



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A eliminação de perdas na movimentação e seus impactos  
na produtividade – utilização de elementos do Sistema  
*Toyota* de Produção**

Adolfo Nascimento de Andrade Neto

Orientador: Prof. Dr. Eng<sup>o</sup>. Antonio Nunes Barbosa Filho

Recife, Junho/2009

Adolfo Nascimento de Andrade Neto

A eliminação de perdas na movimentação e seus impactos na produtividade – utilização de elementos do Sistema *Toyota* de Produção

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Eng<sup>o</sup>. Antonio Nunes Barbosa Filho

Recife, Junho/2009

**A553e**

**Andrade Neto, Adolfo Nascimento de**

A eliminação de perdas na movimentação e seus impactos na produtividade : utilização de elementos do sistema *Toyota* de produção / Adolfo Nascimento de Andrade Neto. – Recife: O Autor, 2009.

47 f.;

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia de Produção, 2009.

Inclui referências bibliográficas.

**1. Engenharia de Produção. 2. Sistema *Toyota* de Produção. 3. Produtividade. 4 Ergonomia. 5.Engenharia de Métodos. I. Título.**

**658.5 CDD (22.ed.)**

**UFPE/BCTG/2009-109**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço bastante a Deus pela oportunidade de ter acesso à educação escolar e, posteriormente, atingir um objetivo tão importante no ensino superior; por toda ajuda que tive nos momentos mais difíceis e decisivos de minha vida para chegar até aqui; e, finalmente, por toda a inspiração recebida para desenvolver este trabalho.

Agradeço aos meus pais, seres raros e exemplares, além de peças fundamentais em minha formação pessoal, que sempre me apoiaram em minhas decisões e souberam compreender a minha indisponibilidade em certos momentos.

Além destes, também quero tornar público os seguintes agradecimentos:

- Ao meu irmão, que sempre esteve ao meu lado e me ajudou quando foi preciso.
- À minha namorada, que me incentivou e me ajudou bastante em todos os momentos.
- Aos amigos e familiares, dos quais precisei me afastar um pouco.
- Ao meu orientador, por sua presteza e disponibilidade, me ajudando de forma significativa no desenvolvimento deste trabalho.
- Aos demais professores do Departamento de Engenharia de Produção da UFPE, pelo ensino que me foi proporcionado.
- À Areva Koblitz, empresa que me concedeu uma boa experiência de estágio.

## RESUMO

Este estudo versa sobre a eliminação de perdas relacionadas à movimentação no ambiente produtivo – incluindo-se ações e posturas do operador, bem como aquelas relacionadas ao uso de materiais e dispositivos auxiliares de produção no âmbito de um posto de trabalho – e seus impactos na produtividade, utilizando como instrumentos de avaliação as ferramentas do Sistema *Toyota* de Produção (STP). Para tanto, foi realizada revisão da literatura acerca dos conceitos envolvidos, visando dar sustentação ao tema do trabalho. Incluem-se aí assuntos como perdas no STP, produtividades parcial e total de fatores, projeto e medida do trabalho, dentre outros, bem como a aplicação exemplificativa do modelo teórico decorrente deste estudo em um caso relatado pelo autor, recolhido durante a realização do estágio supervisionado do Curso de Graduação em Engenharia de Produção. Ao final do estudo, verificou-se que a aplicação de técnicas de Engenharia de Métodos, orientadas para a eliminação das perdas preconizadas pelo STP, destacando-se os aspectos ergonômicos aí incluídos, tendem a contribuir decisivamente para a melhoria das condições de trabalho e, por conseguinte, aumentar o rendimento produtivo do trabalhador e a produtividade organizacional.

**Palavras-chave:** Perdas por movimentação, Sistema *Toyota* de Produção, Posto de trabalho, Produtividade, Ergonomia e Engenharia de Métodos.

## ABSTRACT

This study is about the elimination of losses associated with moving at the productive environment – including up actions and postures of the operator as well as those related to the use of materials and auxiliary equipment for production within a workstation – and its impact on productivity, using as instruments for assessment the tools of the Toyota Production System (TPS). In order to do that, it was performed literature review about the concepts involved, to give support to the theme of this research. There are subjects included such as losses in the TPS, partial and total productivity of factors, project and time measurement, among others, as well as the application examples of the theoretical model resulting from this study in a case reported by the author, collected during the supervised probation of the Production Engineering Graduation Course. At the end of the study, it was verified that the application of Methods Engineering techniques, oriented to the elimination of losses recommended by TPS, especially the ergonomic issues included, tend to contribute decisively to the improvement of working conditions, and therefore, to increase the productive efficiency of the worker and organizational productivity.

**Keywords:** Moving losses, Toyota Production System, Workstation, Productivity, Ergonomics and Methods Engineering.

## APRESENTAÇÃO

A presente monografia foi elaborada como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), objetivando a obtenção do grau em Engenharia de Produção, na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), sendo desenvolvido entre os meses de março e junho de 2009, referentes ao período letivo 2009.1.

Nesta pesquisa, em particular, foram estudados os benefícios que podem ser obtidos com a implantação do Sistema *Toyota* de Produção (STP) em uma fábrica, com ênfase em um dos sete tipos de perda nele elencados – as perdas por movimentação.

No conteúdo do que será abordado mais adiante, se faz necessário o entendimento do termo **movimentação** como a junção entre os atos de **deslocação** e da promoção do **movimento de partes do corpo**. Ambas as ações referem-se aos operadores de chão-de-fábrica, sendo este o ambiente que servirá de contexto principal desta monografia.

Para que fosse desenvolvida a devida explanação requerida pelo tema, o trabalho apresenta uma revisão da literatura relacionada ao assunto proposto em quatro capítulos (de 2 a 5). Os três capítulos seguintes (de 6 a 8) versam sobre a discussão focal propriamente dita, sendo o último destes destinado às conclusões.

Por fim, vale ressaltar que a escolha do tema se deu por conta da identificação do autor com o trabalho abordado, devido ao estudo de disciplinas ofertadas pela faculdade, tais como Engenharia de Métodos e Gestão da Produção, bem como a experiência obtida pelo mesmo durante a realização do estágio supervisionado.

# SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1 Justificativa.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo Geral.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Estrutura do Trabalho.....	2
2. Processos e Operações na Função Produção.....	4
3. O Sistema <i>Toyota</i> de Produção (STP).....	6
3.1 Origem do STP.....	6
3.2 Aspectos Gerais.....	6
3.3 Os Pilares de Sustentação do STP.....	7
3.4 Objetivos do STP.....	10
3.5 Ferramentas do STP.....	10
3.6 Os Sete Tipos de Perdas.....	12
4. Produtividade.....	15
4.1 Aspectos Gerais.....	15
4.2 Medida da Produtividade.....	15
4.2.1 Produtividade da Mão-de-obra .....	16
5. Estudo de Movimentos e de Tempos.....	18
5.1 Histórico.....	18

5.2 Aspectos Gerais.....	19
5.3 Estudo de Movimentos.....	20
5.4 Estudo de Tempos.....	22
5.5 Ergonomia.....	24
6. As Perdas por Movimentação e seus Impactos na Produtividade.....	25
6.1 Perdas por Movimentação <i>versus</i> Produtividade.....	25
6.2 Características Gerais de um Posto de Trabalho.....	26
6.2.1 Aspectos Iniciais.....	26
6.2.2 Arranjo Físico.....	27
6.2.3 Dimensionamento.....	28
6.3 A Movimentação Inadequada no Posto de Trabalho e suas Conseqüências.....	29
6.3.1 Limites da Movimentação em Atividades Profissionais.....	29
6.3.2 Movimentação Inadequada – Danos para o Operador.....	30
6.3.3 Movimentação Inadequada – Danos para a Empresa.....	32
7. A Eliminação de Perdas por Movimentação e os Ganhos de Produtividade.....	34
7.1 A Importância da Eliminação de Perdas por Movimentação.....	34
7.2 A Contribuição do Estudo de Movimentos e de Tempos.....	34
7.2.1 Aspectos Iniciais.....	34
7.2.2 Análise de Operações – Uma Visão Geral.....	35
7.2.3 Padronização de Métodos e Avaliação de Desempenho.....	39
7.3 Aplicação deste Estudo a um Caso Concreto.....	40
8. Conclusão.....	45

## BIBLIOGRAFIA

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Os Pilares do STP.....	9
Figura 7.1	Gráfico de Operações (Método Antigo).....	36
Figura 7.2	Gráfico de Operações (Método Melhorado).....	37
Figura 7.3	Posto de Trabalho (1): Chapas de Montagem para Painéis Elétricos.....	41
Figura 7.4	Posto de Trabalho (2): Chapas de Montagem para Painéis Elétricos.....	41

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Justificativa**

O tema escolhido situa-se na área de Gestão da Produção, uma das três grandes áreas oferecidas pelo Curso de Graduação em Engenharia de Produção da UFPE. Este trabalho contempla elementos de um marco histórico que revolucionou a administração da produção – o Sistema *Toyota* de Produção (STP) (Soares, 1998).

Para qualquer empresa industrial, possuir um diferencial que lhe proporcione vantagem competitiva duradoura perante as demais no mercado tende a ser determinante para o sucesso, visto que a competitividade nesse meio evolui constantemente. Soares (1998, p. 1) argumenta que: “No contexto atual, não basta empatar, a empresa tem que ganhar se quiser sobreviver.”

Ghinato (1996, p. 53) define que: “O Sistema Toyota de Produção é em essência a constante perseguição às perdas e sua completa eliminação (sic)”. Particularmente, a busca pela eliminação de perdas no movimento de operários é uma atividade que não envolve altos custos em sua implementação, pelo que ganha destaque e relevância dentro da filosofia deste sistema produtivo e também para as organizações que o utilizam.

O aumento da eficiência no chão-de-fábrica que pode ser obtido com a eliminação de perdas por movimentação – conforme explicitam Ghinato (1996), Shingo (1996) e outros autores estudados – traduz-se em ganhos de produtividade e, por conseguinte, ressalta a importância e justifica a escolha deste tema como um Trabalho de Conclusão de Curso na graduação em Engenharia de Produção.

O presente documento, além de contribuir para a ampliação do conhecimento disponível acerca do tema abordado, teve o propósito de estudar medidas de baixo custo, capazes de fornecer diretrizes para a solução de problemas identificados nesse ambiente, em diferentes tipos de empresas.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Demonstrar o impacto positivo que a eliminação de perdas na movimentação de operários em suas atividades pode ocasionar na produtividade de organizações que utilizem elementos encontrados no STP para a fabricação de seus produtos.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar revisão de literatura acerca de: processos e operações na função produção; Sistema *Toyota* de Produção, com ênfase nas perdas identificadas; produtividade e elementos relacionados; e Estudo de Movimentos e de Tempos
2. Caracterizar a relação entre as perdas por movimentação e os resultados da produtividade.
3. Destacar o Estudo de Movimentos e de Tempos como ferramenta no combate às perdas por movimentação.
4. Demonstrar que a eliminação de perdas na movimentação acarreta impactos positivos para a produtividade de uma empresa.

## **1.3 Estrutura do Trabalho**

Com o propósito de atingir os objetivos definidos, este trabalho está estruturado da seguinte maneira em suas próximas páginas:

- Capítulo 2 – Processos e Operações na Função Produção
- Capítulo 3 – O Sistema *Toyota* de Produção (STP)
- Capítulo 4 – Produtividade
- Capítulo 5 – Estudo de Movimentos e de Tempos
- Capítulo 6 – As Perdas por Movimentação e seus Impactos na Produtividade
- Capítulo 7 – A Eliminação de Perdas por Movimentação e os Ganhos de Produtividade

- Capítulo 8 – Conclusão
- Bibliografia

## **2. PROCESSOS E OPERAÇÕES NA FUNÇÃO PRODUÇÃO**

Ghinato (1996, p. 64) argumenta que: “O mecanismo da função produção pode ser entendido como uma rede de processos e operações”. Os processos constituem o meio pelo qual a matéria-prima é transformada em produto, ao passo que as operações são ações executadas por trabalhadores e máquinas para efetivar tal modificação. Assim, a produção é obtida da combinação de operações em um processo produtivo, para cujo gerenciamento se faz necessário compreender seus componentes.

De acordo com Shingo (1996), quatro elementos distintos do processo devem ser identificados. São eles:

- Processamento: mudanças nas propriedades físicas dos materiais ou relativas à montagem / desmontagem destes.
- Inspeção: comparação com um padrão previamente estabelecido.
- Transporte: mudanças nas posições de materiais ou produtos.
- Espera: período de tempo em que não ocorre nenhum dos elementos descritos anteriormente. Pode ser classificada em dois tipos:
  - Espera do Processo: é a espera de um lote inteiro, enquanto o precedente é processado, inspecionado ou transportado.
  - Espera do Lote: ocorre quando, dentro de um mesmo lote, as peças presentes esperam para ser processadas ou pela fabricação do restante do lote. Tal fato ocorre também na inspeção e no transporte.

Ainda conforme o entendimento de Shingo (1996), ocorre a seguinte classificação, desta feita, no que diz respeito às operações:

- Operações de *Setup*. relacionam-se com as preparações que antecedem e postergam as operações, tais como *setup*, ajuste e remoção de matrizes, ferramentas, etc.

- Operações Principais: compõem a execução do trabalho em si, dividindo-se em operações essenciais (aquelas que executam realmente a operação principal) e operações auxiliares (ações que auxiliam a concluir a operação essencial).
- Folgas Marginais: são atividades que se relacionam com a operação de forma indireta. Podem ser de dois tipos:
  - Folgas na Operação: trabalhos indiretos como, por exemplo: lubrificação, remoção de rebarbas, tratamento de produtos com defeito, etc.
  - Folgas entre Operações: atividades indiretas, tais como: fornecimento de materiais, substituição de produtos nos paletes, etc.
- Folgas Ligadas ao Pessoal: tratam-se de atividades advindas da necessidade dos operadores. Se dividem em:
  - Folgas por Fadiga: descanso entre operações.
  - Folgas por Necessidades Fisiológicas: beber água, ir ao banheiro, etc.

Por sua vez, valendo-se de uma interpretação com viés econômico, Shingo (1996) define que as operações podem ser vistas de duas formas: aquelas que agregam e as que não agregam valor ao produto final.

Agregar valor corresponde às intervenções necessárias sobre as matérias-primas, tais como alterar suas medidas, formas ou propriedades físico-químicas, com o intuito de conferir ao produto determinadas características desejadas por seus consumidores. As operações inclusas nessa classificação são necessárias e imprescindíveis para o processo produtivo, não podendo, portanto, ser eliminadas.

Operações que não agregam valor, como, por exemplo, desembalar e inspecionar partes e componentes vindos de fornecedores, movimentar material para processamento entre seções produtivas e realizar inspeção final de produção, podem ser consideradas perdas. Tais perdas são nocivas ao desempenho da organização e, sendo assim, a eliminação destas se configura como uma importante medida em um sistema produtivo.

### **3. O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)**

#### **3.1 Origem do STP**

Em 1937, no Japão, *Kiichiro Toyoda* fundou a *Toyota Motor Company*, que seria, então, apenas mais um empreendimento da família *Toyoda* – grupo empresarial com forte atuação na indústria têxtil. A atuação dessa nova empresa, à época, foi atrelada à indústria automobilística, mais precisamente relacionada com a produção de caminhões para as forças armadas, embora já existisse o propósito da ampliação de seu negócio visando à produção de carros de passeio e caminhões comerciais em larga escala. Entretanto, tais pretensões foram adiadas por conta da entrada do país na Segunda Guerra Mundial (GHINATO, 1996 e 2000).

O Sistema *Toyota* de Produção veio surgir na década de 50, após a segunda grande guerra. Naquela época, a produtividade americana era muito superior à japonesa, gerando uma contestação a respeito de perdas no sistema produtivo japonês. A tal fato, seguiu-se a estruturação de um processo sistemático de identificação e eliminação das perdas, dando origem ao STP. Porém, até a primeira crise do petróleo em 1973 – que afetara governos, empresas e sociedades em todo o mundo – tal método de produção não tinha chamado a atenção da indústria japonesa. Foi preciso existir essa emergência econômica para que se tornassem evidentes os resultados que estavam sendo obtidos pela *Toyota*, favorecendo um ganho de maior destaque para o STP (OHNO, 1997).

#### **3.2 Aspectos Gerais**

Também conhecido através de outras nomenclaturas como Produção Enxuta, *Lean Manufacturing*, ou Produção Puxada, por exemplo, o STP é definido por Ghinato (2000) como um sistema integrado de princípios, práticas operacionais e ferramentas, envolvendo e integrando não somente a manufatura, mas todas as partes da organização, e que possibilita a contínua busca da perfeita geração de valor para o cliente.

Shingo (1996, p. 200) destaca a essência do pensamento existente no STP no fragmento que se segue:

*[...] a Toyota reconsiderou a velha pressuposição de que a forma ideal de produção é a produção em massa, em grandes lotes, baseada na demanda estimada ao estilo americano. Considerando as características peculiares*

*do mercado japonês, a companhia percebeu que a demanda seria melhor satisfeita através do uso da produção contrapedido.*

Seguindo essa nova filosofia, a produção na empresa passou a se dar em pequenos lotes, encontrando-se a solução para diversos problemas tidos como insolúveis anteriormente. O objetivo de reduzir os estoques a zero foi um fator de destaque durante a criação desse novo sistema produtivo.

### **3.3 Os Pilares de Sustentação do STP**

O STP possui dois pilares de sustentação: o *Just-In-Time* (JIT) e a Autonomiação (*Jidoka*).

Segundo Ohno (1997), o primeiro refere-se ao suprimento em cada processo com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. Trata-se de uma técnica de gestão que tem o objetivo de proporcionar a melhoria contínua no processo produtivo, identificando, localizando e eliminando perdas.

De acordo com Ghinato (2000), o JIT depende de três fatores relacionados entre si: fluxo contínuo, *takt time* e produção puxada.

O fluxo contínuo pode ser interpretado como uma consequência da redução do *lead time* de produção – tempo de atravessamento da matéria-prima pelo processo – e sua implementação requer, em geral, a reorganização do arranjo físico na fábrica. O que conduz ao fluxo contínuo é a viabilização de um fluxo unitário de produção, em que a tendência seja a eliminação completa dos estoques entre processos.

O conceito de *takt time* está fundamentalmente ligado ao balanceamento das operações, associando os ritmos de produção e vendas. É definido como o tempo necessário para produzir um determinado item, tendo como base a demanda correspondente a este. Para fins de cálculo, é adotada a seguinte fórmula:

$$\textit{Takt Time} = (\text{tempo total disponível} / \text{demanda do cliente})$$

A produção puxada, por sua vez, busca produzir somente aquilo que deve ser vendido, evitando a superprodução. É viabilizada pelo uso do *kanban* – uma das ferramentas do STP –,

que controla e balanceia a produção, eliminando perdas e permitindo a reposição de estoques com base na demanda.

Já o segundo pilar (*Jidoka*), de acordo com Ohno (1997), consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade. Isso possibilita que, em cada etapa do processo, as operações contribuam para a melhoria da qualidade dos produtos fabricados.

Conforme expressa Ghinato (2000), a palavra *Jidoka* significa simplesmente automação. Porém, não se trata de um conceito restrito às máquinas, podendo ter sua aplicação ampliada para linhas de produção operadas manualmente. Quando uma máquina interrompe seu processamento ou um operador pára determinada linha de produção, um esforço conjunto é motivado para identificar a causa fundamental do problema e eliminá-la.

Ainda seguindo o raciocínio de Ghinato (2000), este julga que a separação entre a máquina e o homem, ou seja, a não permanência do operador junto à máquina durante um processamento qualquer, é um requisito fundamental para a implementação do *Jidoka*. A máquina deve ser capaz de detectar quaisquer anormalidades no processo e o homem fica incumbido de corrigir o problema adequadamente.

Um segundo componente desse pilar é o método *Poka-Yoke*. Trata-se de uma forma de bloquear as principais interferências na execução de uma operação. Dispositivos *Poka-Yoke* costumam ser aplicados na detecção da causa raiz dos defeitos, em regime de inspeção 100% na fonte (GHINATO, 2000).

A seguir, encontra-se um resumo ilustrativo acerca dos pilares do STP:

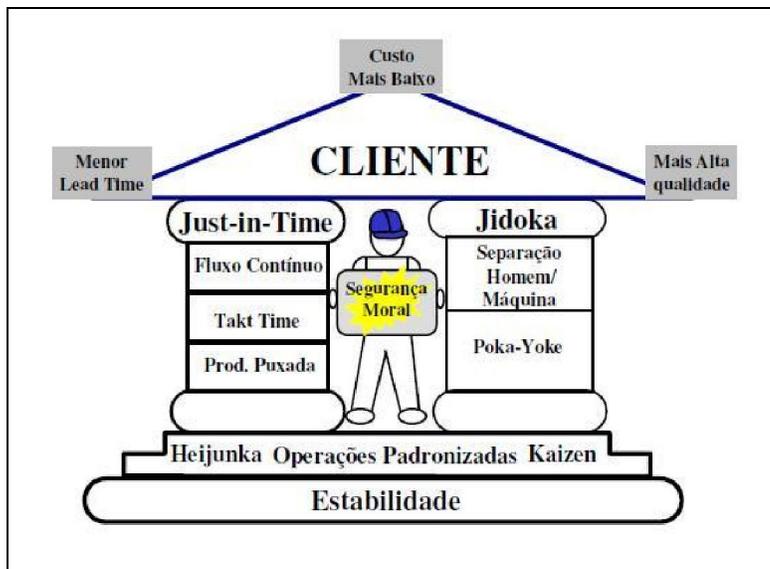


Figura 3.1 – Os Pilares do STP

Fonte: Ghinato (2000, p. 6)

Observando a estrutura da figura anterior, nota-se que os pilares estão assentados numa base formada por três elementos: *Heijunka*, Operações Padronizadas e *Kaizen*. Uma breve interpretação de cada um destes acerca do que argumenta Ghinato (2000), aparece descrita nos próximos parágrafos deste subcapítulo.

Para início de explanação, pode-se caracterizar o *Heijunka* como elemento que visa nivelar a programação da produção a partir do seqüenciamento de pedidos, levando em conta a variação diária destes para atender à demanda no longo prazo.

A Padronização de Operações busca a maximização da produtividade através da identificação e padronização daqueles elementos de trabalho que agregam valor, como também por meio da eliminação de perdas, além de ter como finalidade o balanceamento entre os processos e a definição do nível mínimo de estoque em processamento.

Já o *Kaizen* é conceituado como a melhoria incremental e contínua de uma atividade, que procura agregar mais valor ao produto, com um mínimo de investimento e mantendo o foco na eliminação de perdas.

Por fim, os três elementos formadores dessa base sustentadora, bem como todo o Sistema *Toyota* de Produção encontram-se assentados na estabilidade dos processos. Trata-se

de um pré-requisito para a implantação deste sistema. Somente aqueles processos que são capazes e estáveis podem ser devidamente padronizados de forma a possibilitar as ações advindas do *Jidoka* e do JIT.

### 3.4 Objetivos do STP

O objetivo central do STP incide na capacitação das organizações, no sentido de favorecer reações rápidas diante das recorrentes flutuações de demanda, por meio da forte perseguição pelas dimensões principais da competitividade – custo, qualidade, atendimento, flexibilidade e inovação (SHINGO, 1996).

Em termos de produção, o foco recai na redução de custos. Tendo em vista que o STP persegue, de forma obstinada, a eliminação de toda e qualquer perda, foi concebido um princípio que se tornou fundamental dentro da filosofia existente: o **princípio do não-custo**. De acordo com este, os preços das mercadorias não devem ser definidos conforme a lógica tradicional. Era comum a imposição destes ao mercado, com base nos custos de fabricação e com a pretensão de atingir determinada margem de lucro. A partir da adoção do princípio idealizado, ocorre uma mudança: o mercado consumidor passa a determinar o preço de venda. Tal fato se explica ao ser analisado o contexto no qual surgiu esse sistema produtivo, que envolvia não somente o crescente acirramento na concorrência entre as empresas, como também o surgimento de um consumidor mais exigente. Desta feita, posicionando os propósitos do STP no ambiente produtivo, a eliminação de perdas ganha maior relevância diante das ações a serem implantadas, pois a redução de custos se torna a única maneira de aumentar os lucros (GHINATO, 2000; OHNO, 1997; SHINGO, 1996).

### 3.5 Ferramentas do STP

O STP utiliza diversas ferramentas, dentre as quais ganham destaque cinco destas, consideradas relevantes pelo autor, relacionadas a seguir:

- 5S: é um método que preza pela organização e comportamento adequado dentro do espaço de trabalho. Teve sua origem no Japão e, ao expandir-se para o ocidente, ficou conhecido também como *Housekeeping*. Está intimamente ligado ao desenvolvimento de **bons hábitos** dentro da empresa, funcionando como uma ferramenta educacional (RIBEIRO, 1994).

O termo 5S está relacionado com as atividades que o compõem, nomeadas em japonês e descritas, conforme entendimento de Ribeiro (1994), da seguinte maneira:

- *Seiri*. refere-se ao ato de selecionar, separar as coisas devidamente. O *Seiri* ensina que se deve utilizar aquilo que é necessário em detrimento do desnecessário para uma determinada tarefa, dando destino adequado para as coisas que não são úteis nesse ambiente.
- *Seiton*. tem o significado de ordenamento, sistematização. A ordenação das coisas auxilia na arrumação do ambiente de trabalho, e, por conta disso, é preciso guardar os objetos de acordo com a facilidade em acessá-los. Deve ser seguida uma seqüência lógica de ordenamento conforme seja a freqüência de utilização de certos itens, levando-se em conta também outras características, tais como peso e formato, por exemplo.
- *Seiso*. compreende a inspeção e o reconhecimento do ambiente através da limpeza. Limpar consiste em eliminar a sujeira e, conseqüentemente, descobrir e atacar fontes de problemas. Tal monitoração deve ser feita pelo próprio usuário do ambiente, ou por operadores nas máquinas em com as quais trabalham.
- *Seiketsu*. é interpretado como a manutenção do asseio, conservação da higiene. O ensinamento encontrado aqui envolve a padronização de hábitos, normas e procedimentos; o cuidado que se deve ter é para que os estágios alcançados de organização, ordem e limpeza não venham a retroceder.
- *Shitsuke*. diz respeito ao cumprimento rigoroso de normas e tudo aquilo que venha a ser estabelecido. Prega a disciplina como sinal de respeito ao próximo.
- *Kanban*. de acordo com Shingo (1996), trata-se de um sistema de controle visual, auto-regulador e simplificado, que se concentra no chão-de-fábrica e faz com que seja possível responder a mudanças na produção de forma simples e rápida. Tornou-se uma ferramenta efetiva para sustentar o funcionamento do sistema de produção como um todo.

- ***Kaizen***. conforme Ghinato (2002), esta é uma ferramenta que visa o melhoramento contínuo dentro de uma empresa, buscando agregar cada vez mais valor ao produto com o menor investimento possível. O foco do ***Kaizen*** é na eliminação de perdas, carecendo de esforço contínuo e dependente da participação de todos de forma disciplinada. Deve estar presente o entendimento de que as coisas sempre podem ser melhoradas.
- ***Poka-Yoke***. segundo Shingo (1996), trata-se de um método utilizado para detectar erros ou defeitos, podendo ser posto em prática para corroborar com uma determinada função de inspeção. Conforme expõe Ghinato (1996), o controle exercido não é aplicado aos resultados de um processamento, mas à execução em si. Tal fato evita a geração de resultados indesejáveis.
- ***Total Productive Maintenance*** (TPM): ferramenta que auxilia na busca pela máxima eficiência do sistema de produção, a Manutenção Produtiva Total constitui-se de uma série de técnicas que visam garantir que todas as máquinas do processo produtivo estejam sempre aptas a realizar suas tarefas (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2009).

### **3.6 Os Sete Tipos de Perdas**

Conforme discutido anteriormente, a busca pela eliminação de desperdícios é incessantemente posta em prática no STP. Diante disso, sete tipos de perdas foram identificados e conceituados detalhadamente por Ohno (1997) e Shingo (1996). São eles: perdas por superprodução; perdas por transporte; perdas no processamento em si; perdas devido à fabricação de produtos defeituosos; perdas nos estoques; perdas na movimentação; e perdas por espera.

A forma como Ghinato (1996) aborda tais conceitos é retratada abaixo da seguinte maneira:

- 1) Perdas por superprodução: são as mais danosas dentre todas as perdas, pois têm a propriedade de esconder as demais e são as mais difíceis de ser eliminadas.

Podem ser divididas em dois tipos:

- a) Perdas por produzir demais (superprodução por quantidade): são as perdas por produzir em demasia, além do volume programado. Como consequência, sobram peças e/ou produtos.
  - b) Perdas por produzir antecipadamente (superprodução por antecipação): são aquelas que decorrem da realização da produção antes do tempo devido. Com isso, o que se fabrica é estocado, aguardando-se o momento de posterior processamento.
- 2) Perdas por transporte: ocorrem por estar associadas a uma atividade que não agrega valor. O transporte precisa ser sempre encarado como perda, devendo ser minimizado, na tentativa constante de eliminá-lo do processo.
  - 3) Perdas no processamento em si: trata-se de elementos presentes no processamento que poderiam deixar de existir, sem impactar nas características e funções básicas do produto a ser concebido.
  - 4) Perdas por fabricação de produtos defeituosos: são as perdas mais comuns e visíveis dentre todos os tipos existentes. Consiste na geração de produtos que venham a apresentar alguma de suas características de qualidade fora dos padrões estabelecidos, não satisfazendo aos devidos requisitos de utilização.
  - 5) Perdas por movimentação: são aquelas oriundas dos movimentos desnecessários executados pelos operadores em uma atividade. Em outras palavras, constituem as perdas identificadas nos movimentos que não agregam valor para a operação.
  - 6) Perdas por espera: relacionam-se ao período de tempo em que nenhum processo ou operação é executado, seja por operários ou por máquinas. Consequentemente, são distinguidos dois tipos de perdas por espera: as que provêm da espera dos trabalhadores e as que se relacionam com a espera das máquinas. O primeiro caso ocorre, por exemplo, quando o operador necessita permanecer junto às máquinas, acompanhando o processamento. O segundo evento, igualmente exemplificando, pode acontecer por conta da parada de uma máquina devido aos atrasos no suprimento de matéria-prima ou por desbalanceamentos do fluxo de produção.
  - 7) Perdas por estoque: ocorrem pela manutenção de estoques de matérias-primas, material em processamento e produtos acabados. A existência destes materiais na forma de

estoque contribui para o aumento do *lead time*, provocando um consumo indesejado do tempo disponível para produzir.

## 4. PRODUTIVIDADE

### 4.1 Aspectos Gerais

Conforme entendimento de Moreira (2002, p. 600), convém destacar o seguinte:

*Dado um sistema de produção, onde insumos são combinados para fornecer uma saída, a produtividade refere-se ao maior ou menor aproveitamento dos recursos nesse processo de produção, ou seja, diz respeito a quanto se pode produzir partindo de uma certa quantidade de recursos. Neste sentido, um crescimento da produtividade implica em um melhor aproveitamento de funcionários, máquinas, da energia e dos combustíveis consumidos, da matéria-prima, e assim por diante.*

De acordo com Moreira (1991), existem duas categorias de produtividade, que são descritas a seguir:

- 1) Produtividade Parcial: considera um determinado tipo de insumo utilizado para fins de medição. A avaliação mais utilizada e também mais simples de se efetuar corresponde à produtividade da mão-de-obra; porém, a produtividade parcial pode ser medida com relação a outros tipos de insumo, como energia, capital, matéria-prima, etc.
- 2) Produtividade Total dos Fatores: trata da utilização conjunta dos insumos de mão-de-obra e capital para efetuar a medição desejada. O termo **total** é conservado apenas por motivos históricos, pois o somatório realizado envolve apenas os dois fatores citados, resultando numa medida única dos insumos.

Entretanto, Moreira (2002) observa o acréscimo de mais uma categoria, a Produtividade Múltipla dos Fatores. Esta considera o somatório de outros fatores além de mão-de-obra e capital, com destaque para matérias-primas e energia.

### 4.2 Medida da Produtividade

As medidas de produtividade funcionam como instrumentos auxiliares que visam à detecção de problemas e favorecem o acompanhamento de desempenho do sistema produtivo. Podem ser usadas com diferentes propósitos, tais como: ferramenta gerencial; instrumento de motivação; na previsão de necessidades futuras de mão-de-obra; como indicadoras do crescimento de setores ou categorias funcionais na empresa; na comparação de desempenho entre unidades de uma mesma empresa, bem como na avaliação do desempenho de uma

empresa dentro de seu setor; e como instrumento de análise das fontes de crescimento econômico (MOREIRA, 1991).

Matematicamente, Moreira (2002, p. 601) apresenta a maneira geral pela qual a produtividade pode ser equacionada:

$$\text{Prod}_t = (Q_t / I_t)$$

Onde:

- $\text{Prod}_t$  = produtividade absoluta do período t.
- $Q_t$  = produção obtida (saídas) no período t.
- $I_t$  = insumos utilizados (entradas) no período t, na obtenção da produção  $Q_t$ .

O denominador desta equação pode assumir diferentes formas, pois pode representar um ou mais insumos, de acordo com a categoria de produtividade considerada. Como dito anteriormente, a mão-de-obra é o insumo mais utilizado para fins de cálculo de produtividade devido, em grande parte, à sua simplicidade.

#### 4.2.1 Produtividade da Mão-de-obra

Diante da importância deste tipo de mensuração da produtividade, serão apresentadas a seguir três grandes classes de problemas relacionados com a medida da mão-de-obra, identificados por Moreira (2002) e elucidados a seguir:

- 1) O que incluir na medida: problema de definição do universo de funcionários que serão utilizados para a medição. A mão-de-obra pode incluir, tão somente, os funcionários que tiveram envolvimento direto com a produção, como também levar em conta aqueles que participaram desta indiretamente, como os funcionários administrativos, por exemplo. Moreira (2002, p. 611), resumidamente, afirma que: “De uma forma geral, podemos relacionar a produtividade de uma companhia a quaisquer partições de seu corpo de funcionários”.
- 2) Que unidade de medida usar: existem duas formas que podem ser utilizadas – o número médio de funcionários e o número de homens-hora disponível para determinado período. O segundo tipo tem uma maior precisão em avaliar o esforço produtivo, pois

leva em conta certas particularidades, tais como horas extras e turnos parciais, por exemplo. A recomendação que se dá, portanto, é de se medir o número de homens-hora trabalhado sempre que possível.

- 3) Diferenciar categorias de mão-de-obra pela qualidade: este ato parte da idéia de que os funcionários de uma empresa contribuem de forma desigual para que se alcancem os resultados pretendidos. E medir tais diferenças não é algo tão simples. É preciso estar atento aos fatores que determinam o diferencial de produtividade entre os indivíduos, embora a mensuração destes ainda seja difícil. Na prática, as empresas não costumam fazer a ponderação da mão-de-obra pela qualidade.

## **5. ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS**

### **5.1 Histórico**

De acordo com Barnes (1977), o estudo dos movimentos surgiu com o propósito de ser empregado na melhoria de métodos de trabalho. Ao passo que o estudo de tempos originou-se com a intenção principal de determinar tempos padrão. Inicialmente, não havia o estudo de movimentos e de tempos em conjunto, pois tais elementos foram concebidos de forma isolada, embora na mesma época. Após algum tempo, o estudo começou a ser feito com a junção destes, se complementando.

O estudo de tempos surgiu em 1881, introduzido por *Frederick Taylor* na *Midvale Steel Company*. Esta tratava-se de uma fábrica cujo sistema operacional deixava muito a desejar, de acordo com o que ele concluía algum tempo após sua admissão. *Taylor* tornou-se mestre geral e logo convenceu a presidência da empresa a investir num estudo científico que buscava determinar os tempos necessários para a execução de diversas tarefas. A partir desse estudo, tirou importantes conclusões que o motivaram a aprofundar-se no assunto. Alguns anos depois, formou-se em Engenharia Mecânica e passou a ocupar o cargo de engenheiro-chefe da produção. *Taylor* demonstrava sempre sua preocupação em encontrar as melhores maneiras de se executar operações no ambiente industrial. Esperava que os operários fossem capazes de contribuir para uma produtividade justa e adequada. A grande contribuição desse engenheiro para a sua época foi a adoção de um método científico para resolver problemas, por meio do estudo sistemático de todos os fatores envolvidos, em substituição ao modo empírico costumeiramente utilizado. Um exemplo disso foi o desenvolvimento e a utilização que deu à cronometragem, com o objetivo de obter uma maior eficiência do esforço humano no trabalho (BARNES, 1977).

Com relação ao estudo dos movimentos, torna-se indispensável referenciar o trabalho do engenheiro *Frank B. Gilbreth* e de sua mulher, a engenheira e psicóloga *Lillian M. Gilbreth*. Juntos, conseguiram aliar os conhecimentos destas duas áreas de atuação, permitindo o desenvolvimento de trabalhos que envolviam equipamentos, materiais e ferramentas, como também a compreensão do fator humano (BARNES, 1977).

Em 1885, *Frank Gilbreth* empregou-se na construção civil, sendo rapidamente promovido devido à sua eficiência no trabalho. Com isso, abriu sua própria empreiteira após algum tempo. Porém, desde o início de seu trabalho neste ramo, ele já observara que cada operário tinha seu método de trabalho e que eles não usavam sempre o mesmo conjunto de movimentos. Tais observações levaram-no a investigar e estudar os melhores métodos para a execução de determinadas tarefas. Posteriormente, motivado pelos resultados satisfatórios que estava obtendo, *Gilbreth* abandonou inteiramente as atividades que exercia na construção civil para dedicar-se exclusivamente ao estudo dos movimentos (BARNES, 1977).

Barnes (1977, p. 12) descreve um pouco da vocação que *Gilbreth* possuía para o estudo dos movimentos, ao narrar o seguinte caso:

*Era evidente, desde o início, que Gilbreth tinha especial habilidade para analisar os movimentos usados pelos operários. Ele prontamente via como introduzir melhorias nos métodos, substituindo movimentos longos e cansativos por outros curtos e menos fatigantes. Tirou fotografias da atividade dos pedreiros e do estudo dessas fotografias conseguiu aumentar a produção. Por exemplo, Gilbreth inventou um andaime que podia ser rápida e facilmente elevado, de forma gradual, permitindo que fosse mantida constantemente a altura adequada para o trabalho. Esse andaime possuía uma plataforma para se colocarem os tijolos e a argamassa a uma altura conveniente para o pedreiro. Isso economizou ao operário a tarefa fatigante de se abaixar para apanhar um tijolo do chão do andaime, cada vez que o anterior tivesse sido assentado.*

Ainda de acordo com Barnes (1977), a maior contribuição de *Gilbreth* se deu, na verdade, após a introdução da máquina de filmar no seu trabalho. Tal fato viabilizou o estudo dos micromovimentos, cuja divulgação se deu em uma reunião da *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) – Associação Americana de Engenheiros Mecânicos – em 1912.

Sobre tal ramo de conhecimento, Barnes (1977, p. 13) oferece a seguinte definição:

*[...] estudo de micromovimentos é o estudo dos elementos fundamentais de uma operação por intermédio de uma câmera cinematográfica e de um dispositivo que indique com precisão os intervalos de tempo no filme obtido.*

## **5.2 Aspectos Gerais**

De acordo com Peroni (1980), o estudo dos tempos e dos movimentos objetiva, dentre outras coisas, a padronização de métodos de trabalho através da definição da melhor maneira

de efetuar movimentos, bem como a determinação do tempo de execução de determinadas tarefas, oferecendo condições de assistência e treinamento para a assimilação dos novos métodos criados. É perseguida a racionalização – promoção da máxima eficiência – dos movimentos, com conseqüente redução da fadiga dos operários e aumento da produtividade.

É importante lembrar que a expressão **estudo de movimentos** pode ser entendida como **projeto de métodos**, de acordo com Barnes (1977). Ainda conforme o referido autor, o termo **medida do trabalho** serve de sinônimo para **estudo de tempos**.

### 5.3 Estudo de Movimentos

O estudo de movimentos (ou projeto de métodos) tem o objetivo de encontrar o melhor método de trabalho para se executar uma operação. Segundo Peroni (1980), a busca por essa prática não deve ficar restrita a um determinado departamento, precisando estar ligada a todos que se relacionem direta ou indiretamente com o setor produtivo.

De acordo com Moreira (2002), a procura pelo melhor método pode ser feita através de dois passos: a eliminação de movimentos desnecessários e a determinação da melhor seqüência de movimentos, ambos visando atingir a maior produtividade do operário.

Moreira (2002) destaca dois importantes elementos pertencentes ao estudo dos movimentos, capazes de sintetizar seu conteúdo. Encontram-se descritos a seguir:

- 1) Princípios de Economia dos Movimentos: Estão contidos basicamente em uma listagem que sugere ações capazes de tornar os movimentos dos operadores mais eficientes. Moreira (2002, pp. 293 - 294) os divide em três categorias e os relaciona, conforme proposto pelo especialista *Ralph Barnes*, da seguinte maneira:

*a) Uso do Corpo Humano:*

1. *Ambas as mãos devem começar e terminar os movimentos ao mesmo tempo.*
2. *Ambas as mãos não devem ficar ociosas ao mesmo tempo, exceto em períodos de descanso.*
3. *Os movimentos dos braços devem ser feitos em direções simétricas e opostas ao mesmo tempo.*
4. *Deixe para as mãos e o corpo os movimentos mais simples com os quais seja possível fazer o trabalho.*

5. *Use a cinética se for possível para ajudar a operador, mas reduza-a a um mínimo se ela exigir esforço muscular (sic).*
6. *Use movimentos contínuos e suaves das mãos de preferência a movimentos em linha reta, que envolvem mudanças bruscas de direção (sic).*
7. *Lembre que movimentos balísticos são mais rápidos, mais fáceis e mais precisos do que movimentos controlados.*
8. *Arranje o trabalho de forma a permitir o uso do ritmo natural tanto quanto possível (sic).*
9. *Conserve as fixações dos olhos tão próximas e tão poucas vezes quanto possível.*

**b) Organização do Local de Trabalho**

10. *Conserve todas as ferramentas em um local fixo e definido.*
11. *Conserve ferramentas, materiais e controles próximos ao local de uso.*
12. *Use alimentação de material por gravidade próxima ao ponto de uso.*
13. *Use entregas por queda sempre que possível.*
14. *Localize os materiais e as ferramentas de forma a permitir a melhor seqüência de movimentos.*
15. *Providencie boa iluminação, aquecimento e ventilação.*
16. *Arranje a altura da bancada de trabalho e do assento de maneira a que levantar e sentar seja feito facilmente (sic).*
17. *Providencie um assento que permita boa postura para o operador.*

**c) Desenho de Ferramentas, Dispositivos e Equipamento (sic)**

18. *Libere as mãos de todo o trabalho que possa ser feito com vantagem por algum acessório comandado pelo pé.*
19. *Combine duas ou mais ferramentas sempre que possível.*
20. *Preposicione ferramentas e materiais para reduzir os movimentos de busca, encontro e seleção tanto quanto possível.*
21. *Distribua a carga em cada dedo de acordo com a capacidade inerente aos dedos.*
22. *Localize alavancas, barras e volantes manuais de forma que o operador possa manipulá-los com mudanças mínimas na posição do corpo e com a máxima vantagem mecânica.*

*(grifos no original)*

2) Análise de Operações Usando *Therbligs*. O termo *therblig* é um anagrama do nome *Gilbreth* – sobrenome do famoso casal anteriormente mencionado. É sinônimo de micromovimento, ou seja, os *therbligs* correspondem a movimentos elementares, pequenos e breves, que fazem parte de uma operação. Conforme ressalta Moreira (2002, p. 294), existem dezessete *therbligs*, assim definidos:

*Procurar; Selecionar; Agarrar; Transportar vazio; Transportar carregado; Segurar; Aliviar carga; Posicionar; Preposicionar; Inspeccionar; Montar; Desmontar; Usar; Atraso inevitável; Atraso evitável; Planejar e Descansar.*

Para a análise de uma operação, esta precisa ser decomposta nos movimentos citados, possibilitando a busca por melhorias. Há um auxílio gráfico, denominado diagrama Simo (nome originário do termo *Simultaneous Motion*), por meio do qual o analista observa e registra os movimentos das duas mãos de cada operador. Porém, como se tratam de movimentos muito rápidos, é comum a filmagem das atividades – introduzida pelo casal *Gilbreth* – para posterior análise.

#### 5.4 Estudo de Tempos

Segundo Moreira (2002), a medida do trabalho (ou estudo de tempos) visa determinar um tempo padrão para cada tipo de operação. Consiste na medição do intervalo de tempo que uma operação leva para ser completada. Levando-se em conta os métodos de trabalho adotados e as características de cada operador, pode-se chegar à definição de um tempo padrão para cada tarefa realizada, que terá ao menos duas utilidades:

- Estudos posteriores para a determinação do custo industrial atrelado a determinado produto.
- Estudo de métodos para avaliação da melhoria no método de trabalho, por conta da redução ou não do tempo padrão.

Ainda de acordo com Moreira (2002), existem quatro formas pelas quais se podem obter tempos padrão em operações. São elas:

- 1) Estudo de tempos com cronômetros: para a determinação do tempo padrão de uma operação, existem dois tipos de tempos que devem ser determinados anteriormente: o

tempo real e o tempo normal. O primeiro pode ser obtido por cronometragem direta, variando de acordo com o operador, pois se refere à medição do tempo que decorre durante a operação. Já o segundo resulta da definição de um valor médio para o tempo real, dentro de certo grau de confiança. Trata-se do tempo no qual um operador executa sua tarefa com velocidade normal. Depois de obtidos os dois tempos citados, o tempo padrão é determinado levando-se em conta as eventuais interrupções e demais condições especiais da operação. Como consequência, acrescenta-se um percentual ao tempo normal devido às perdas mencionadas, obtendo-se o tempo padrão que se deseja.

2) Tempos históricos: são tempos obtidos a partir dos próprios estudos de tempo da empresa. Tal registro elimina a necessidade de cronometrar algumas atividades existentes que foram comuns às operações ao longo de anos. Existem alguns passos para a utilização deste arquivo:

- Identificar os elementos existentes na operação alvo do estudo.
- Verificar no arquivo quais elementos já foram cronometrados.
- Somar os tempos dos elementos para definir o tempo normal da operação.
- Obter o tempo padrão com aplicação da tolerância adequada.

3) Dados padrão pré-determinados: são tempos elementares publicados por associações especializadas. Podem ser usados em muitas operações, inclusive naquelas que ainda estão por acontecer. Seu uso é bastante difundido, pois é capaz de proporcionar bons resultados e economia para a empresa. Dentro desse contexto, um dos sistemas mais comuns é o *Methods Time Measurement* (MTM). Ele apresenta várias tabelas com tempos relativos a diversas atividades fundamentais – tais como mover, girar, soltar, etc. – sob diferentes circunstâncias. O uso de sistemas desse tipo possui muitas vantagens, destacando-se a sua precisão e a eliminação da necessidade de avaliação do operador. A desvantagem reside no treinamento que é preciso ser feito para o analista de tempos, a fim de que utilize o sistema com proveito.

4) Amostragem do trabalho: é uma técnica estatística que tem muitas utilizações, destacando-se a determinação da porcentagem de tempo gasto por operários e/ou

máquinas em suas atividades. Consiste em observações do trabalho em intervalos de tempo aleatórios, apoiando-se numa classificação preestabelecida de atividades. Tal classificação precisa ser bastante clara e o número de observações necessita ser fixado de forma precisa. Levando-se em conta o número total de observações, determina-se o percentual relativo ao tempo de trabalho efetivo na operação estudada.

### **5.5 Ergonomia**

Segundo Barnes (1977, p. 167), “a ergonomia pode ser definida como sendo o estudo da adaptação do trabalho ao homem”. De acordo com este autor, o ser humano é visto como objeto central de estudo, por meio da avaliação de suas habilidades, capacidades e limitações. A partir desta análise, torna-se possível determinar os materiais e os métodos de trabalho que são mais adequados para o trabalhador.

Barnes (1977) afirma que o projeto de métodos de trabalho busca a melhor combinação possível entre homens, máquinas, equipamentos e materiais. O projetista, por sua vez, terá que ter conhecimento das funções do ser humano, aspectos físicos de cada pessoa, bem como as condições nas quais estas agem mais eficientemente. É necessário fazer a distinção entre as atividades que devem ser executadas pelo homem, e aquelas que são melhor exercidas por máquinas.

O papel da ergonomia se mostra, portanto, bastante relevante para o estudo de movimentos e de tempos em uma empresa. De acordo com Iida (1992), a ergonomia no meio industrial é ferramenta importante para auxiliar na melhoria da eficiência, confiabilidade e qualidade das operações. Sua contribuição pode se dar na organização e em melhorias nas condições de trabalho, bem como através do aperfeiçoamento do sistema homem-máquina.

## **6. AS PERDAS POR MOVIMENTAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE**

### **6.1 Perdas por Movimentação *versus* Produtividade**

As perdas oriundas de movimentos e/ou deslocamentos desnecessários – além daquelas resultantes da forma incorreta de realização por parte dos operários – tendem a ocasionar resultados insatisfatórios de produtividade. A relação entre as perdas por movimentação e a produtividade é inversamente proporcional, visto que as perdas contribuem para a diminuição do rendimento produtivo, já que não agregam valor às operações. Quanto a esse aspecto, Shingo (1996, p. 110) escreve o seguinte:

*A experiência diz que o percentual de trabalho que de fato agrega valor a um produto é menor que o esperado. Isso significa que os trabalhadores devem transformar em trabalho tudo aquilo que seja somente movimento. Trabalho avança um processo à frente e agrega valor, ao passo que a mera movimentação, mesmo que rápida e eficiente, pode não levar a nada (sic). (grifos no original)*

Weber (2005, p. 4) destaca que: “A eliminação do desperdício de movimentos é um componente crítico de qualquer iniciativa de produção lean [*Lean Manufacturing*]”. Para este autor, o desperdício por movimentação varia de acordo com o volume de produção associado. Quando o volume é baixo, as perdas se caracterizam pela procura de ferramentas, peças e informações para executar a atividade. Na produção com alto volume, o desperdício na movimentação dos operários diz respeito aos atos de se virar, tentar alcançar algo, como também caminhar em busca de peças.

Weber (2005) dá uma importância especial à ação de **alcançar**, pois a considera como o tipo mais comum de desperdício por movimento, além de ser de fácil identificação. Quando se pratica tal movimento de forma contínua ou em excesso, especialmente quando as costas são curvadas na intenção de alcançar e deslocar algo muito pesado, ocorre o aumento da fadiga no trabalhador ao longo da jornada e, conseqüentemente, sua produtividade sofre considerável redução.

## **6.2 Características Gerais de um Posto de Trabalho**

### **6.2.1 Aspectos Iniciais**

De acordo com Moreira (2002), qualquer coisa que ocupe espaço em uma instalação industrial pode ser entendida como um centro de trabalho. O planejamento do arranjo físico – ou planejamento do *layout* – de uma indústria está intimamente relacionado com a configuração e localização destes componentes. A concepção do *layout* deve favorecer o fluxo de pessoas e materiais dentro da empresa.

No processo geral de construção do *layout* industrial, é conveniente destacar uma importante diretriz – o princípio da integração. Ao abordá-lo, Barbosa Filho (2009) argumenta que deve haver harmonia na estruturação dos seguintes elementos que o constituem: o fluxo geral de edificação, o arranjo departamental, e o posto de trabalho. Qualquer falha que houver em algum destes tende a ocasionar ineficiência para a empresa; e, por conta disso, é importante que esta esteja estruturada dentro da mesma filosofia em cada um de seus segmentos.

Visto por Iida (1992) como a menor unidade produtiva de uma empresa, o posto de trabalho é descrito por ele através de dois enfoques: o tradicional, baseado nos princípios de economia dos movimentos; e o ergonômico, cujo estudo é centralizado na análise biomecânica da postura. Com outro ponto de vista, mas conservando alguma similaridade, Peroni (1980, p. 55) o caracteriza como algo a ser avaliado “de acordo com as suas finalidades produtivas, levando-se em consideração a altura do operador, seu peso, etc.”. Conforme expressa este autor, a análise do local de trabalho deve considerar relações que envolvam o operário; as máquinas, ferramentas e materiais; e também fatores ambientais, tais como a temperatura, umidade, ventilação, luminosidade, etc.

A organização do posto de trabalho voltado para o STP deve ser compreendida como diferenciada daquelas existentes em sistemas tradicionais. Uma estação de trabalho, que busca melhorias na produtividade neste sistema, precisa ser projetada visando minimizar os desperdícios nos movimentos de cada trabalhador, viabilizando a obtenção do produto final com qualidade e o devido respeito aos requisitos da ergonomia. Em um posto de trabalho tradicional, por exemplo, peças e ferramentas costumam estar dispostas horizontalmente nas

superfícies com as quais os operários interagem. Tal disposição é prejudicial ao rendimento dos trabalhadores, posto que neste local, passam a praticar movimentos desnecessários. A estação de trabalho focada na Produção Enxuta deve se apresentar, portanto, mais verticalizada, aproximando peças e ferramentas dos operadores, com a conseqüente redução do espaço e do tempo gasto na procura de material. (WEBER, 2005).

### 6.2.2 Arranjo Físico

Iida (1992, p. 153), ao observar o posto de trabalho, em particular, define o seguinte:

*O arranjo físico (layout) é o estudo da distribuição espacial ou do posicionamento relativo dos diversos elementos que compõe o posto de trabalho (sic). Ou, em outras palavras, como serão distribuídos os diversos instrumentos de informação e controle existentes no posto de trabalho.*

O arranjo descrito por Iida (1992) é baseado em seis critérios, que são especificados logo a seguir:

- 1) Importância: define o posicionamento do(s) componente(s) de destaque no posto de trabalho – aquele(s) mais importante(s) – permitindo que a visualização e o acesso a este(s) sejam facilitados.
- 2) Frequência de uso: orienta o posicionamento dos componentes mais utilizados, de forma a torná-los mais acessíveis, facilitando o alcance e manipulação destes pelo operador.
- 3) Agrupamento funcional: aponta para a definição de espaços a partir do agrupamento de elementos que guardam similaridades funcionais entre si.
- 4) Seqüência de uso: norteia o posicionamento espacial de elementos que possuem ligações temporais entre si, ou que podem ser ordenados quanto à seqüência das operações que serão executadas.
- 5) Intensidade de fluxo: busca aproximar componentes, entre os quais ocorra uma maior intensidade de fluxo de materiais, movimentos ou informações.
- 6) Ligações preferenciais: visa à aproximação de elementos envolvidos por algum tipo de identificação funcional. Diferencia-se dos critérios anteriores em razão de diferenças

qualitativas no tipo de fluxo existente, como, por exemplo, distinguindo informações visuais e auditivas.

Os critérios anteriormente descritos não são mutuamente excludentes, podendo ser combinados para determinado tipo de caso, escolhendo-se os mais relevantes para isso, de acordo com a natureza do posto de trabalho.

### 6.2.3 Dimensionamento

O dimensionamento do posto de trabalho envolve diversos fatores, visando o desempenho adequado da pessoa que irá ocupá-lo. Iida (1992, pp. 155 - 156) assim os elenca:

*[...] a postura adequada do corpo, movimentos corporais necessários, alcances dos movimentos, antropometria dos ocupantes do cargo, necessidades de iluminação, ventilação, dimensões das máquinas, equipamentos e ferramentas, e interação com outros postos de trabalho e o ambiente externo.*

Conforme ressalta Barbosa Filho (2009), o dimensionamento pode ser realizado através de um método quantitativo, por meio do qual são efetuados cálculos que visam à definição do tamanho das superfícies relacionadas com o local de trabalho. O conceito destas áreas e as fórmulas empregadas em cada caso são mostrados a seguir:

- Superfície Estática (Se): diz respeito à área que ocupa o equipamento/bancada utilizado(a) no posto de trabalho.
- Superfície de Utilização (Su): corresponde à área utilizada pelo trabalhador e para colocar os materiais necessários às tarefas. É calculada da seguinte maneira:

$$Su = N \times Se$$

Onde N representa o número de lados do equipamento/bancada que pode ser utilizado pelo operador.

- Superfície de Circulação (Sc): caracteriza o espaço que deve existir para permitir o fluxo de materiais entre os postos de trabalho. Sua medição pode ser assim obtida:

$$Sc = k \times (Su + Se); [0,05 < k < 3,0]$$

Onde  $k$  é o coeficiente de intensidade de tráfego ou de circulação, variando entre os valores apresentados, sendo o valor mais comumente utilizado  $k = 1,5$ .

- Superfície Total ( $St$ ): é o somatório das três áreas já descritas. É ilustrado abaixo, apresentando-se de duas formas:

$$St = Se + Su + Sc \quad e \quad St = Se \times (1+N) \times (1+k)$$

De acordo com Iida (1992), o correto dimensionamento tem importância fundamental para o bom desempenho do futuro ocupante do posto de trabalho, já que um mesmo operador poderá utilizá-lo por diversos anos. Portanto, qualquer inadequação pode comprometer a produtividade dos operários.

Nesse intuito, vale salientar também a importância da aplicação da antropometria que, conforme expõe Iida (1992, p. 101), “trata de medidas físicas do corpo humano”. As medidas antropométricas, sejam estáticas ou dinâmicas, servem para a concepção e produção de utensílios e objetos, entre os quais se destacam as ferramentas de trabalho, bem como para o dimensionamento de alcances e espaços. Embora tal aplicação não demande conhecimentos complexos, em geral, seus benefícios encontram barreiras à sua implementação. Neste sentido, diversos fatores atuam como empecilhos, relacionados geralmente à falta de espaço. Sobre tal problema, Iida (1992, p. 159) tece o seguinte comentário: “Um posto de trabalho exíguo, com restrição de espaço, em geral exige movimentos mais precisos, que tendem a causar ‘stress’ no trabalho, além de reduzir a velocidade e aumentar os erros”. Em suma, tendo em vista todas as características mencionadas, é relevante concluir que o dimensionamento do posto de trabalho deve ser feito com bastante critério, para que trabalhador e empresa não sejam prejudicados.

### **6.3 A Movimentação Inadequada no Posto de Trabalho e suas Conseqüências**

#### **6.3.1 Limites da Movimentação em Atividades Profissionais**

Segundo Verdussen (1978), a antropometria dinâmica analisa os movimentos conjugados ou relativos das partes do corpo mais solicitadas para a execução de determinada tarefa, bem como os limites impostos a estes. Para este autor, as limitações angulares dos

segmentos do corpo humano constituem importante alvo de estudo da Ergonomia, pelo que relaciona como os mais relevantes os seguintes movimentos:

- 1) Movimentação da cabeça: o conhecimento dos limites de movimento da cabeça contribui para o projeto de painéis de controle, por exemplo. Neste caso, torna-se conveniente a visualização completa destes, através de movimentos suaves das cabeças dos operadores.
- 2) Movimentação das mãos: as características e limitações dos movimentos das mãos precisam ser conhecidas, por se tratarem das partes do corpo mais utilizadas nas mais diversas atividades em um posto de trabalho. A simplificação dos movimentos deve ser sempre perseguida.
- 3) Movimentação dos braços: o movimento precisa ocorrer dentro do raio normal de ação dos braços do operador, para que este não se curve em direção a um controle ou comando qualquer.
- 4) Movimentação dos antebraços: os limites de movimentação existentes para esta parte do corpo deveriam ser os máximos a serem respeitados. O operador não precisaria, assim, se movimentar além da área de alcance dos antebraços – o que configuraria um posto de trabalho ideal.
- 5) Movimentação das pernas: devido, em grande parte, ao projeto de comandos ou controles capazes de ser acionados pelos pés do operador, o conhecimento dos limites de movimento das pernas também se torna bastante importante.

### 6.3.2 Movimentação Inadequada – Danos para o Operador

A prática inadequada de movimentos na execução de uma tarefa pode ocasionar a queda do rendimento produtivo do operador por conta de eventuais conseqüências danosas. O trabalhador pode ter a sua capacidade laboral comprometida, podendo desenvolver problemas mais graves, inclusive de natureza permanente, nos casos mais extremos.

Os danos provocados pela movimentação ocorrem, em especial, por conta de dois fatores relacionados à sua execução: a maneira incorreta de realizar movimentos e a movimentação praticada excessivamente.

Pope et al. (1991) referem-se aos fatores mencionados, por meio do estudo das dores advindas do levantamento de cargas durante o trabalho. Os autores enfocam, particularmente, aquelas que atingem a região lombar – parte inferior da coluna vertebral. A argumentação é de que os danos no operário são de maior percepção em quatro ocasiões: no levantamento de objetos pesados; quando o volume da carga o impede de posicioná-la junto ao corpo; na elevação do material, erguendo-o desde o piso; e quando determinada carga é frequentemente carregada.

Conforme expressam Pope et al. (1991), a capacidade física do operador deve estar condizente com os esforços requeridos pelo trabalho que exerce. Estudos mostram que quando não ocorre tal correspondência, aumenta a incidência dos danos mencionados anteriormente.

Porém, não somente as dores na coluna estão incluídas nos problemas resultantes da movimentação inadequada no posto de trabalho. Além do levantamento de cargas, outras variações de movimento e deslocação podem afetar o trabalhador, quando executadas imprópriamente. A Lesão por Esforço Repetitivo (LER) é um outro exemplo de consequência danosa. Devido à sobrecarga no sistema músculo-esquelético, atribuída às más condições de trabalho, o operário pode apresentar dor em partes específicas do corpo, geralmente nos membros superiores. Como medida profilática da LER, Vidal (2002) aconselha, dentre outras recomendações, a construir um posto de trabalho ajustável, no intuito de evitar posturas fixas e movimentos retorcidos.

Uma seqüela ainda mais grave pode ser observada quando é dado o diagnóstico de fadiga para o trabalhador. Este, de acordo com Grandjean (1998), pode ser feito sob duas formas: a fadiga muscular e a fadiga generalizada. O primeiro tipo acomete a musculatura do trabalhador de forma localizada, aguda e dolorosa; no último, é observada uma sensação difusa, que se reflete na falta de motivação para a realização de uma atividade.

A fadiga generalizada constitui o tipo mais comum no meio industrial, sendo a forte intensidade do trabalho uma de principais causas (Grandjean, 1998). Particularmente, partindo desse pressuposto, é necessário e conveniente destacar que a movimentação realizada em excesso pode ocasionar sintomas de fadiga, tais como cansaço, lassidão, diminuição da atenção, dentre outros, acarretando a perda de produtividade.

Por fim, Grandjean (1998, p. 143) adverte para o caráter crônico que a fadiga pode vir a assumir. Ele argumenta o seguinte:

*Estes estados [estados crônicos de fadiga] instalam-se não com um esforço desmerecido, mas sim após prolongadas e repetidas exigências diárias. Como estes estados geralmente estão acompanhados de sintomas doentios, fala-se, com direito, em fadiga clínica ou crônica.*

Operários sujeitos a esse tipo mais grave da fadiga tendem a apresentar uma maior irritabilidade, predisposição para depressões, indisposição para trabalhar, maior sujeição à doenças, dentre outros sintomas (GRANDJEAN, 1998).

### 6.3.3 Movimentação Inadequada – Danos para a Empresa

Qualquer empresa do ramo industrial, especialmente aquela que utiliza a filosofia do STP em suas atividades, deve sempre voltar suas atenções à redução dos custos de produção. Conforme já foi mencionado, a movimentação inadequada não agrega valor e, por conta disso, constitui perda. Os reflexos deste prejuízo são observados na redução da produção direta, perda de qualidade na fabricação dos produtos, grande rotatividade de funcionários, etc.

As movimentações impróprias dos operários constituem perda de tempo no cumprimento das tarefas e, conseqüentemente, queda na produtividade. A empresa sofre com o emprego parcial da jornada de trabalho em atividades que não são imprescindíveis ao processo. Tal perda também pode se refletir na qualidade dos produtos, já que não são fabricados através de métodos bem definidos. Por não identificar corretamente o que não está agregando valor, a empresa pode recorrer à substituição de funcionários, elevando ainda mais os custos em seu empreendimento.

Algumas tarefas que envolvem movimentação têm suas diretrizes relacionadas na Norma Regulamentadora 17 (NR-17). Este dispositivo trata de aspectos legais e normativos dentro do contexto da Ergonomia. Especificamente, em sua seção 17.2, a NR-17 versa sobre o levantamento, transporte e descarga individual de materiais. Ou seja, são definidas as orientações que devem ser seguidas com respeito ao manuseio de materiais – atividade que representa fortemente a movimentação dos trabalhadores em uma indústria. Esta seção aponta para o treinamento dos trabalhadores, fazendo-se a distinção entre homens, mulheres e jovens, para que estes se utilizem de métodos de trabalho e meios técnicos apropriados, visando evitar

que haja o comprometimento da saúde e da segurança por conta do manuseio de cargas (VIDAL, 2002).

Dado que a seção 17.2 da NR-17 visa salvaguardar a saúde e a segurança dos trabalhadores, intuitivamente se constata que as práticas impróprias de movimentação podem ocasionar acidentes de trabalho. Tal evento configura mais um tipo de prejuízo para a empresa, pois envolve danos à sua imagem, além de acarretar custos assistenciais ao trabalhador e possível indenização acidentária.

Garcia (2009) discorre acerca da responsabilidade civil do empregador no acidente de trabalho, destacando o surgimento de danos físicos, materiais e morais, sendo estes dois últimos passíveis de ocorrer de acordo com o caso. Os danos físicos referem-se à integridade física do trabalhador, ao passo que os danos materiais têm referência ao patrimônio, e os danos morais constituem aqueles que provêm de uma conseqüência psíquica relevante do acidente.

## **7. A ELIMINAÇÃO DE PERDAS POR MOVIMENTAÇÃO E OS GANHOS DE PRODUTIVIDADE**

### **7.1 A Importância da Eliminação de Perdas por Movimentação**

A busca pela eliminação de perdas na movimentação deve se fazer presente em toda empresa que utilize elementos da Produção Enxuta em seus processos e operações. Toda redução que puder ser alcançada nos movimentos e deslocamentos efetuados por seus operários tenderá a repercutir positivamente em dois sentidos: a favor do bem-estar e da saúde dos trabalhadores; e na contribuição para a melhoria dos resultados da produtividade.

O aumento da produtividade na indústria pode ser obtido com a introdução de melhorias de naturezas diversas. Ao se valerem dos ensinamentos contidos no STP, os responsáveis pelo setor produtivo podem perseguir tais progressos, inicialmente, a partir da adoção de medidas de baixo custo, ao invés de investir precipitadamente em ações onerosas em excesso.

Tendo em vista o fator movimentação, particularmente, Shingo (1996) faz uma importante observação: “Quando os equipamentos são aperfeiçoados antes das melhorias nos movimentos básicos das operações, o resultado, freqüentemente, é a mera mecanização de operações geradoras de desperdício”. Tal constatação agrava ainda mais o cenário advindo deste tipo de investimento.

As perdas por movimentação se posicionam, portanto, entre as primeiras a serem combatidas no chão-de-fábrica. De acordo com Ghinato (1996), as melhorias que podem ser implementadas nesse âmbito têm como base o estudo de movimentos e de tempos. Ele chama a atenção para as reduções que podem ser observadas nos tempos de operação, que podem atingir uma faixa entre 10 e 20%, aproximadamente. Levando em consideração que o tempo é um mero reflexo do movimento, conforme enfatiza Shingo (1996), pode-se concluir que é de grande importância direcionar os esforços para o aprimoramento dos movimentos nas operações. Como conseqüência, as ações tomadas tendem a refletir positivamente nos resultados da produtividade.

## **7.2 A Contribuição do Estudo de Movimentos e de Tempos**

### **7.2.1 Aspectos Iniciais**

Para Weber (2005), dentro do contexto de melhoramento das estações de trabalho focadas no STP, a observação da maneira como o operador exerce sua tarefa ganha elevada importância. Atuar próximo ao trabalhador, questionando-o sobre os aspectos positivos e negativos de seu trabalho, contribui para o conhecimento mais apurado das operações por parte do engenheiro de produção. Nesse intuito, é relevante trazer à tona discussões de caráter ergonômico e que venham colaborar para a eliminação de movimentos desnecessários do operador, o que resultaria no aumento de sua produtividade.

Seguindo uma linha de raciocínio semelhante, Iida (1992, p. 146) faz a seguinte explanação: “O enfoque tradicional do posto de trabalho baseia-se no estudo dos movimentos corporais necessários para executar um trabalho e na medida do tempo gasto em cada um desses movimentos”. Ao contemplar tais fatores, este autor refere-se ao estudo de movimentos e de tempos, por meio do qual pode se determinar o melhor método para a realização de uma tarefa, utilizando-se o critério do menor tempo consumido.

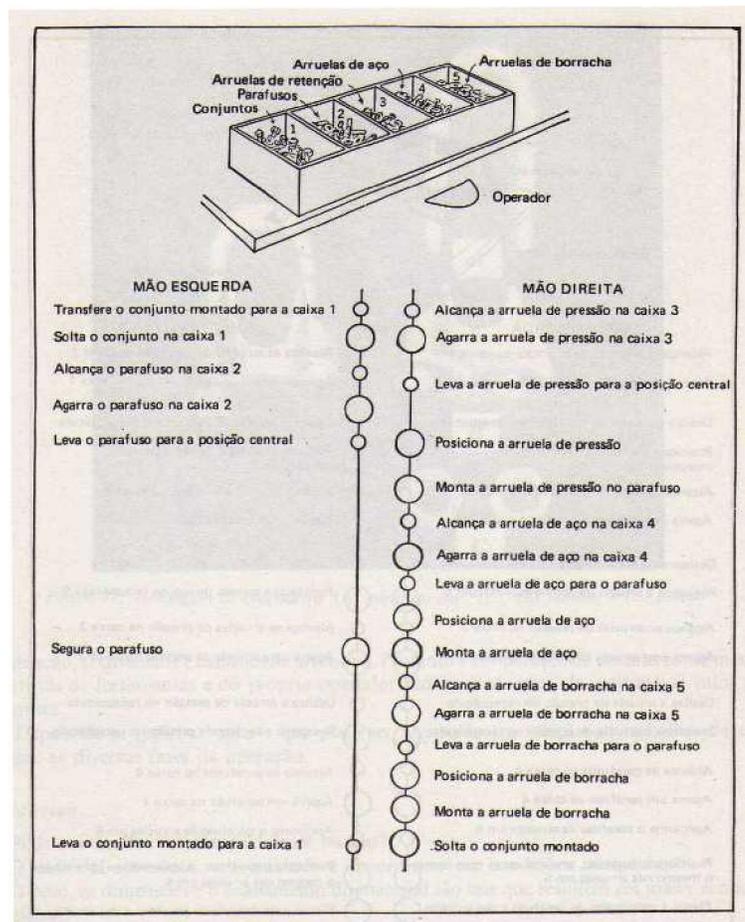
### **7.2.2 Análise de Operações – Uma Visão Geral**

Dentre outros fatores, a busca pela redução da movimentação através da observação das operações propicia a criação de procedimentos ordenados e sistemáticos. O grau de representatividade dos ganhos obtidos com a redução dos custos operacionais, através da análise dos movimentos dos operários, é fator determinante para definir o quão detalhada pode vir a ser a aplicação dos princípios de economia dos movimentos (BARNES, 1977).

O emprego dos preceitos recomendados pode ter o auxílio de gráficos, capazes de detalhar adequadamente a tarefa realizada, esquematizando cada movimento do operador. Analistas devidamente treinados podem se valer do uso do gráfico de operações (ou gráfico de duas mãos), visando o desenvolvimento da melhor maneira de execução da atividade estudada. Iniciando a análise a partir de um desenho do local de trabalho e de todos os elementos que o configura, os movimentos de cada mão do operador devem ser registrados numa folha de papel, tomando-se o devido cuidado na correspondência entre os lados (esquerdo e direito) dos membros (BARNES, 1977).

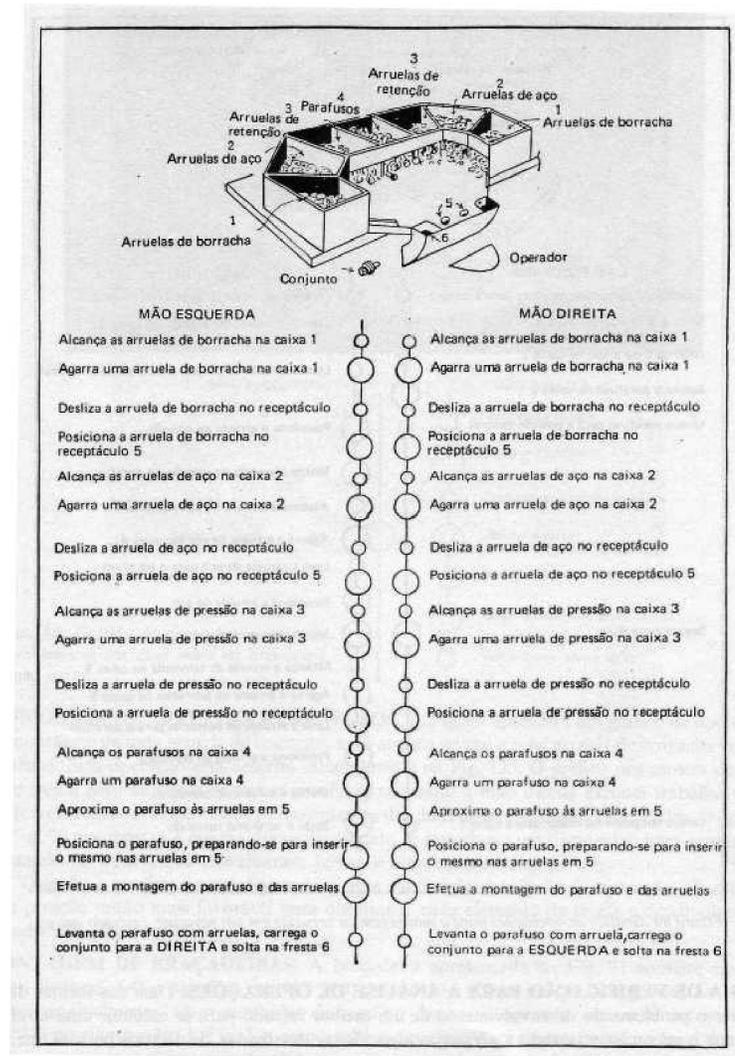
Barnes (1977) ilustra um exemplo de aplicação do gráfico de operações, que será reproduzido mais adiante. As ilustrações tratam da montagem de arruelas em um parafuso, sendo estas de pressão, de aço, e de borracha. Dois casos serão mostrados: o primeiro, referente ao método inicial; e o que se segue, demonstra o método melhorado a partir da introdução de um dispositivo auxiliar e do trabalho simultâneo das mãos.

Nos gráficos a seguir são usados dois tipos de símbolo: um círculo pequeno, que representa as deslocações das mãos; e um maior, indicador das demais ações efetuadas.



*Figura 7.1 – Gráfico de Operações (Método Antigo)*

*Fonte: Barnes (1977, p. 89)*



*Figura 7.2 – Gráfico de Operações (Método Melhorado)*

*Fonte: Barnes (1977, p. 90)*

O desenvolvimento do melhor método de execução de uma tarefa pode ser auxiliado também pela elaboração de perguntas específicas e detalhadas. A cooperação de outros profissionais envolvidos com o trabalho ajuda o analista a compreender melhor os fatores que podem afetar a atividade estudada.

Barnes (1977, pp. 91 - 93) relaciona alguns questionamentos que podem ser utilizados durante as diversas fases da operação. A seguir, destacam-se aqueles que podem contribuir quanto à melhoria na movimentação:

[...]

*II. Manuseio de materiais*

- 1) Pode-se reduzir o número de vezes que o material é movimentado?*
- 2) Pode-se encurtar a distância percorrida?*
- 3) As caixas para movimentação dos materiais são adequadas? Suas condições de limpeza são aceitáveis?*
- 4) Existe espera na entrega do material para o operador?*
- 5) Pode o operador ser aliviado do transporte de materiais pelo emprego de transportadores?*
- 6) Pode-se reduzir ou eliminar os transportes desnecessários?*
- 7) Será possível a eliminação da necessidade de movimentação de materiais através de um rearranjo dos locais de trabalho ou através de combinações de operações?*

*III. Ferramentas, dispositivos e gabaritos*

- 1) As ferramentas empregadas são as mais adequadas para este tipo de trabalho?*
- 2) Estão as ferramentas em boas condições?*
- 3) Possuem as ferramentas de usinagem ângulos de corte corretos, e são afiadas em uma ferramentaria centralizada?*
- 4) Podem ser introduzidas novas ferramentas ou dispositivos de tal forma que possa ser usado um operador menos qualificado na execução da tarefa?*
- 5) No uso de ferramentas e dispositivos, ambas as mãos são empregadas em trabalhos produtivos?*
- 6) Pode-se usar alimentadores automáticos, ejetores, morsas, etc.?*
- 7) Pode-se simplificar o projeto do produto?*

*IV. Máquina*

*[...]*

*B. Operação*

- 1) Pode-se eliminar a operação?*
- 2) Pode-se combinar operações?*
- 3) Pode-se aumentar a velocidade de corte?*
- 4) Pode-se empregar alimentação automática?*

- 5) Pode-se dividir a operação em duas ou mais operações simples?*
- 6) Podem duas ou mais operações ser combinadas em uma única (sic)? [...]*
- 7) Pode-se mudar a seqüência de operações?*
- 8) Pode-se reduzir os refugos e as perdas?*
- 9) Pode a peça ser pré-posicionada para a operação seguinte?*
- 10) Pode-se reduzir ou eliminar as interrupções?*
- 11) Pode-se combinar uma operação com uma inspeção?*
- 12) As condições de manutenção da máquina são adequadas?*

*V. Operador*

- 1) O operador é qualificado física e mentalmente para a execução da operação?*
- 2) Pode-se eliminar fadiga desnecessária através de uma mudança nas ferramentas, nos dispositivos, no arranjo físico ou nas condições de trabalho?*
- 3) É o salário adequado para tal espécie de trabalho?*
- 4) A supervisão é satisfatória?*
- 5) Pode a eficiência do operador ser aumentada por instrução complementar?*

*[...]*

7.2.3 Padronização de Métodos e Avaliação de Desempenho

Barnes (1977, p. 254), argumenta que: “Após ter-se encontrado o melhor método para a execução [de operações], é essencial que se faça um registro permanente dele – o registro do método padronizado”. Este deve ser preparado pela pessoa responsável pelo estudo de movimentos e de tempos, e precisa estar sob constante vigilância para que seja mantido. Desta forma, torna-se possível alcançar a produção pretendida com qualidade.

A padronização de métodos auxilia também no treinamento do operador. O instrutor pode se valer do registro para guiar o trabalhador na execução das atividades, de acordo com a

seqüência estabelecida, sendo possível utilizar o documento como folha de instruções (BARNES, 1977).

A cada método padronizado deve existir um tempo padrão associado, que só se altera com a mudança desta prática. Este tempo pode auxiliar na avaliação do modo como atuam os trabalhadores em um posto de trabalho. Maynard (1970) argumenta que, quando se está adotando o estudo de tempos, deve-se ter uma atenção especial ao desempenho de cada operador, pois há uma notória variação de produtividade entre operários que executam uma mesma tarefa. Existem aqueles mais rápidos e os que atuam com certa lentidão. Um trabalhador considerado normal é aquele que não se encaixa em nenhum dos dois extremos, possuindo um rendimento mais próximo do esperado.

Quando se tem um método padrão definido, além de tempos padrão estipulados, as diferenças entre os indivíduos tendem a diminuir por conta dos treinamentos implementados e de um envolvimento mais próximo da administração. Um bom sistema de avaliação é aquele que é simples e preciso em seus resultados. Deve ser explicado através de termos fáceis de serem compreendidos por parte dos operadores. E o erro em suas medições deve sempre evoluir numa mesma direção em todas as aplicações, diminuindo cada vez mais a sua representatividade. (MAYNARD, 1970).

### **7.3 Aplicação deste Estudo a um Caso Concreto**

Tendo em vista tudo o que já foi descrito neste capítulo, e com a finalidade de ilustrar o emprego das práticas estudadas, segue-se um exemplo de aplicação a um posto de trabalho real, pertencente a uma fábrica de painéis elétricos, por intermédio do registro de suas imagens. O objetivo desta análise é demonstrar como se pode obter um ganho satisfatório de produtividade a partir da identificação e eliminação de potenciais perdas, valendo-se do aprendizado acumulado pelo autor ao longo do Curso de Graduação e dos conhecimentos construídos neste TCC. O posto de trabalho encontra-se representado a seguir através de dois registros:



*Figura 7.3 – Posto de Trabalho (1): Chapas de Montagem para Painéis Elétricos*

*Fonte: O Autor*



*Figura 7.4 – Posto de Trabalho (2): Chapas de Montagem para Painéis Elétricos*

*Fonte: O Autor*

Observando as imagens anteriores, é possível identificar condições de trabalho adversas, capazes de ocasionar perdas na operação. Algumas destas ganham relevância e são elencadas a seguir:

- Não existe uma bancada adequada para exercer a função de superfície estática. Ao invés disso, são utilizados cavaletes – elementos precários e que não permitem ajustes móveis em suas estruturas.
- Não há um local apropriado para o posicionamento das ferramentas necessárias à execução da tarefa, como também não existe um lugar definido para armazenar as peças que serão montadas na chapa. Algumas destas, inclusive, ficam depositadas em uma caixa mal posicionada, e dispostas de forma aleatória, conforme se observa na figura 7.3.
- A gravidade não é utilizada como meio auxiliar de alimentação de peças e/ou acessórios.
- Não há assento profissional ou apoio lombar disponível para o operário, que em seu ciclo produtivo poderia realizar atividades na posição de pé-sentado, o que lhe favoreceria o suportar da carga de seu tronco;
- Não são identificados dispositivos auxiliares de produção – tais como gabaritos, por exemplo – que tenham relevância para a tarefa, nem meios que permitam a visualização de elementos consultados pelo operador, tais como as instruções de montagem e/ou determinada programação de produção.
- Não se visualiza a delimitação das superfícies de utilização.
- Não há um depósito de resíduos próximo para guardar aqueles provenientes da atividade.
- Na figura 7.4, dois operadores se utilizam de uma mesma bancada, trabalhando com peças diferentes. Examinando-se este caso, é possível notar que o espaço disponível torna-se exíguo, o que possibilita diversas interferências em seus movimentos e deslocamentos. Também é possível visualizar um cabo de extensão de energia elétrica, cuja fonte não parece estar próxima ao local da operação.

Com a finalidade de prover melhorias para o posto de trabalho em análise, algumas medidas podem ser indicadas, visando à redução das perdas inerentes à situação. Pode-se partir de um raciocínio semelhante ao de Weber (2005), que argumenta acerca do projeto de estações de trabalho *lean*, orientando seu foco para questões críticas do operador. Nesse propósito, dentre outras observações, o referido autor alerta para o posicionamento estratégico dos materiais no local de trabalho, que devem estar sempre ao alcance do operador, evitando esforços desnecessários em sua movimentação. Visto isso, convém explicitar o teor das medidas recomendadas para o caso, descrevendo-as logo abaixo:

- Aconselha-se a substituição dos cavaletes por uma bancada móvel, capaz de sofrer ajustes de altura e de inclinação, adaptando-se às necessidades do ocupante do posto.
- O posto deve ser organizado de forma verticalizada, permitindo: a fixação das ferramentas em um mostruário, de forma que o operador possa organizá-las conforme suas necessidades, tornando possível até mesmo a memorização de suas posições; o recebimento de peças e/ou acessórios em local próximo ao trabalhador e em uma altura compatível, permitindo o alcance destas sem o uso de movimentos inadequados, valendo-se da gravidade quando possível; e a construção de algum elemento de apoio, que favoreça a visualização de instruções e/ou qualquer objeto de consulta, aproximando-o do operador.
- Devem ser providenciados: um assento para o operador e um depósito para resíduos. Além disso, após uma análise *in loco*, é importante verificar a viabilidade da utilização de gabaritos, bem como da instalação de fontes de energia – voltadas para o uso de furadeiras, rosqueadeiras, etc. – próximas ao posto de trabalho.
- Além de ser necessária a determinação do número de trabalhadores que devem atuar nesse local, deve ser feito o dimensionamento do posto de trabalho, no intuito de determinar as limitações de cada superfície que o compõe, como também com o propósito de oferecer ao trabalhador, inicialmente, uma maior segurança e um conforto ergonômico melhorado.

Após a seqüência de medidas proposta ser colocada em prática, muitas das perdas por movimentação seriam eliminadas. Isto impactaria positivamente na produtividade dos

operadores e, conseqüentemente, nos resultados obtidos pela empresa. Com o propósito de mensurar o ganho referido, cada trabalhador poderia ter seu desempenho avaliado, utilizando-se, inicialmente, a padronização do método de trabalho e a definição dos respectivos tempos padrão envolvidos. Tal medida, além de ter como finalidade a demonstração do aumento da produtividade, possibilitaria a identificação de novas falhas na operação, e assim sendo, poderiam ser feitas correções contínuas, visando constituir as atividades existentes, no limite, apenas de elementos que agregam valor ao produto final.

## **8. CONCLUSÃO**

Este trabalho foi elaborado de forma individual e sob orientação, servindo de ferramenta importante para a formação do autor enquanto Engenheiro de Produção. Conforme já mencionado na apresentação deste documento, sua concepção teve a contribuição de algumas disciplinas cursadas pelo estudante na faculdade, juntamente com as experiências vividas por este em seu estágio supervisionado. Tal realização se deu de forma eficaz, alcançando-se satisfatoriamente os objetivos traçados.

A construção desta monografia permitiu um conhecimento mais específico acerca das perdas por movimentação e elementos associados, valendo-se da aplicação da filosofia empregada no Sistema *Toyota* de Produção. O estudo de movimentos e de tempos, em particular, teve importância fundamental para que o tema fosse devidamente aprofundado, com a caracterização dos fatores capazes de interferir nos resultados da produtividade.

O trabalho, além de conter argumentos teóricos, forneceu alguns exemplos de aplicação das técnicas estudadas em um posto de trabalho. Tal fato concedeu uma maior consistência na abordagem do tema, facilitando o entendimento do leitor acerca dos elementos conceituados e comentados no decorrer da pesquisa.

Por fim, ao desenvolver o Trabalho de Conclusão de Curso, o autor encontrou limitações por não relatar ganhos de produtividade obtidos em uma determinada empresa, particularmente. A análise de um caso real, onde fossem empregados os métodos identificados neste estudo, permitiria o enfoque do tema sob um ponto de vista mais prático e menos abrangente. Neste sentido, é recomendada a utilização de estudos de casos em trabalhos futuros.

## BIBLIOGRAFIA

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. Notas de aula da disciplina Engenharia de Métodos. Curso de Graduação em Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção – UFPE. Recife: 2009.

\_\_\_\_\_. **Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977 (Tradução da 6ª edição americana).

GARCIA, Gustavo Filipe Barbosa. **Meio Ambiente do Trabalho: direito, segurança e medicina do trabalho**. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2009.

GHINATO, Paulo. Elementos Fundamentais do Sistema *Toyota* de Produção. In: ALMEIDA, Adiel T.; SOUZA, Fernando M. C. (orgs.) **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: EdUFPE, 2000. Disponível em: <[http://www.leanway.com.br/fundamentos/Elementos\\_Fundamentais\\_STP.pdf](http://www.leanway.com.br/fundamentos/Elementos_Fundamentais_STP.pdf)>. Acessado em 11 de abr. de 2009.

\_\_\_\_\_. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente *just-in-time***. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

\_\_\_\_\_. Notas de aula da disciplina Sistemas de Produção II. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP. Departamento de Engenharia de Produção – UFPE. Recife: 2002.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Bookman, 1998 (Tradução: João Pedro Stein).

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

*LEAN INSTITUTE* BRASIL: **Vocabulário**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/vocabulario.aspx?busca=M>>. Acessado em 24 de mar. de 2009.

MAYNARD, H. B. **Manual de Engenharia de Produção: técnicas de medida do trabalho.** São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

\_\_\_\_\_. **Medida da Produtividade na Empresa Moderna.** São Paulo: Pioneira, 1991.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PERONI, Wilson José. **Manual de Estudo de Tempos e Movimentos.** Rio de Janeiro: CNI – Confederação Nacional da Indústria, 1980. (Manuais CNI)

POPE, Malcolm H. et al. **Occupational Low Back Pain: assessment, treatment and prevention.** St. Louis: Mosby Year Book, 1991.

RIBEIRO, Haroldo. **5S: Um roteiro para uma implantação bem sucedida.** Salvador: Casa da Qualidade, 1994.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SOARES, Cristina R. D. **TOC, STP e TQC: uma abordagem conjunta.** Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998\\_ART102.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART102.pdf) >. Acessado em 11 de abr. de 2009.

VERDUSSEN, Roberto. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

VIDAL, Mario Cesar Rodríguez. **Ergonomia na Empresa: útil, prática e aplicada.** Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2002.

WEBER, Austin. **Estação de Trabalho Lean organizada para a produtividade.** Tradução: Odier Tadashi. Disponível em: <http://www.construtoracastelobranco.com.br/aempresa/ps-37/files/TrabalhoLEAN.pdf>. Acessado em 07 de mai. de 2009.