas}$$

$$\text{Horas necessárias} = \text{horas montagem} + \text{horas fabricação} = 45.657,8 \text{ horas} + 50.506,9 \text{ horas} = 96.164,7 \text{ horas}$$

Mão de obra necessária (item b)

\_\_ Montagem

Um homem trabalha 8.00 horas por dia, menos as horas paradas para almoço e lanche:

$$8.00 \text{ horas} - 0,75 \text{ horas} = 7,25 \text{ horas/dia}$$

$$7,25 \text{ horas/dia} \times 25 \text{ dias/mês} = 181,25 \text{ horas/mês}$$

Número de pessoas necessárias (N)

$$N = \frac{\text{Horas necessárias/mês}}{\text{Horas } \frac{\text{trabalhadas}}{\text{mês}} / \text{pessoa}}$$

$$N = \frac{45.657,8 \text{ horas/mês}}{181,25 \frac{\text{horas}}{\text{mês}} / \text{pessoa}} = 251,9 \text{ pessoas necessárias}$$

$$\mathbf{N = 252 \text{ pessoas necessárias}}$$

\_\_ Fabricação

$$N = \frac{50.506,9 \text{ horas/mês}}{181,25 \frac{\text{horas}}{\text{mês}} / \text{pessoa}} = 278,7 \text{ pessoas necessárias}$$

$$\mathbf{N = 279 \text{ pessoas necessárias}}$$

Número de pessoas necessárias (N)

$$N = \text{Montagem} + \text{Fabricação} = 252 + 279 = 531 \text{ pessoas necessárias}$$

Horas pagas para a execução do programa (item c)

$$\text{Número total de pessoas} = 531$$

$$\text{Horas pagas/dia/pessoa} = 8,00$$

$$\text{Dias trabalhados/mês/pessoa} = 25$$

$$\text{Total horas} = \text{número de pessoas} \times \text{horas/dia} \times \text{dias/mês} = 531 \text{ pessoas} \times 8,00 \text{ horas} \times 25 \text{ dias} = 106.200 \text{ horas pagas}$$

### **Produtividade**

Produtividade é a relação entre uma quantidade produzida e a unidade utilizada para essa produção como peças/homem/hora ou quilos/homem/hora.

SILVA & COIMBRA (1989) demonstram através de 8 exercícios a aplicação dos indicadores demonstrados anteriormente.

## Apêndice B

O procedimento de simulação no *software* Arena 13.5 se divide em duas etapas:

1. Validação da cronoanálise considerando a operação realizada a partir de um único elemento com duração de 0,068126823 minutos sendo que o mesmo tempo define a taxa de abastecimento;
2. Validação do MTM considerando à operação realizada a partir de dois elementos: elemento 1 (apanhar meias e cabides com duração de 1,417 segundos) e o elemento 2 (posicionar cabide com duração de 3,007 segundos).

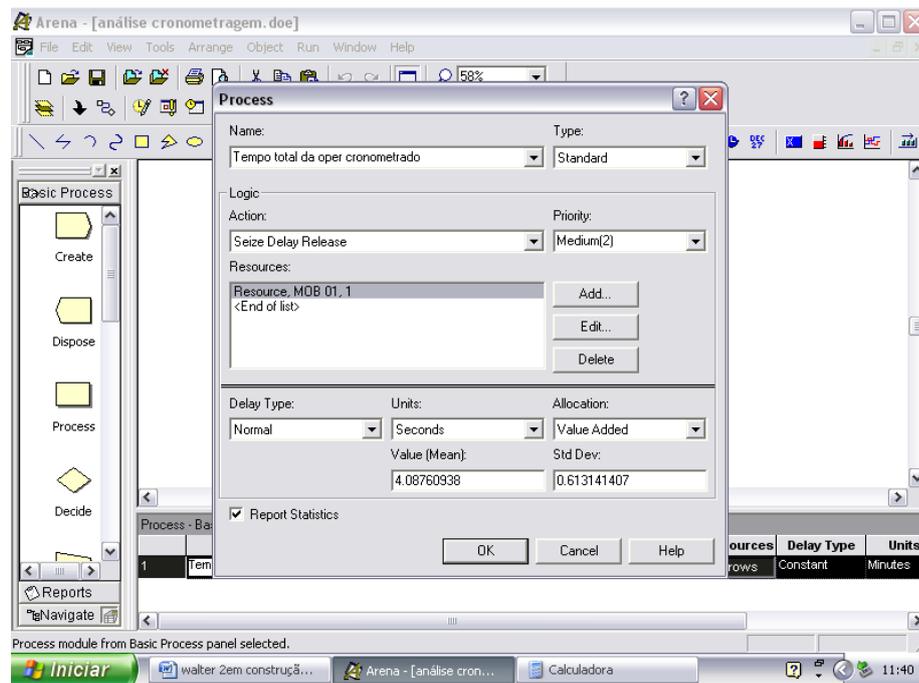
O objetivo da simulação é apenas demonstrar que a diferença principal entre a cronometragem e o MTM é o detalhamento das atividades envolvidas no processo, no caso a divisão em elementos do MTM para processos em que um único operador realiza mais de uma atividade com tempos reduzidos de poucos segundos, garante uma precisão do tempo padrão muito maior quando comparado com a cronometragem.

Para processos em que as atividades desenvolvidas o número de elementos não é significativo e o tempo das atividades é maior, da ordem de minutos, por exemplo, a cronometragem embora o seu resultado efetivo seja dependente da habilidade e competência do tomador de tempo permite obter resultados satisfatórios.

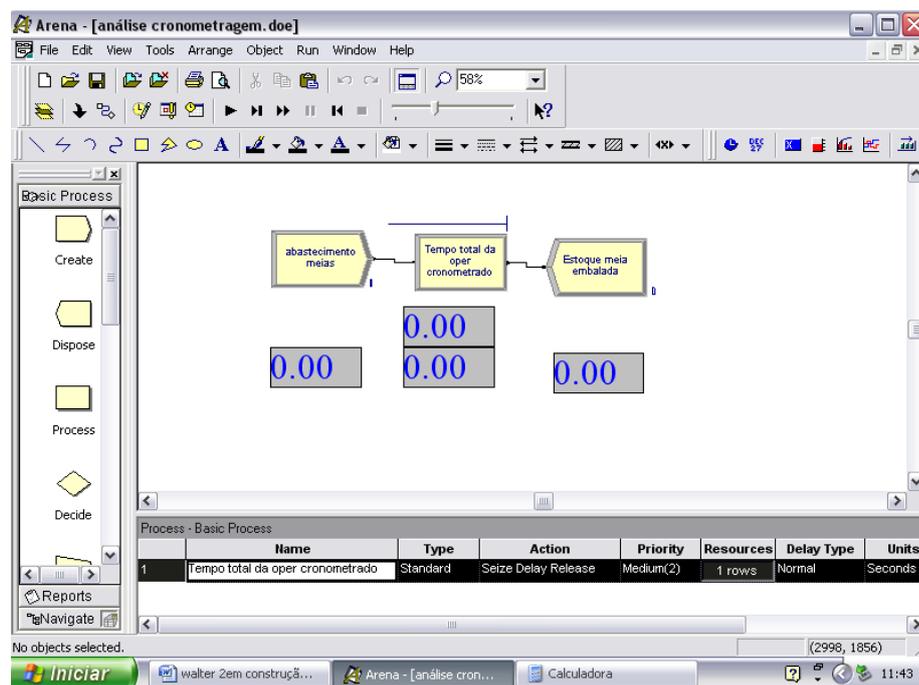
É importante ressaltar que os dados de tempo levantados nessa dissertação não são suficientes para conclusões definitivas quanto aos resultados do processo estudado nesse trabalho a partir da simulação, mas permite fazer algumas considerações adicionais, ressaltando que embora preliminares, são coerentes. Dados da simulação de acordo com a Tabela B-1. As Figuras B-1 e B-2 ilustram o modelo para a cronometragem.

**Tabela B-1 – Dados da simulação**

Método	Operação 1	Operação 2	Hipótese (distribuição)	Desvio padrão	Número de replicações
Cronometragem	T = 0.068126823 minutos $\cong$ 4.08760938 seg. desvio padrão = 0.613141407		Normal	$\approx$ 15% do tempo	20
MTM	Apanhar meias e cabides t = 1.417 seg. desvio padrão = 0.21255	Posicionar cabides t = 3.007 seg. desvio padrão = 0.45105	Normal	$\approx$ 15% do tempo	20

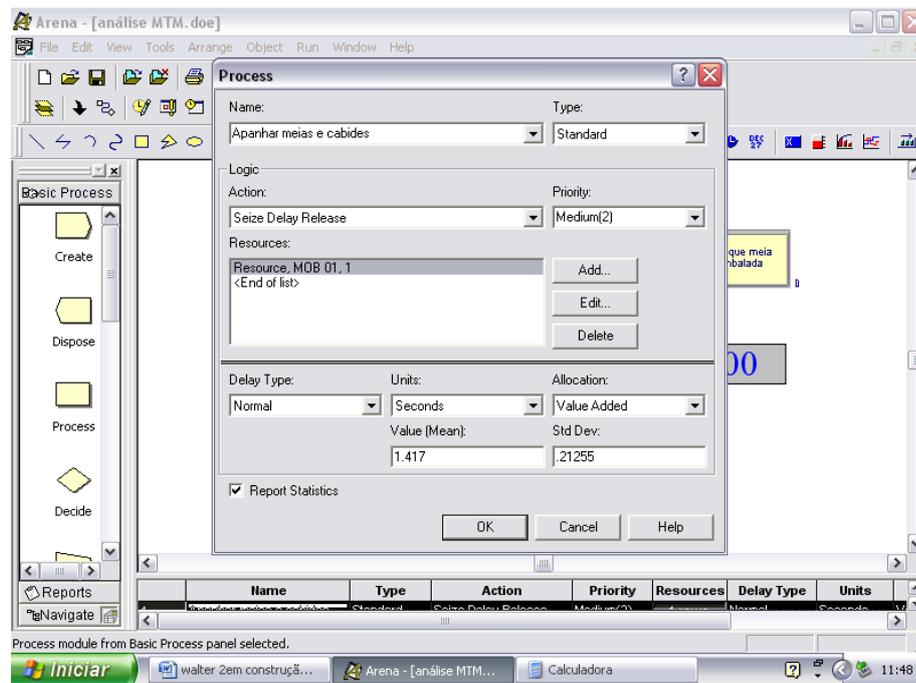


**Figura B-1 – Dados do processo**

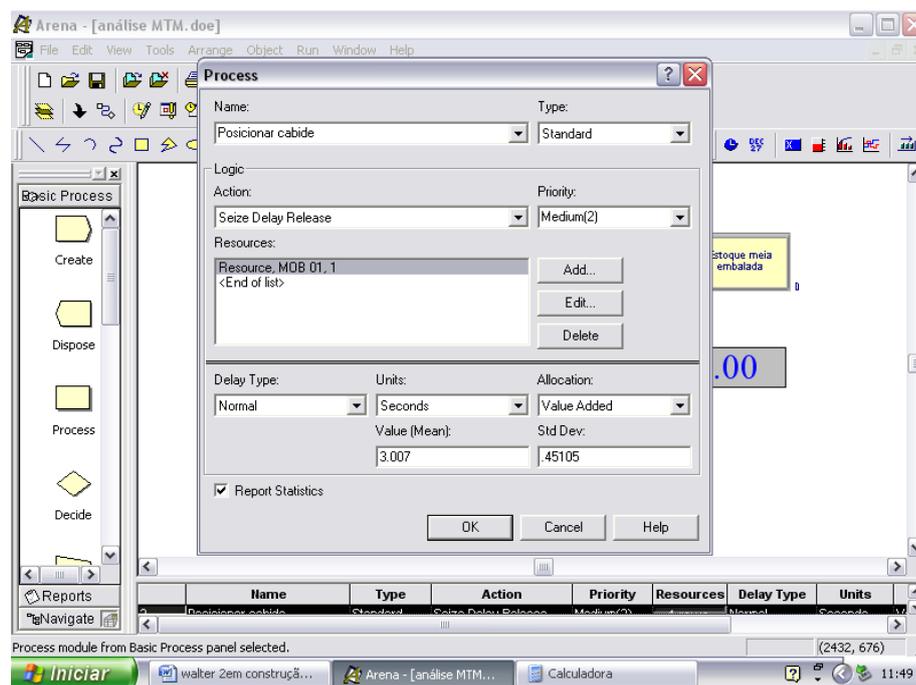


**Figura B-2 – Modelo (cronometragem)**

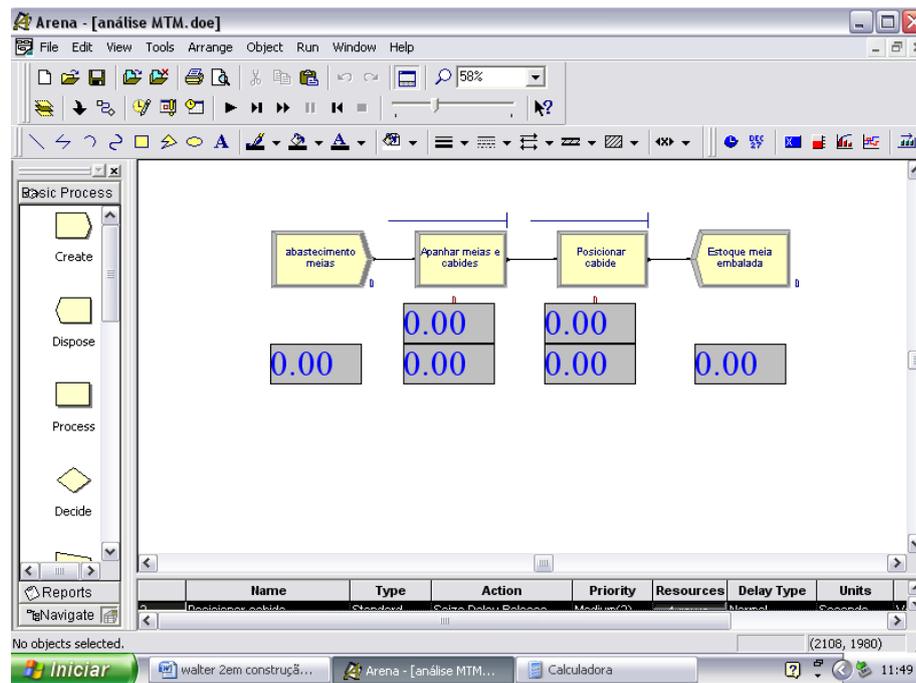
As Figuras B-3, B-4 e B-5 ilustram o modelo para o MTM.



**Figura B-3 – Dados do processo (apanhar meias e cabides)**

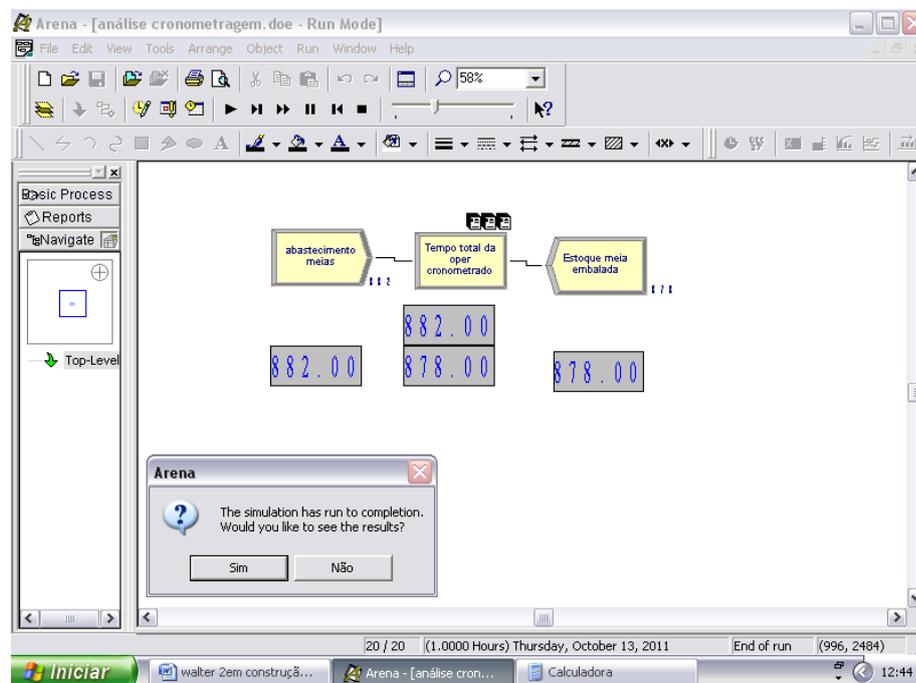


**Figura B-4 – Dados do processo (posicionar cabide)**



**Figura B-5 – Modelo (MTM)**

Os resultados da simulação estão representados nas Figuras B-6, B-7 e B-8 para cronometragem e nas Figuras B-9, B-10 e B-11 para o MTM considerando uma distribuição normal dos tempos de operação.



**Figura B-6 – Simulação (cronometragem) – produção de 1 hora (distribuição normal)**

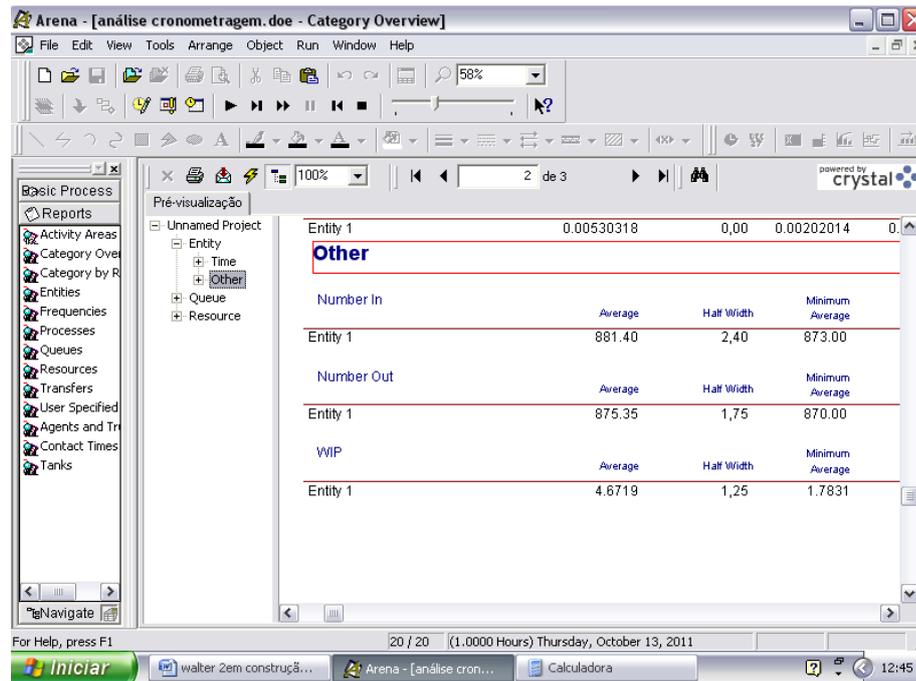


Figura B-7 – Relatório da simulação (cronometragem) – *work in process* (distribuição normal)

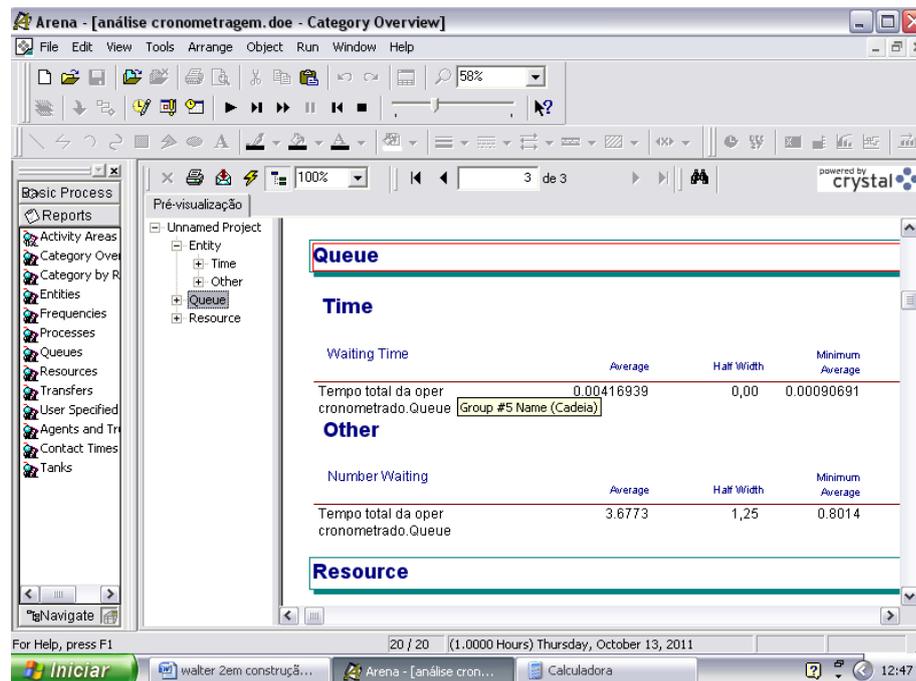


Figura B-8 – Relatório da simulação (cronometragem) fila no processo (distribuição normal)

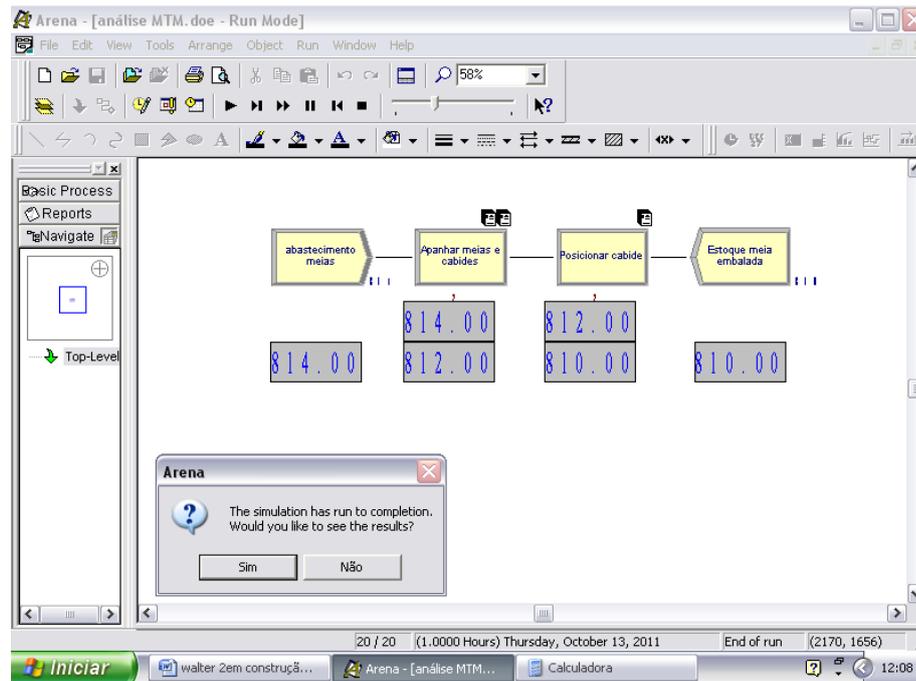


Figura B-9 – Simulação (MTM) – produção de 1 hora (distribuição normal)

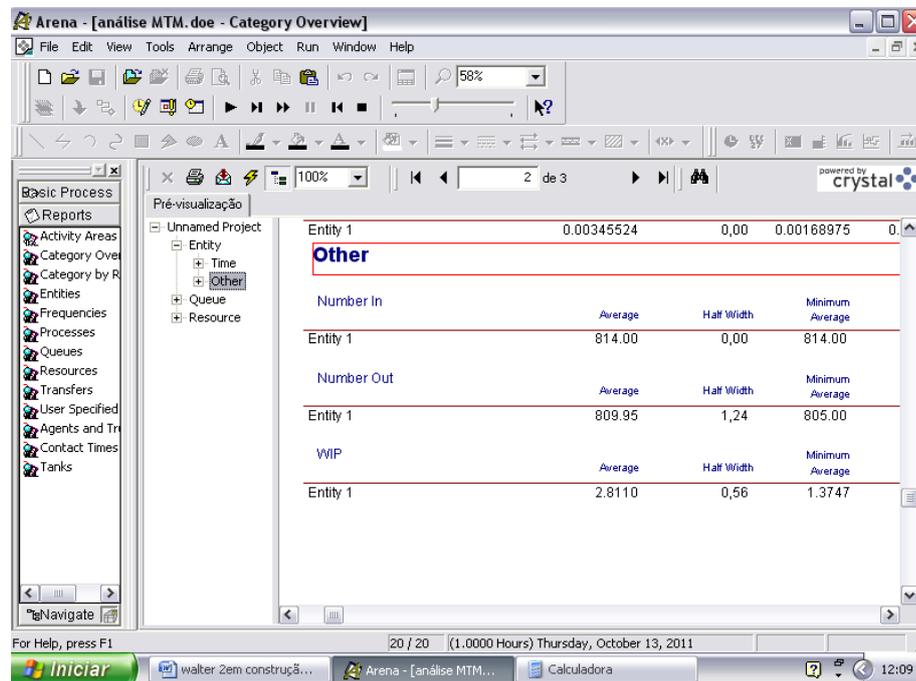
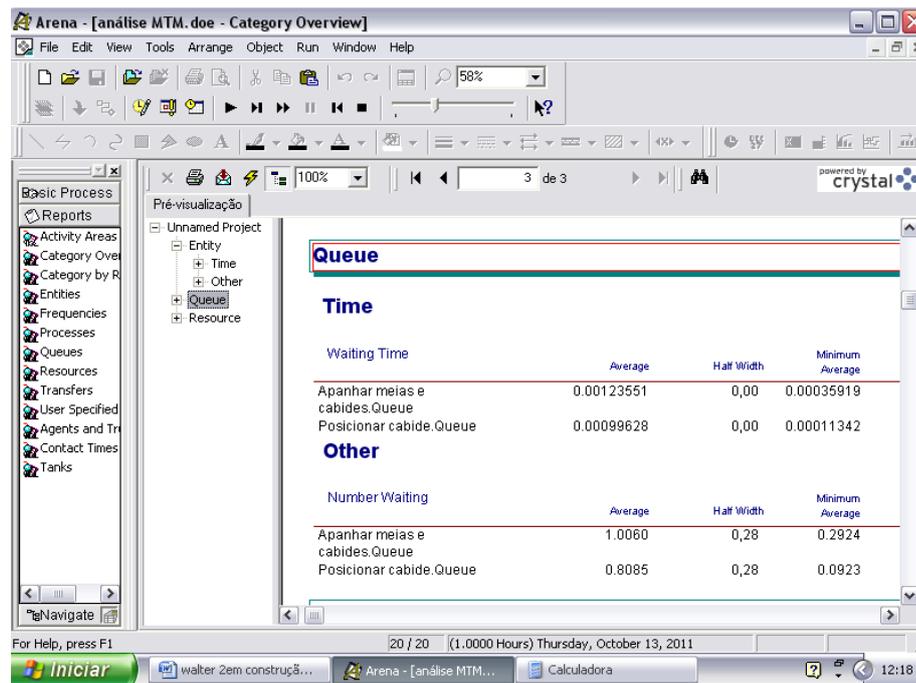
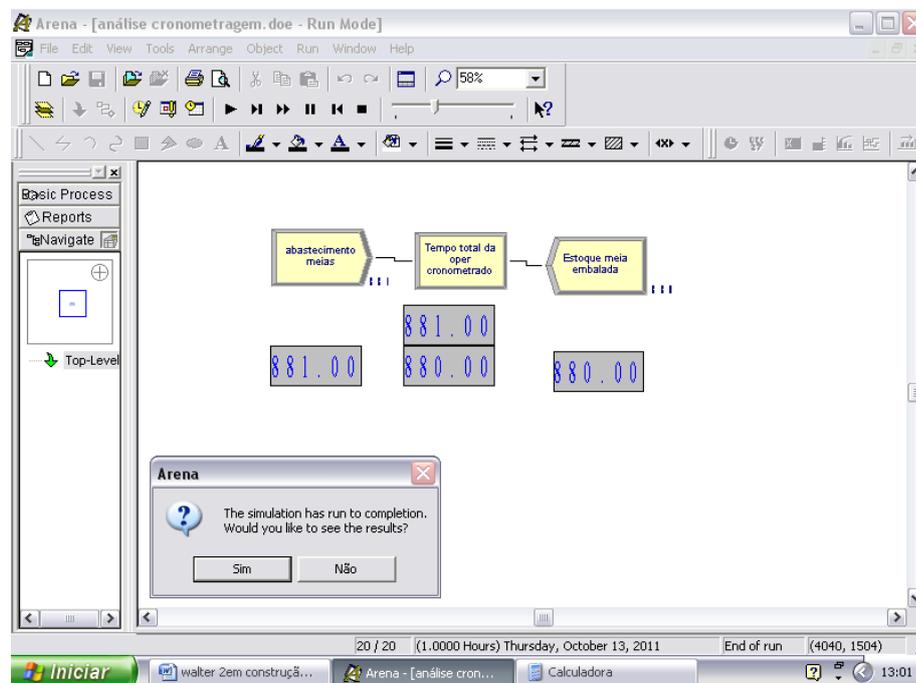


Figura B-10 – Relatório da simulação (MTM) *work in process* (distribuição normal)



**Figura B-11 – Relatório da simulação (MTM) fila no processo (distribuição normal)**

Os resultados da simulação representados nas Figuras B-12, B-13 e B-14 para cronometragem e nas Figuras B-15, B-16 e B-17 para o MTM considerando o tempo padrão constante.



**Figura B-12 – Simulação (cronometragem) – produção de 1 hora (tempo padrão constante)**

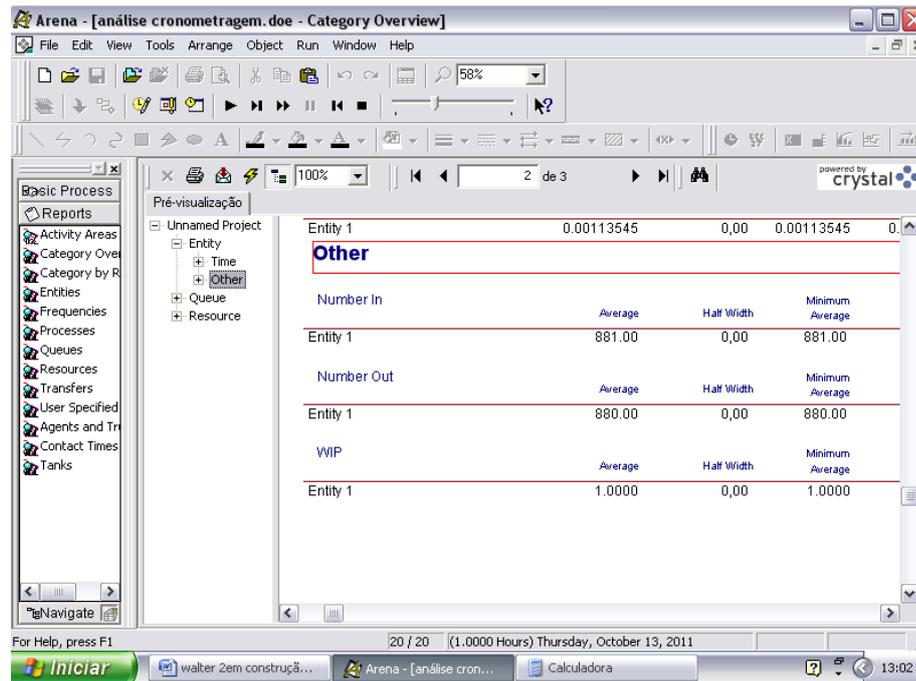


Figura B-13 – Relatório da simulação (cronometragem) – *work in process* (tempo padrão constante)

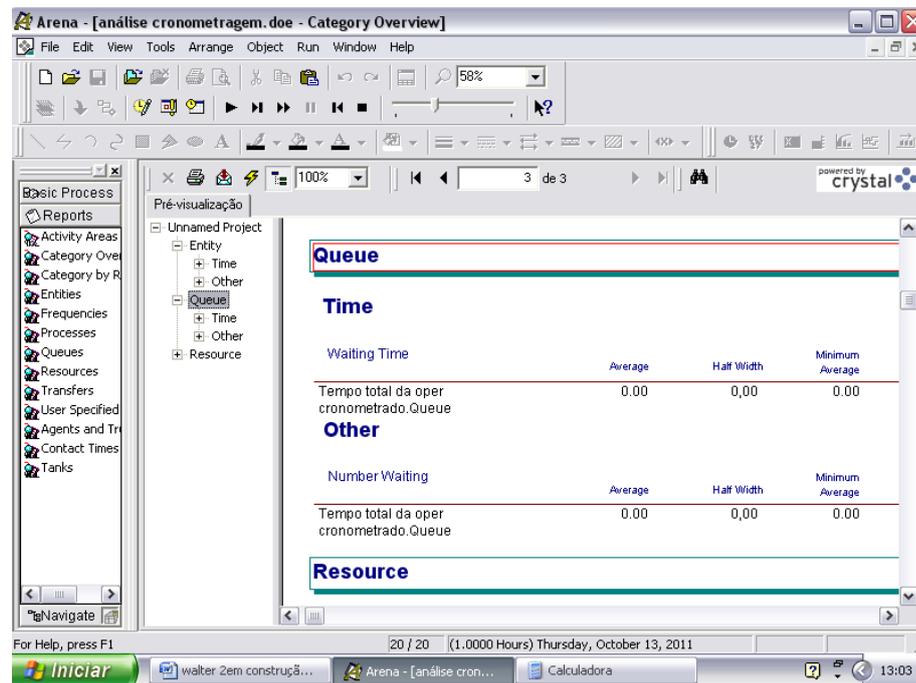


Figura B-14 – Relatório da simulação (cronometragem) fila no processo (tempo padrão constante)

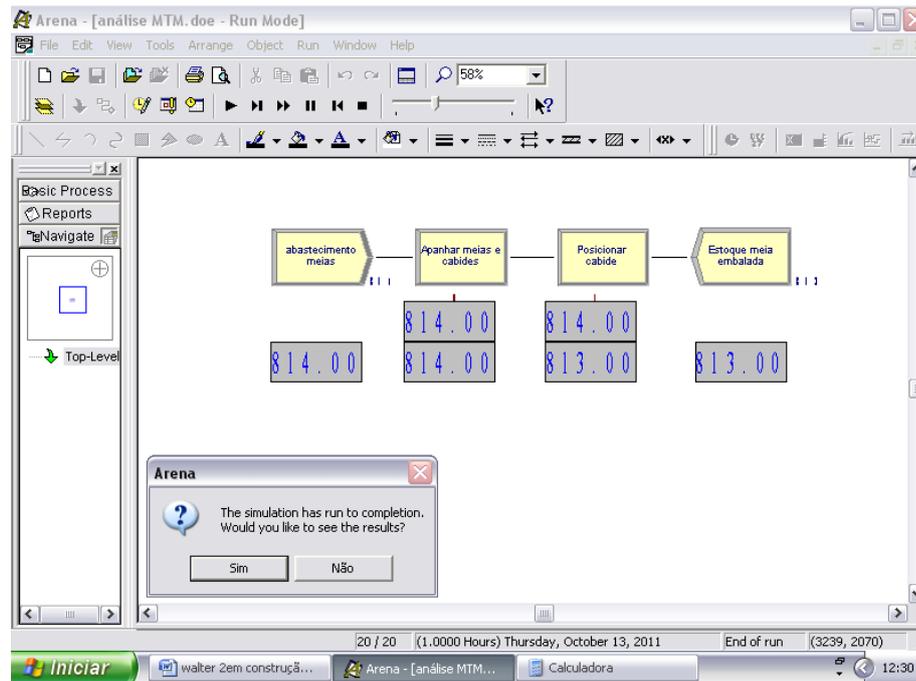


Figura B-15 – Simulação (MTM) – produção de 1 hora (tempo padrão constante)

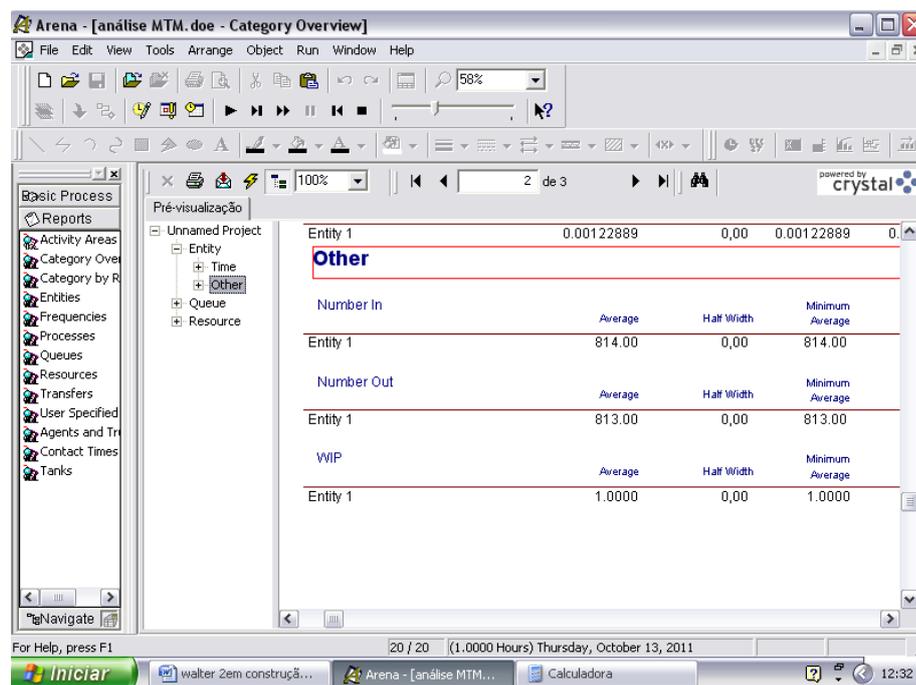
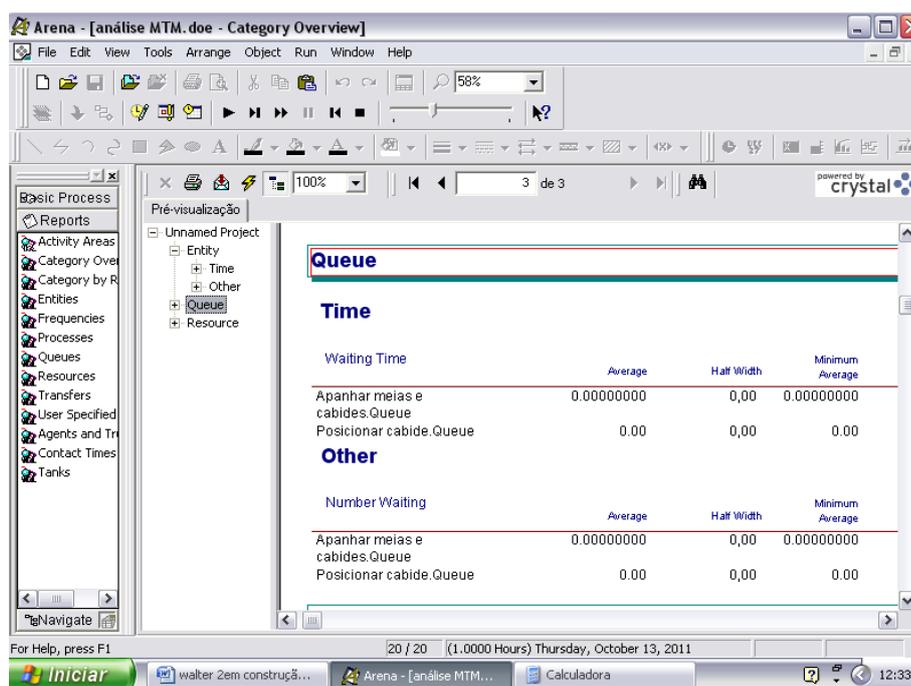


Figura B-16 – Relatório da simulação (MTM) *work in process* (tempo padrão constante)



**Figura B-17 – Relatório da simulação (MTM) fila no processo (tempo padrão constante)**

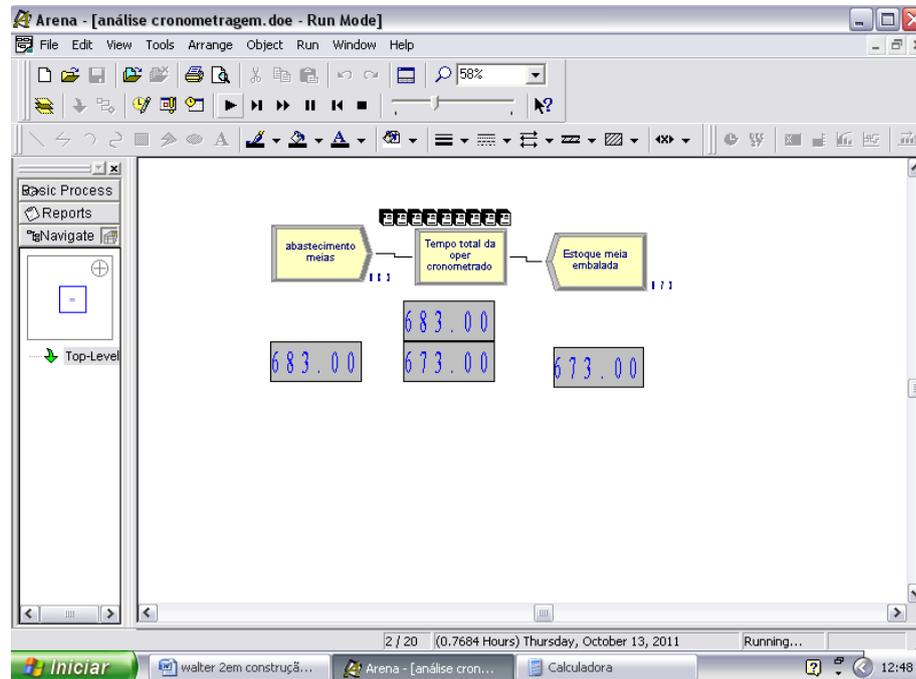
A Tabela B-2 apresenta os resultados da simulação.

**Tabela B-2 – Resultados da simulação.**

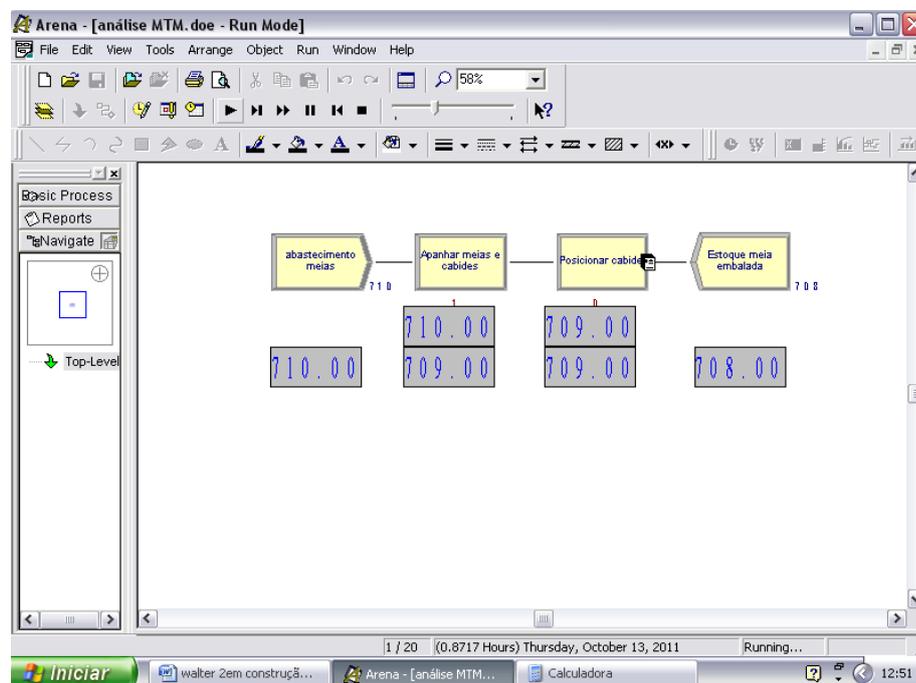
Método	Tempos em segundos							
	Distribuição normal				Tempo padrão Constante			
	entrada	saída	work in process	Tempo de espera	entrada	Saída	work in process	Tempo de espera
Cronometragem	881.40	875.35	4.6719	0.00090691	881	880	1	0.0
MTM	814	809,95	2.8110	0.00047261	814	813	1	0.0

De acordo com as Figuras B-18 e B-19 é possível verificar que durante o processo a fila no fluxo a partir do tempo da cronometragem em uma única operação, com relação ao MTM, é maior e o estoque em processo também de acordo com a Tabela B-2. No final da simulação o resultado demonstra o estoque em processo também maior. Como descrito anteriormente uma conclusão parcial que deve ser investigada a partir de uma amostra maior de tempo e validação *in loco* é o fato dos resultados obtidos através da cronometragem para esse caso específico, além da distorção do tempo efetivo de execução gerar excesso de estoque em processo no local de trabalho, se o resultado obtido restrito nesse caso pode gerar acúmulo de embalagem e de produto acabado na área de trabalho dificultando a execução das atividades do embalador, podendo gerar erros no processo.

As Figuras B-18 e B-19 demonstram a diferença da fila no processo entre a configuração de fluxo do método cronometragem com relação ao método MTM.



**B-18 – Fila durante o processo (cronometragem)**



**B-19 – Fila durante o processo (MTM)**