

USP

Campus de São Carlos

**METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO DE UMA CÉLULA
DE FABRICAÇÃO E DE MONTAGEM, INTEGRANDO
FERRAMENTAS DE PRODUÇÃO ENXUTA.**

Pedro Claudinei Perin

Orientador: Prof. Associado Antonio Freitas Rentes

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Pedro Claudinei Perin

METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO DE UMA CÉLULA DE FABRICAÇÃO
E DE MONTAGEM, INTEGRANDO FERRAMENTAS DE PRODUÇÃO
ENXUTA.

<p>Serviço de Pós-Graduação EESC/USP</p> <p>EXEMPLAR REVISADO</p> <p>Data de entrada no Serviço... 27 / 10 / 05</p> <p>Ass.: <i>lesan</i></p>

Dissertação apresentada à Escola de
Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes



São Carlos
2005

DEDALUS - Acervo - EESC



31100053599

Class.	TESE - EESC ✓
Cutt.	4387
Tombo	T278/05
Sysno	1476401

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

P445m Perin, Pedro Claudinei
Metodologia de padronização de uma célula de
fabricação e de montagem, integrando ferramentas de
produção enxuta / Pedro Claudinei Perin. -- São Carlos,
2005.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São
Carlos-Universidade de São Paulo, 2005.

Área: Engenharia de Produção.

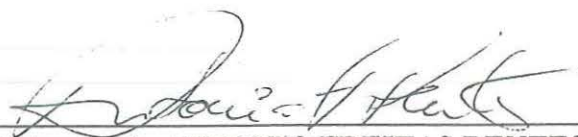
Orientador: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes.

1. Padronização. 2. Produção enxuta. 3. Resposta
rápida. 4. Balanceamento de carga de trabalho. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

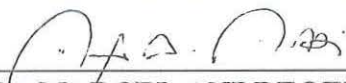
Candidato: Engenheiro PEDRO CLAUDINEI PERIN

Dissertação defendida e julgada em 25-08-2005 perante a Comissão Julgadora:



Prof. Associado **ANTONIO FREITAS RENTES (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

aprovado



Prof. Dr. **MARCEL ANDREOTTI MUSETTI**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO



Prof. Dr. **DÁRIO HENRIQUE ALLIPRANDINI**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

aprovado



Prof. Dr. **FÁBIO MÜLLER GUERRINI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção



Profa. Titular **MARIA DO CARMO CALJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

RESUMO

PERIN, P. C. (2005). **Metodologia de padronização de uma célula de fabricação e de montagem, integrando ferramentas de produção enxuta**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

Este trabalho propõe criar uma metodologia para a padronização de atividades de células de manufatura e de montagem. A metodologia compreende a seleção de algumas ferramentas de produção enxuta e de uma aplicação das mesmas. O desenvolvimento da metodologia ocorre em conjunto com a aplicação, caracterizando desta forma uma pesquisa-ação, uma vez que conceitos e ferramentas são revisados e adequados durante as aplicações. A metodologia é baseada no evento *kaizen* e sua aplicação tem duração de dois meses. O evento *kaizen* é utilizado na primeira semana e as demais semanas são dedicadas para acompanhamento das ações de melhorias. As duas últimas semanas são dedicadas à avaliação de resultados. Publicações na literatura científica relacionadas à padronização são poucas, por esta razão pode-se afirmar que este trabalho tem uma contribuição academicamente relevante com o tema e que empresas podem conhecer os requisitos básicos para aplicação da metodologia, podendo explorar seus benefícios. Um dos passos importante da metodologia é a definição das melhores práticas. A participação dos operadores na validação da distribuição das atividades para cada operador e na definição do ritmo de produção é um dos requisitos para o sucesso da implementação. Um processo padronizado permite distinguir uma situação normal de uma anormal. Desta forma ações corretivas podem ser definidas e implementadas. Esta metodologia apresenta um método simples para definição da capacidade instalada e de utilização de operador e máquina de uma célula de manufatura. A aplicação acontece em uma empresa de autopeça. Durante a aplicação, conceitos de manufatura enxuta são disseminados e as pessoas são instigadas a encontrar os desperdícios dentro do processo a ser padronizado. Esta metodologia é resultado de mais de quatorze aplicações e uma delas é utilizada neste trabalho para descrever a metodologia de padronização.

Palavras-chave: padronização, produção enxuta, resposta rápida, balanceamento de carga de trabalho.

ABSTRACT

PERIN, P. C. (2005). **Standardization methodology of production and assembly cell, combining lean manufacturing tools**. M.sc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

This research proposes to build a methodology for standardization activities of a manufacturing process. The methodology consists of a selection of tools from lean manufacturing systems and of application method. The development of this methodology occurred in parallel with his application, when conceptions and tools are revised and adapted. The standardization methodology is based on kaizen event and whole application takes two months. The kaizen event is used at the first week, when the best practice are defined and implemented. The rest of the schedule is used for follow up and improvement action implementation. The two last week are dedicated for results analyzes. At science literature, publications about manufacturing activities standardization are not much available. Considered that, it might affirm this research has academic contributions for the theme and organization can find some basic requirement for standardization work application. One of the important phases of the methodology is to define the best practice. The labor participation is one of the requirements for implementation successes. Their participation at the validation of task operator distribution and cycle time definition, ensure the maintenance of standardized work. A standardize process enable distinguish one normal condition of abnormal one. Then corrective action can be defined and implemented. This methodology presents a simple method to define the real install capacity and the labor and machine utilization of the manufacturing cells. The application occurs at assembly supplier company. During the application, lean manufacturing concepts are disseminated and the people are instigated to find the waste into the process. This methodology is result of more than fourteen applications and one of then is used in this dissertation to describe the methodology.

Keywords: standardization, lean production, quick response, operator balance chart.

AGRADECIMENTOS

À Solange por me incentivar e me apoiar em momentos menos favoráveis à condução deste trabalho;

À meus pais, que com simplicidade sempre me incentivaram a buscar o caminho do conhecimento e utiliza-lo com dignidade;

À Maria Luiza por ter contribuído na revisão gramatical deste trabalho e ter sido desde há muito minha referência para acreditar que as conquistas surgem de algumas inspirações e de muitas transpirações.

Ao Luiz Paulo por compartilhar o lema de que o aprendizado é o combustível das grandes mudanças;

À Juliana que me auxiliou nas discussões sobre a concepção da metodologia e que por isso foi minha referência oculta;

Ao Tarcísio que por sua forma exemplar de trabalhar, me inspirando e dando início à realização deste sonho que se concretiza;

À Tânia, ao Plínio e ao Casarini, pela gentil colaboração nas atividades complementares de conclusão deste trabalho.

Ao professor Antonio Rentes, pela sua excepcional capacidade de interpretação de um sistema de produção enxuta e por sua habilidade admirável de orientação de seus alunos.

"A educação é aquilo que permanece depois
que tudo o que aprendemos foi esquecido."

Burrhus Frederic Skinner

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Conceito de perda	18
Figura 1.2 – Conversão do conhecimento.....	20
Figura 1.3 – Metodologia da pesquisa	22
Figura 2.1 – Adequação de capacidade instalada.....	23
Figura 2.2 – Níveis de Kaizen.....	30
Figura 2.3 - Processo de elaboração do mapa do fluxo de valor.....	42
Figura 2.4 – Fluxo de produção para supermercado ou expedição.....	44
Figura 2.5 - Comparativo entre processo em ilhas e fluxo contínuo	44
Figura 2.6 - Sistema puxado com base em supermercado	46
Figura 2.7 - Seleção do processo puxador	47
Figura 2.8 – Nivelamento de <i>mix</i> de produção	48
Figura 2.9 – Comparativo de variação de estoque (empurrado x puxado)	50
Figura 2.10 - Inventário no processo empurrado e puxado.....	51
Figura 2.11 - Sistemas de produção empurrado e puxado	53
Figura 2.12 - Relação freqüência versus tamanho de lote	54
Figura 2.13 - Conexões de uma produção puxada	56
Figura 2.14 - Estágios conceituais para melhoria de <i>set up</i>	60
Figura 2.15 – Processo padronizado	73
Figura 3.1 – Conteúdo da atividade do operador	75
Figura 3.2 – Conteúdo da atividade da máquina.....	76
Figura 3.3 – Tempo disponível para o cálculo do Takt Time Meta.....	77
Figura 3.4 – Folha de Observação Inicial - FOI	80
Figura 3.5 – Folha de Tomada de Tempo - FTT.....	82
Figura 3.6 – Menor tempo que mais se repete.	82
Figura 3.7 – Folha de Elemento de Trabalho não cíclico - FET	85
Figura 3.8 - Tabela de Combinação de Trabalho - TCT	87
Figura 3.9 – Folha de Operação Padronizada - FOP.....	89
Figura 3.10 - Utilização de Operador e Máquina - UTI.....	91
Figura 3.11 – Representação gráfica de ATT e TTM	94
Figura 3.12 - Balanceamento de Operador e Máquina - BOM	98
Figura 3.13 – Gráfico Analítico de Perda - GAP	100

Figura 3.14 – Caderno de produção diária	102
Figura 3.15 – Caderno de média horária	105
Figura 3.16 – Confirmação dos dados.....	106
Figura 3.17 - Tratamento das paradas tradicionais	107
Figura 3.18 - Tratamento das paradas não tradicionais.....	108
Figura 3.19 – Pulmão	110
Figura 3.20 - Reabastecimento por <i>container</i>	111
Figura 3.22 – Índice de tensão de trabalho – JSI	114
Figura 3.21 – Análise ergonômica – JSI	115
Figura 3.23 – Ferramenta de auditoria de padronização	116
Figura 4.1 - Modelo da metodologia de padronização.....	121
Figura 4.2 – Cronograma de atividades da primeira semana	124
Figura 4.3 - Cronograma de aplicação da metodologia de padronização	125
Figura 4.4 - Plano de ação.....	132
Figura 5.1 – Componentes do posto 01	135
Figura 5.2 – Componente do posto 02	135
Figura 5.3 – Componentes do posto 03.....	136
Figura 5.4 – Corpo injetado do posto 04.....	136
Figura 5.5 – <i>Lay out</i> do processo do solenóide.....	137
Figura 5.6 – Folha de Observação Inicial – posto 02 (estado atual).....	142
Figura 5.7 – Folha de Tomada de Tempo – posto 02 (estado atual).....	143
Figura 5.8 – Tabela de Combinação de Trabalho – posto 02 (estado atual).....	144
Figura 5.9 – Folha de Observação Inicial – Abastecedor (estado atual).....	146
Figura 5.10 – Folha de Tomada de Tempo – Abastecedor (estado atual).....	146
Figura 5.11 – Folha de Elemento de Trabalho não cíclico – Abastecedor (est. atual)..	147
Figura 5.12 – Folha de cálculo do Takt Time Meta (estado atual)	149
Figura 5.13 – Balanceamento de Operador e Máquina (estado atual)	150
Figura 5.14 - Estoque de peça acabada da máquina 2 – estado atual.....	152
Figura 5.15 - Apresentação de peças na máquina 2 – estado atual	153
Figura 5.16– Folha de cálculo do TTM (estado futuro).....	156
Figura 5.17 – Tabela de Combinação de Trabalho – posto 02 (estado futuro).....	158
Figura 5.18 – Folha de Elemento de Trabalho não cíclico – Posto 02 (estado futuro).	159
Figura 5.19 – Folha de Operação Padronizada – Posto 02 (estado futuro).....	160
Figura 5.20 – Utilização de Operador e Máquina – Posto 02 (estado futuro)	161

Figura 5.21 – Balanceamento de Operador e Máquina (estado futuro).....	163
Figura 5.22 - Estoque de peça acabada da máquina 2 – estado futuro.....	165
Figura 5.23 – Caderno de produção diária (estado futuro)	167
Figura 5.24 – Reporte de Pareto (estado futuro).....	168
Figura 5.25 – Caderno da média horária (estado futuro)	169
Figura 5.26 – Análise ergonômica - Posto 02 (futuro).....	170
Figura 5.27 – Auditoria de padronização.....	171
Figura 5.28 – Plano de Ação	172
Figura 5.29 – Gráfico Analítico de Perda - GAP	173
Figura 6.1 – Resultados obtidos após a aplicação da metodologia	179

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Princípios do <i>kaizen</i> , conceitos de gerenciamentos e aspectos práticos.....	34
Tabela 2 - Tabela de escalonamento.....	57
Tabela 3 - Tabela de componentes de ciclo efetivo de máquina.....	63
Tabela 4 – Índice de intensidade de esforço.....	112
Tabela 5 – Índice de Postura.....	113
Tabela 6 – Índice de Velocidade.....	113

LISTA DE SIGLAS

OEE	Eficiência geral do equipamento
CT	Tempo de ciclo total de operador ou máquina sem a espera forçada
Σ CT	Somatória dos tempos de ciclo de operadores ou de máquinas
ET	Tempo de ciclo do elemento de trabalho de operador ou máquina
Σ ET	Somatória dos tempos de elementos de trabalho de todos os operadores ou de todas as máquinas de um processo
ATT	<i>Takt Time</i> Atual (tempo do gargalo do processo com OEE de 100%)
TT	<i>Takt Time</i>
TTM	<i>Takt time</i> Meta
Σ TTM	Somatória dos takt times de todos os operadores ou de todas as máquinas
PHH	Peças por homem hora
GAP	Diferença entre a produção real e a capacidade instalada
JIT	<i>Just in Time</i>
TRF	Troca de ferramental
TPS	Sistema Toyota de Produção
MIX	Conjunto de modelos com diferentes tempos de ciclo de produção
PULL	Puxado
FIFO	<i>First in First out</i>
PEPS	Primeiro a entrar, primeiro a sair
SET UP	Troca de modelo
TPM	Gerenciamento da <i>Performance</i> Total
PCP	Planejamento e Controle de Produção
LOOP	Movimento de retirada de material do estoque ou supermercado
PÇ	Peça
SEG/PÇ	Segundos por peça
MQ ou MAQ	Máquina
N.A.	Não aplicável
OP ou P	Operador
LER	Lesões por esforços repetitivos

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Problema	15
1.2 Justificativa	15
1.3 Relevância	16
1.4 Importância da metodologia de padronização.....	18
1.5 Objetivo.....	20
1.6 Metodologia da Pesquisa	21
2 CONCEITOS DA PRODUÇÃO ENXUTA	23
2.1 Passos para implementação de uma produção enxuta.....	27
2.1.1 Escolha do agente de mudança	27
2.1.2 Criar a necessidade.....	28
2.1.3 Mapeando as oportunidades.....	29
2.1.4 Aproveitamento de recursos excedentes	29
2.2 Requisitos da produção enxuta	30
2.2.1 Kaizen	30
2.2.2 Evento Kaizen	36
2.2.3 Fluxo de valor	39
2.2.4 Produção puxada e o fluxo de valor.....	49
2.2.5 Resposta rápida	56
2.2.6 Troca rápida de ferramenta	58
2.2.7 Balanceamento de máquina e operador.....	61
2.2.8 Ergonomia	65
2.2.9 Padronização	66
3 FERRAMENTAS DO SISTEMA DE MANUFATURA DELPHI	74
3.1 Planilha do Takt Time Meta (TTM).....	76
3.2 Folha de Observação Inicial – (FOI).....	78
3.3 Folha de Tomada de Tempo – (FTT).....	80
3.4 Folha de Elemento de Trabalho Não Cíclico - FET.....	83
3.5 Tabela de Combinação de Trabalho – (TCT).	85

3.6 Folha de Operação Padronizada - FOP	88
3.7 Folha de Utilização de Operador e Máquina - UTI.....	90
3.8 Balanceamento de Operador e Máquina - BOM.....	93
3.9 Gráfico Analítico de Perda - GAP	97
3.10 Gestão visual de acompanhamento de produção	100
3.11 Análise das perdas.....	105
3.12 Pulmão	108
3.13 Avaliação ergonômica.....	110
3.14 Auditoria de padronização	115
4 METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO	118
4.1 Pilar do Apoio da Gerência.....	122
4.2 Pilar da Fonte de Conceito	123
4.3 Passos para aplicação da metodologia	124
5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO.....	134
5.1 Conhecendo o produto	134
5.2 Conhecendo o processo.....	136
5.3 Apoio da gerência	138
5.4 Fonte de conceito	138
5.5 Passos para aplicação da metodologia	139
5.5.1 Definir líder.....	139
5.5.2 Formar time multifuncional	139
5.5.3 Conhecer as ferramentas	140
5.5.4 Conhecer e registrar o estado atual	140
5.5.7 Acompanhar ações	172
5.5.8 Avaliar desempenho.....	173
6 CONCLUSÃO	176
6.1 Trabalhos futuros	180
REFERÊNCIAS	181
APÊNDICES.....	185

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo definir o problema a ser estudado, justificando a necessidade e a importância da pesquisa.

1.1 Problema

Desde 1998 a Delphi vem trabalhando intensamente na disseminação de ferramentas de produção enxuta, buscando a padronização de seus processos. No entanto a falta de uma metodologia de padronização capaz de integrar algumas ferramentas de produção enxuta tem sido uma das causas da instabilidade de alguns indicadores de desempenho de produção e de qualidade.

1.2 Justificativa

Padronização é a chave para criar um processo repetitivo. A escolha da melhor prática e a capacitação dos operadores contribuem para a definição e implementação de um processo padronizado DELPHI (2003a). O processo quando padronizado pode alcançar altos níveis de qualidade e altos níveis de produtividade uma vez que o resultado final é a obtenção de reprodução sistemática de uma “melhor prática” para a atividade. A padronização assegura que cada operador no processo produtivo saiba o que fazer, como fazer e quando fazer. Desta maneira os problemas de qualidade podem ser facilmente rastreados e ações endereçadas. Problemas de cadência de fabricação podem ser facilmente identificados e atacados. Com a padronização se torna mais fácil enxergar e conhecer com clareza as causas de certos desperdícios. Os esforços dedicados por algumas empresas no aumento de produtividade, muitas vezes não valorizam a questão da padronização como sendo um processo base para identificar problemas e direcionar recursos. Ao visitar empresas fornecedoras da Delphi e algumas

empresas concorrentes, pode observar que nestas empresas era dada pouca atenção a padronização das atividades produtivas. Desta forma, muitas empresas com processos ainda não suficientemente padronizados geram desperdícios que aumentam os custos de fabricação uma vez que não reproduzem a “melhor prática” e que por esta razão acabam retornando às práticas pré-produção enxuta. Esses custos contribuem para redução na participação de mercado e conseqüentemente a sobrevivência destas empresas passa a depender da situação de seus concorrentes e não apenas de sua competência.

1.3 Relevância

A metodologia de padronização proposta contribui academicamente ao apresentar conceitos de produção enxuta de alguns autores importantes da literatura e em termos práticos a metodologia permite às empresas analisarem os processos de padronização de suas atividades.

Com a globalização, as empresas estão sendo forçadas a reduzir seus custos de fabricação por meio do aumento do valor agregado do produto. Em um mercado cada vez mais competitivo, as empresas na tentativa de reduzir seus custos de produção tendem a achatar sua estrutura organizacional. Com uma estrutura mais enxuta é preciso saber priorizar as atividades e tomar as decisões corretas. Para isso, a necessidade de focar melhor os recursos na eliminação de desperdícios é cada vez maior.

A redução de desperdícios em uma célula de fabricação ou em uma montagem de componentes é um dos desafios enfrentados pela maioria das empresas que querem aumentar sua lucratividade. A metodologia possibilita que as pessoas envolvidas com a fabricação ou montagem enxerguem estes desperdícios de forma rápida e clara uma vez que as atividades passam a ser repetitivas e previsíveis, permitindo distinguir então situações normais de anormais.

Delphi (2003a) descreve que para solucionar um problema que está causando perdas de produção, normalmente a maioria das empresas começam pela definição da forma de desperdício para depois encontrar o real problema da linha, ou seja, as empresas procuram classificar a perda dentro do conceito dos sete tipos de desperdícios descritos abaixo:

- retrabalho de peças com defeitos;
- produzir a mais do requisitado pelo cliente subseqüente;

- excesso de movimentos feito pelo operador durante a execução de uma tarefa
- andar muito com ou sem a peça durante a execução da atividade
- espera excessiva do operador pela peça a ser trabalhada ou devido ao ciclo da linha ou devido a demora do recebimento de matéria prima
- inventário excessivo de componentes e material
- processamento complexo de atividade devido a própria concepção de máquina ou do processo de manufatura.

Este conceito de começar pela definição do tipo de desperdício é antigo segundo Delphi (2003a). Começar por analisar os tipos de perdas não deve ser a primeira ação a ser tomada, uma vez que conhecer o trabalho realizado pelo operador permite conhecer exatamente o tamanho desta perda restando apenas eliminá-la.

A Figura 1.1 apresenta na parte esquerda em azul o antigo conceito para identificação da perda. Neste conceito a análise da perda ocorre de cima para baixo da figura. O trabalho não é conhecido cientificamente, o que permite falha de apontamento das paradas, pois os tempos apontados para justificarem paradas de linha são baseados em experiências de cada operador e não em um estudo científico do que é trabalho e do que é perda. Esta confiança na experiência do operador geralmente leva à falha de apontamento conforme indicado por P1 na Figura 1.1.

Já no novo conceito, a perda só pode ser dimensionada e analisada após conhecer com precisão o que é trabalho. No lado direito da Figura 1.1, a análise da perda começa de baixo para cima com a definição do que é trabalho. Neste lado da figura não se observa falta de tempo que justifiquem as perdas. Este conceito permite realizar um apontamento confiável e as perdas podem ser precisamente dimensionadas e atacadas.

Em um processo padronizado, as atividades são realizadas sempre da mesma forma, sendo assim, o desperdício sempre aparece da mesma forma, permitindo que os recursos sejam utilizados na solução do problema e não na definição do tipo de problema. A padronização valoriza a atuação no chão de fábrica. Ela auxilia as áreas de produção e de suporte a enxergar os reais problemas de um processo produtivo.

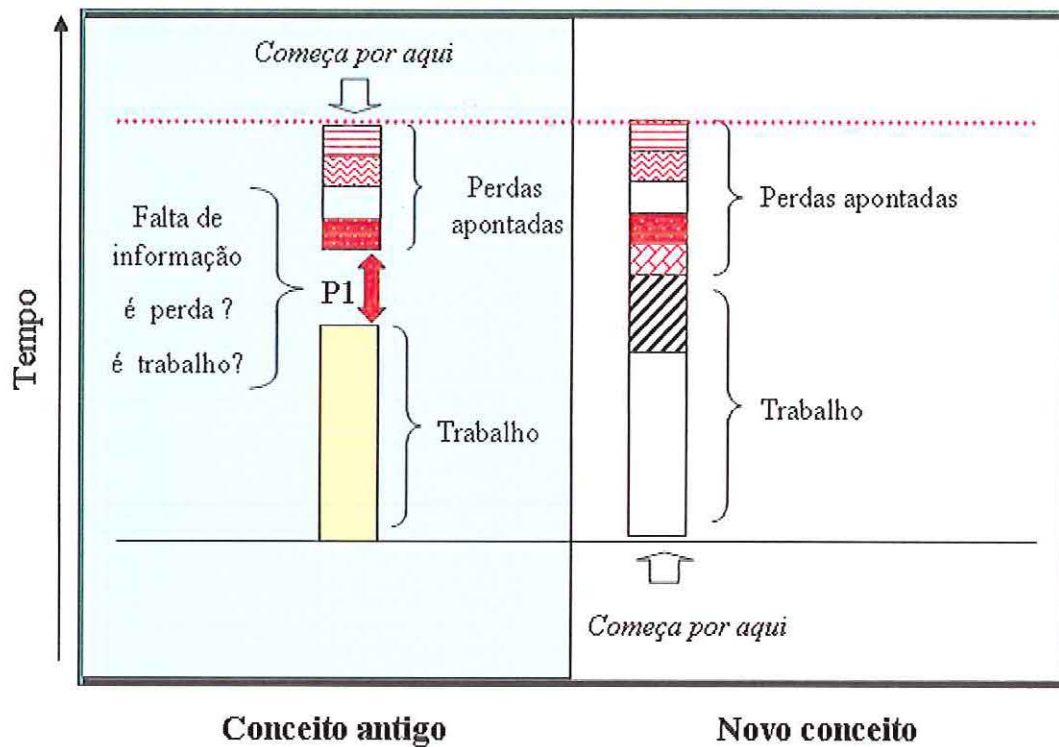


Figura 1.1 – Conceito de perda

Fonte: Delphi (2003)

1.4 Importância da metodologia de padronização

A metodologia é importante porque ela contribui significativamente na seleção e formalização dos conhecimentos existentes na empresa durante o processo de padronização. Este conhecimento surge da experiência prática dos operadores e da capacidade do time em executar estas práticas, podendo ser disseminadas para todos os funcionários interessados no processo.

De acordo com Nonaka e Takeushi (1997) o conhecimento diz respeito a crenças e compromissos. É uma função de uma atitude, ou seja, está relacionado com a ação. Para estes autores, a estrutura conceitual básica do conhecimento organizacional tem duas dimensões: a epistemológica e a ontológica. Pela dimensão ontológica, em termos restritos, o conhecimento só pode ser criado por indivíduos. Uma organização não pode criar conhecimento sem indivíduos. A criação do conhecimento organizacional deve ser entendida como um processo que amplia “organizacionalmente” o conhecimento criado pelos indivíduos, cristalizando-o como parte da rede de conhecimento da organização. Pela dimensão epistemológica, Nonaka e Takeushi (1997) se baseiam na distinção entre o conhecimento tácito e explícito. Eles descrevem que o conhecimento tácito é pessoal,

específico ao contexto, sendo assim difícil de ser formulado e comunicado. Já o conhecimento explícito ou codificado refere-se ao conhecimento transmissível em linguagem formal e sistemática.

Nonaka e Takeushi (1997) apresentam uma teoria da criação do conhecimento nas empresas com base no que eles denominaram a espiral do conhecimento. A espiral representa o processo de conversão do conhecimento dentro das organizações. Esta conversão de conhecimentos ocorre por meio da interação entre o conhecimento tácito e o explícito. O processo de conversão ocorre por quatro modos de conversão de maneira sistêmica conforme mostra a Figura 1.2. O primeiro modo de conversão se refere ao processo de socialização do conhecimento tácito em conhecimento tácito, neste momento o conhecimento explícito ainda não está formado. É necessário criar um campo que possibilite o compartilhamento de experiências que estão no conhecimento tácito, a partir daí, formar o conhecimento tácito como modelos mentais ou habilidades técnicas compartilhadas. O segundo modo de conversão consiste no processo de externalizar o conhecimento tácito em conhecimento explícito, sendo o diálogo uma ferramenta importante para que isto aconteça. A externalização é um processo de articulação do conhecimento tácito em conceitos explícitos. É um processo de criação do conhecimento perfeito na medida em que conhecimento tácito se torna explícito, expresso na forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos. O terceiro modo de conversão se refere à combinação do conhecimento explícito em conhecimento explícito, este momento o esforço para a formação do conhecimento não se concentra mais no conhecimento tácito. Esta conversão ocorre dentro de uma associação do conhecimento explícito. A combinação é um processo de sistematização de conceitos em um sistema de conhecimento. Este modo de conversão do conhecimento envolve a combinação de conjuntos diferentes de conhecimentos explícitos. Os indivíduos trocam e combinam conhecimentos através de meios como documentos, reuniões, conversa ao telefone ou redes de comunicação computadorizadas. O quarto e último modelo de conversão é resultante da internalização do conhecimento explícito em conhecimento tácito. Conforme Nonaka e Takeushi (1997) a internalização é um processo de incorporação do conhecimento explícito no conhecimento tácito. Está intimamente relacionado com o “aprender fazendo”. Quando internalizadas nas bases do conhecimento tácito dos indivíduos sob forma de modelos mentais ou *know how* técnico compartilhado, as experiências através da socialização, externalização e combinação tornam-se ativos valiosos.



Figura 1.2 – Conversão do conhecimento.

Fonte: Nonaka e Takeushi (1997)

Com base nos princípios da criação do conhecimento organizacional apresentado por Nonaka e Takeushi (1997), esta metodologia assume também o papel de contribuidora na criação do conhecimento organizacional durante o processo de padronização. A metodologia possibilita o envolvimento e crescimento de todas as pessoas que têm relação com o processo de manufatura. Esta participação é evidenciada pela formação de um time multifuncional que tem o objetivo de fazer a conversão do conhecimento tácito em explícito e autonomia para estabelecer certos padrões para cada atividade e executar mudanças necessárias para atender as expectativas de manufatura. Esta conversão de conhecimento é resultante da sinergia entre os integrantes do time multifuncional, o qual busca resultados de produtividade antes entendidos como impossíveis para o time.

1.5 Objetivo

A empresa onde esta metodologia é aplicada possui o conhecimento sobre um conjunto de ferramentas da produção enxuta. No entanto, ela não possui uma metodologia disseminada de padronização do processo produtivo. Em um processo padronizado, a facilidade de identificar as perdas geradas pelo próprio processo, contribuindo na redução de recursos necessários para identificação e eliminação destas perdas.

Este trabalho tem o objetivo de criar uma metodologia para padronização de operações de células de fabricação e de montagem, integrando algumas ferramentas de

produção enxuta do Sistema de Manufatura Delphi, tendo o método de evento kaizen como base para sua aplicação.

Outro objetivo deste trabalho é destacar os principais autores e práticas da produção enxuta que podem ser utilizadas no processo de padronização das atividades produtivas, através de uma revisão bibliográfica sobre o assunto.

Com base nos conceitos teóricos das práticas de produção enxuta levantados no Capítulo 2, esta metodologia de padronização proposta tem por objetivo facilitar a observação de situação normal versus situação anormal em um processo produtivo. Esta observação deve gerar um plano de ação visando correções e melhorias que resultem em melhor desempenho da linha de produção.

Esta metodologia de padronização caracteriza-se pela sua abrangência, podendo ser aplicada em tipo de processo produtivo. Neste trabalho a aplicação foi realizada em uma célula de montagem de componentes.

Este trabalho apresenta uma análise das dificuldades e facilidades encontradas na implementação desta metodologia e também proporciona ao leitor um maior entendimento de alguns conceitos como: práticas da produção enxuta utilizadas, atitudes comportamentais dos envolvidos no processo de implementação, envolvimento de algumas formas de atuação gerencial.

1.6 Metodologia da Pesquisa

A Figura 1.3 apresenta a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho. Esta pesquisa inicia-se no Capítulo 2 com levantamento de algumas técnicas mais comuns no ambiente da manufatura enxuta dentro da literatura técnica, como também de algumas técnicas apresentadas pela metodologia de manufatura enxuta da Delphi. Neste caso as técnicas estudadas são: evento *kaizen*, troca rápida de ferramentas, ferramentas de balanceamento de operador e máquinas, de ergonomia, de padronização etc.

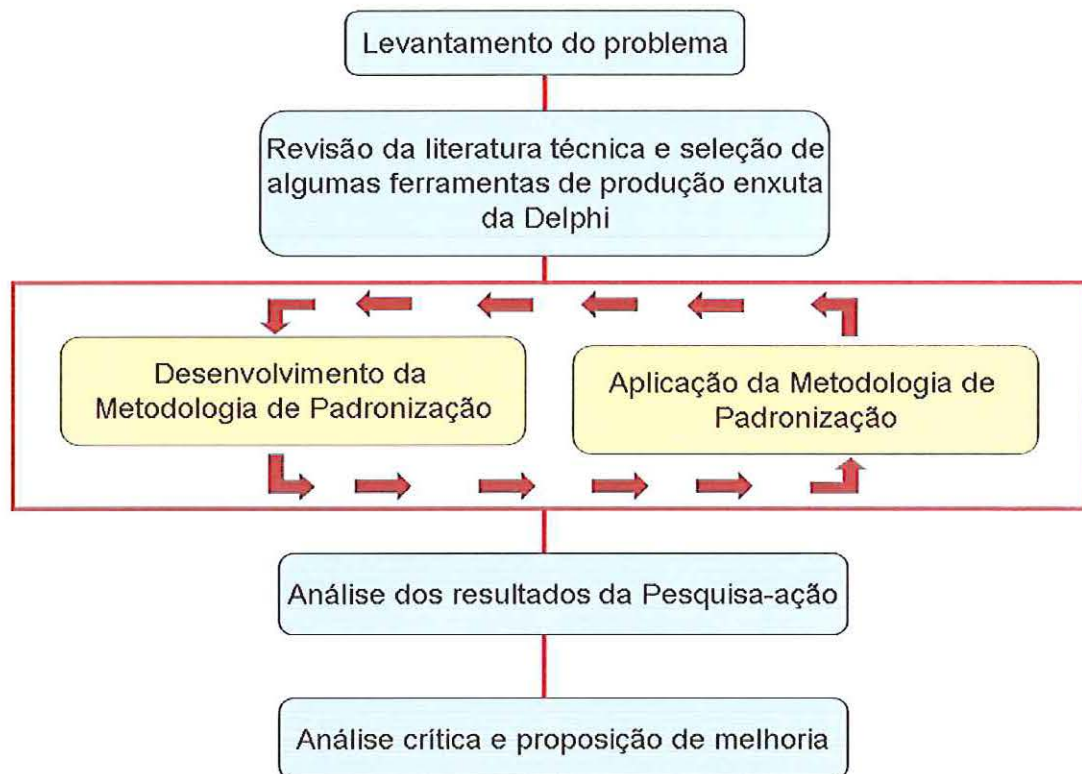


Figura 1.3 – Metodologia da pesquisa

Este trabalho é uma pesquisa-ação, uma vez que desenvolvimento e aplicação ocorrem simultaneamente, formando um ciclo de aprendizado como mostra a Figura 1.3. Todo o desenvolvimento e aplicação ocorreram na Delphi. Durante vários eventos de padronização alguns conceitos foram redefinidos e ferramentas foram adaptadas para adequá-las à metodologia proposta. Estas modificações são tratadas no Capítulo 4, no qual a metodologia é apresentada.

Os conceitos de produção enxuta que contribuem com o desenvolvimento da metodologia são apresentadas no capítulo 2.

As ferramentas selecionadas e utilizadas pela metodologia são apresentadas no Capítulo 3.

A célula de fabricação utilizada para demonstrar a aplicação da metodologia na Delphi, é célula onde se realiza a montagem de um componente do bico injetor de combustível, utilizado em motores automotivos.

A aplicação e análise dos resultados obtidos com a pesquisa-ação são apresentadas no capítulo 5.

No Capítulo 6 é apresentada a conclusão do trabalho com proposição de melhorias para o tema.

2 CONCEITOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Este capítulo tem o objetivo de apresentar alguns dos principais autores e literaturas que descrevem práticas da produção enxuta.

Para melhor compreensão da relação das ferramentas de produção enxuta à metodologia de padronização, se faz necessário começar este capítulo descrevendo alguns dados sobre a implementação de um sistema de manufatura enxuta.

Uma manufatura enxuta consiste na habilidade que a empresa possui para adequar sua capacidade instalada à demanda de seus clientes, que frequentemente sofre variações de volume. Esta habilidade de adequação permite às empresas assegurarem objetivos de qualidade, volume e custo (DELPHI, 2003).

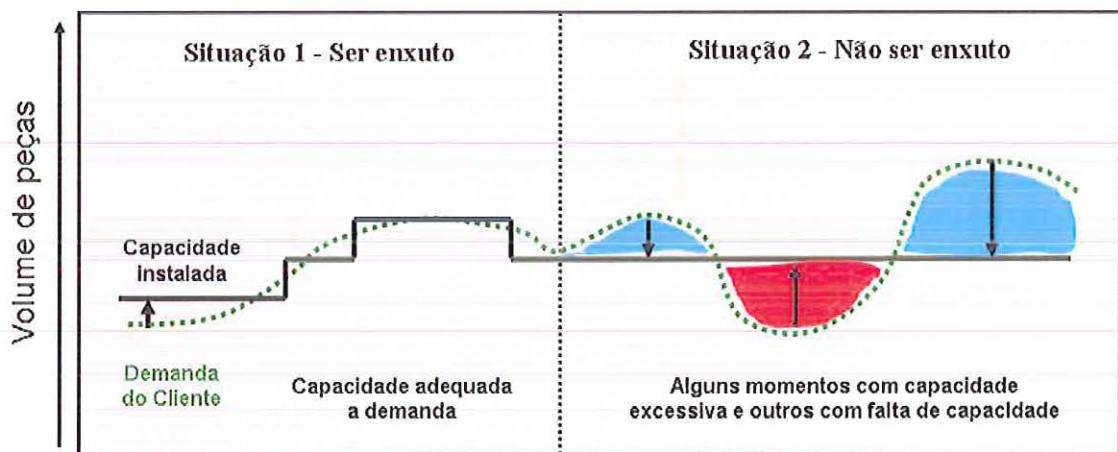


Figura 2.1 – Adequação de capacidade instalada

Fonte: Delphi (2003)

A Figura 2.1 ilustra a diferença entre ser uma empresa enxuta ou não. A linha verde tracejada representa a demanda do cliente final e a linha preta representa a capacidade instalada de uma fábrica. O lado esquerdo da figura representa uma fábrica enxuta, uma vez que ela procura adequar sua capacidade com a demanda do cliente.

No lado direito da figura é possível verificar uma variação maior entre a demanda do cliente e capacidade instalada. As áreas em azul indicam que houve um excesso de produção em determinado momento e a área vermelha indica a ocorrência de falta de produção. Esta falta de adequação da capacidade instalada à demanda do cliente aumenta os custos de fabricação, uma vez que não está sendo produzido aquilo que será vendido ao cliente.

A adequação da capacidade instalada à demanda do cliente pode ser alcançada por meio da alteração do tempo de ciclo produtivo ou alteração do tempo disponível da célula de fabricação. Vale destacar aqui a participação efetiva do responsável pelo planejamento de produção na negociação de alterações de demanda junto aos clientes, uma vez que alterações muito bruscas e repentinas podem não permitir uma reação adequada da fábrica quanto a uma adequação da capacidade.

Na implementação de um sistema de manufatura enxuta algumas recomendações são importantes para que o programa atinja o sucesso esperado.

Segundo Forrester (1995), a premissa por trás de um sistema enxuto está na padronização de todo o sistema para permitir que qualquer problema possa ser facilmente identificado ao invés de ser escondido por uma série de planos de contingência. A padronização das atividades cria uma nova relação entre as operações que adicionam valor ao produto e as que dão suporte a estas. Em termos de pessoal, a produção enxuta oferece uma mudança maior de paradigmas por meio de alterações de regras de departamentos e de pessoas dos mais variados níveis da organização. Em uma empresa “enxuta”, o processo se torna mais centrado nas pessoas. Elas se tornam mais envolvidas e flexíveis. A participação de funcionários no processo de padronização é importantíssima, pois ninguém melhor que eles têm a capacidade de melhorar um processo existente. As melhores práticas passam a ser realizadas seguindo uma maneira padronizada. O time é responsável por desenvolver sua própria folha de operação padrão para cada operação que é realizada, registrando em detalhes os movimentos e o *lay out* que compõem a operação.

Passa a existir um movimento de tarefas individuais para uma responsabilidade coletiva pelas atividades. Esta mudança de regra segundo Forrester (1995), tem implicações na estrutura das companhias, criando uma estrutura organizacional mais *flat*, ou seja, focada mais no processo e menos na hierarquia.

Fundamentalmente, o avanço segue na direção ao *empowement*, ou seja, em direção à delegação de autoridade que passa a ter um impacto na capacitação de todos

os empregados neste processo. A produção enxuta aborda não apenas o processo produtivo, mas também as pessoas de maneira individual, fazendo aparecer todas as oportunidades e mostrando a importância de se ter a pessoa certa no local certo e na hora certa. A capacitação dos empregados é importante para prover a competência necessária para solução de problemas e melhoria contínua, bem como a organização do local de trabalho. A utilização de eventos *kaizens* tem sido uma ferramenta importante para desenvolvimento dessas habilidades.

Forrester (1995) comenta que a manufatura enxuta oferece às empresas uma oportunidade de realinhar suas práticas de RH com a política da empresa para aumentar e sustentar o processo enxuto. Esse processo precisa ser mais que uma mudança de nome. RH e Gerente de Negócios precisam entender a necessidade de integração para criar uma sinergia maior entre pessoas.

Piero (2003) relata que o conceito de manufatura enxuta nasceu da observação das práticas administrativas aplicadas nas empresas japonesas no final dos anos 70. Nesta época, a maioria das organizações asiáticas tinha abraçado a filosofia da gestão pela qualidade total para produzir com tempo de ciclos mais curtos e com uma rápida introdução de novas tecnologias na geração de produtos, porém, poucas empresas japonesas tinham dado o passo seguinte, o de aplicar o sistema da Toyota nas suas operações. Ainda hoje nem todos os gestores aplicam a metodologia da “produção magra”. Este conceito segundo Piero (2003) tem como premissa central mudar a atenção da gestão para o que designamos chamar de fluxo de valor.

Fluxo de valor segundo Rother e Shook (1999) é o mapeamento do fluxo de informação e material usado por praticantes do sistema Toyota de produção, visando a instalação de um sistema enxuto por meio da definição do estado atual e determinação do estado futuro com base em um plano de implementação.

No entanto, para se obter o máximo desta cultura é preciso uma transformação paradigmática em boa parte das práticas administrativas ocidentais. Nas administrações ocidentais, os gestores se perguntam sobre o que os seus ativos, a sua organização e as suas tecnologias podem produzir. Na verdade, sob o conceito da “produção enxuta” o sistema deve produzir aquilo que cria efetivamente valor segundo a visão dos clientes. E aí tudo se torna fácil, bastando os gestores procurarem responder a uma pergunta muito simples: O que é que o cliente realmente quer? Depois desenhar um mapa do fluxo de valor da empresa. Este inclui todas as ações indispensáveis para passar da idéia do produto ao lançamento no mercado (o ciclo do design), para transformar a encomenda

em entrega (o ciclo da informação) e para transformar as matérias primas segundo as necessidades do cliente (o ciclo da transformação física).

Ao fazer este mapa Piero (2003) conclui que muitas atividades, em torno de 90%, não adicionam qualquer valor para o cliente. Isso só acontece porque a configuração do desenvolvimento do produto, da gestão das encomendas e dos sistemas de produção assim foram desenhados. É a compreensão desta disfunção que abre a oportunidade para se produzir em ciclos menores e mais “magros”, eliminando enormes quantidades de desperdícios, e dando aos clientes um melhor atendimento e uma melhor qualidade na oferta.

Ferro (2002) relata que os princípios da manufatura enxuta envolvem a criação de fluxos contínuos e sistemas baseados na demanda real dos clientes. A análise e melhoria do fluxo de valor das plantas e da cadeia completa, desde as matérias-primas até os produtos acabados são efetivamente soluções desenvolvidas sob o ponto de vista do cliente. Por mais simples que isso possa parecer, a adoção dessa filosofia traz resultados extraordinários para as empresas que a praticam.

No entanto, Ferro (2002) descreve que são poucas as empresas que conseguem replicar totalmente o sucesso da Toyota.

Os resultados obtidos com o Sistema Toyota de Produção geralmente implicam em um aumento da capacidade de oferecer os produtos que os clientes querem, na hora que eles querem, no preço que eles estão dispostos a pagar, com custos menores, qualidade superior, *lead times* mais curtos, buscando garantir maior rentabilidade ao negócio. Ferro (2002) aborda também a importância das empresas definirem o que é valor e o que é fluxo de valor. Valor é gerado pela necessidade do cliente, cabendo às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurando satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico para manter a empresa no negócio e aumentar o lucro via melhoria contínua dos processos, reduzindo os custos e aumentando a qualidade. Fluxo de valor representa os processos de manufatura instalados para atender as necessidades do Cliente. A identificação desta cadeia consiste em dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção da qualidade e por fim, aqueles que não agregam valor e devem ser evitados imediatamente.

Segundo Hines e Taylor (2000) as atividades que agregam valor são aquelas que na visão dos clientes fazem do produto ou serviço ser mais valorizado. Um exemplo é a conversão de aço em carros. É muito fácil definir atividades que agregam valor, basta

você se colocar na posição do cliente e se perguntar se pagaria o valor por isso. Estes mesmos autores definem as atividades que não agregam valor como sendo aquelas que na visão do cliente não fazem do produto ou serviço mais valorizados, porém são necessários, a menos que o processo de fabricação seja radicalmente modificado. Um exemplo de uma atividade que não agrega valor, mas é necessária poderia ser uma inspeção de produto realizada no final de um processo produtivo, devido ao mesmo ter máquinas não confiáveis. Hines e Taylor (2000) definem as atividades que não agregam valor como sendo aquelas atividades que na visão do cliente não fazem do produto ou serviço mais valorizados e também são desnecessários. Estas atividades devem ser eliminadas uma vez que representam os desperdícios do processo. Um exemplo seria a transferência de componentes de uma embalagem para outra antes de serem utilizadas no processo. O processo de fabricação poderia receber o material na embalagem correta.

Apesar de algumas empresas olharem para o fluxo de valor, seus processos continuam a gerar custos não acompanhados pela geração de valor, pois olham para si próprias, ignorando os processos de fornecedores e revendedores. (FERRO, 2002). As empresas devem olhar para todo o processo desde a criação do produto até a venda final.

2.1 Passos para implementação de uma produção enxuta

Esta seção é uma das mais importantes para elaboração da metodologia de padronização, pois são apresentados alguns cuidados na implementação da produção enxuta. O sucesso da metodologia de padronização depende muito do entendimento e aplicação dos conceitos descritos neste capítulo.

2.1.1 Escolha do agente de mudança

Womack e Jones (1996) comentam que a etapa mais difícil da implementação de uma produção enxuta está no começo, enfrentando a inércia presente em muitas organizações. É necessário um agente e a essência do conhecimento enxuto (não necessariamente a mesma pessoa). A implementação deve começar pelo mapeamento do fluxo de valor e um planejamento eficaz para execução do *kaikaku*.

Kaikaku é uma palavra japonesa que significa melhoria radical e revolucionária de um fluxo de valor, a fim de rapidamente se criar mais valor com menos desperdício (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003).

O agente de mudança é fundamental para que o programa ganhe vida e seja executado com sucesso. Por esta razão a escolha do agente de mudança é uma fase muito importante da implementação. O perfil de um agente de mudança deve estar relacionado com algumas habilidades específicas. São indivíduos com a mentalidade de fazer as coisas acontecerem, não são *comodity* facilmente disponível no mercado. Em alguns casos de implementação sem sucesso, a razão tem sido a escolha incorreta do agente de mudança. Womack e Jones (1996) também ressaltam algumas características do perfil de um agente de mudança. O bom relacionamento interpessoal é uma característica fundamental para uma gente de mudança, que deve ser preparado e ter o conhecimento enxuto necessário para enxergar as oportunidades e saber conduzi-las em um time de trabalho. Outra característica importante de um agente é a capacidade de persuasão por meio do conhecimento e respeito aos funcionários, saber ouvir, analisar e aceitar novas idéias que contribuíram na implementação e manutenção do programa. Além disso, o agente precisa ser persistente e ter uma capacidade de se automotivar de maneira a contaminar quem estiver participando dos projetos de melhoria. O agente de mudança deve eliminar as barreiras que às vezes se criam em função do medo em se mudar um processo, quebrando assim paradigmas antigos.

Segundo Womack e Jones (1996), o conhecimento enxuto precisa de tempo considerável para ser dominado. Normalmente é preciso de um suporte externo, ou seja, um *sensei*, alguém com experiência comprovada e que domina o conhecimento enxuto, que pode ser uma fonte de aprendizagem e apoio para o agente de mudanças na condução do projeto de melhoria.

2.1.2 Criar a necessidade

Womack e Jones (1996) também descrevem que muitas vezes o sucesso de implementação da produção enxuta está na necessidade de se criar ou aproveitar uma crise para impulsionar o início de um processo de implementação. A implementação é geralmente longa e muito dependente do aspecto comportamental das pessoas.

É importante não apenas no início do projeto de momento da implementação, mas durante e depois, visitar algumas empresas que operem no ambiente enxuto e fazem uso das melhores ferramentas da produção enxuta.

Para muitas empresas a crise já está criada devido à globalização do mercado. A necessidade de reduzir os custos de fabricação para manter os negócios com seus clientes resulta em um estímulo para a empresa analisar com mais detalhe seus sistemas

produtivos como também toda cadeia de valor. De uma maneira efetiva a padronização por meio de ferramentas da produção enxuta possibilita identificar as perdas que aumentam o custo de fabricação de um produto.

2.1.3 Mapeando as oportunidades

Womack e Jones (1996), também descrevem a importância de se começar rápido, porém não é possível analisar as perdas na cadeia de valor em uma manhã e começar a solucionar os problemas no outro dia. É necessário começar rápido, porém com uma linha ou um produto específico, o qual tenha sido identificado como sendo uma fonte de desperdício ou restrição do processo produtivo e que tenha um significado importante para a empresa. O feedback é uma das características críticas das técnicas enxutas. A equipe de melhoria e toda a força de trabalho devem ser capazes de ver as coisas mudando diante de seus olhos. Não é recomendado prolongar o exercício de planejamento. O mapeamento deve ser realizado no máximo em duas semanas e não deve haver preocupação com simulações para apurar os “se”. No momento inicial é importante o *benchmarking*, porém se houver uma forma de avançar sem uma referência durante o processo, isto deve ser feito pela empresa, utilizando melhor seu tempo disponível para o projeto. Importante também é a prática da divulgação dos resultados alcançados para o bom andamento do programa e a atuação imediata num processo quando o mesmo sofrer alguma alteração e não apresentar um resultado esperado.

2.1.4 Aproveitamento de recursos excedentes

Segundo Womack e Jones (1996), outra preocupação importante na implementação de um sistema de produção enxuta, está no aproveitamento da mão-de-obra excedente após um ganho de produtividade. Uma melhoria no processo por meio de ferramentas enxuta atinge uma redução de esforço humano em até três quartos. Portanto se as vendas se mantiverem constantes, haverá um excedente de pessoal produtivo. Não havendo uma estratégia de crescimento definida e implementada, o resultado será a ocorrência de cortes no número do pessoal produtivo. Este processo de corte pode realizar um esforço contrário à implementação da produção enxuta, uma vez que as pessoas podem se sentir ameaçadas pela possibilidade de virem a perder o emprego. A chave para atingir resultados expressivos e consistentes numa implementação de produção enxuta está na participação e comprometimento dos gerentes com relação aos recursos excedentes

ligados com o processo produtivo. A estratégia para alocar a mão-de-obra excedente é muito importante para manter o programa de implementação vivo e caminhando.

2.2 Requisitos da produção enxuta

O objetivo desta seção é apresentar alguns conceitos de produção enxuta, que serão importantes na definição da metodologia de padronização a ser proposto.

2.2.1 Kaizen

Kaizen significa a melhoria contínua de um fluxo de valor ou de um processo individual, com o objetivo de se agregar mais valor ao produto com menos desperdício.

Segundo Rother e Shook (1999), *kaizens* são divididos em dois níveis:

- kaizen de fluxo: ou de sistema, que enfoca no fluxo de valor, tem atuação sistêmica
- kaizen de processo: enfoca em processo individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipes.



Figura 2.2 – Níveis de Kaizen

Fonte: Rother e Shook (1999)

Segundo Rother e Shook (1999), tanto o kaizen de fluxo (melhoria do fluxo de valor) como o de processo (eliminação de desperdício no nível do grupo no chão de fábrica) são necessários em uma empresa; melhorar um é melhorar o outro. O kaizen do

fluxo centra-se no fluxo de material e informação, que possibilita grande vantagem ao serem vistos. O *kaizen* do processo focaliza no fluxo das pessoas e dos processos

Berger (1997) descreve que o *kaizen* é uma das práticas que explicam a notável excelência operacional das empresas japonesas. Conseqüentemente, estudiosos e praticantes desta ferramenta têm analisado o *kaizen* e proposto que ele é uma das razões que justificam as empresas ocidentais de ainda não terem todo o benefício do conceito de gerenciamento japonês. Segundo Berger (1997) *kaizen* é a origem da melhoria contínua, é o maior aspecto do movimento de qualidade nas empresas japonesas. O autor apresenta três princípios do *kaizen*:

O primeiro princípio reforça a importância dada pela alta administração na criação direcionada de processos estreitos, assumindo que bons resultados surgem automaticamente com esta prática. No entanto bons resultados sem o controle do processo como um todo não garante a permanência das melhorias alcançadas. Para isto duas práticas importantes deste princípio devem ser destacadas. A primeira destaca que a responsabilidade maior da alta administração é estimular e suportar os esforços dos membros da organização no processo de melhoria. Para isso, o processo precisa ser entendido em detalhes, o que em termos significa que as variações e interdependências de atividades e métodos utilizados para combinar pessoas, material, máquinas e informação, precisam ser conhecidas e controladas. Conseqüentemente, gerentes precisam manter os empregados com treinamento e habilidades adequadas em processos simples e orientados, como “sete tipos de desperdícios”. Em adição, os times de *kaizen* devem trabalhar baseados em métodos, ao invés de práticas fáceis e freqüentemente fornecidos pelas experiências dos operadores. A segunda prática deste princípio está na definição dos indicadores para acompanhar a evolução do desempenho gerado pelos *kaizens*. Indicadores como número de sugestões, taxa de participação e taxa de implementação são usados para medir em termos o processo de melhoria, como: esforços dos empregados, o suporte dos supervisores e gerentes de primeira linha. Segundo Berger (1997) isto indica que *kaizen* serve como um sistema de gerenciamento para monitorar a motivação dos empregados, um aspecto parcialmente observado no processo de melhoria contínua em empresas ocidentais.

O segundo princípio está relacionado com as melhorias e a manutenção dos padrões. Imai.¹ (1986 apud BEGER, 1997, p.111) comenta que não existe melhoria onde não existe padronização, a qual se destaca entre o *kaizen* e o procedimento de

padronização para todas as principais operações. A razão da necessidade da padronização pode ser delineada por três características: a primeira é a responsabilidade e autoridade individual, a segunda é a valorização do conhecimento por meio da transmissão, acumulação e desenvolvimento de experiências de um indivíduo e outro, de um indivíduo e a organização, de uma parte da organização para com os outros. Por fim a terceira se refere à disciplina. Imai.¹ (1986 apud BEGER, 1997, p.111) também apresenta uma pragmática visão de padronização por meio do *kaizen*, na qual a padronização é o elo de ligação sobre todos, sendo responsabilidade do gerente a verificação e acompanhamento de que os operadores atendam padrões estabelecidos.

O terceiro princípio do *kaizen* segundo Berger (1997) está relacionado à orientação das pessoas. Para este princípio ele desdobra em dois outros sub-princípios básicos. O Primeiro sub-princípio básico pressupõe que todas as pessoas sejam envolvidas. Existe a necessidade de uma forma e de um recurso para as melhorias prosseguirem, por meio de contribuições de pessoas com habilidades e níveis hierárquicos diferentes. Berger (1997) apresenta em seu artigo uma classificação de *kaizen* em três tipos de atividades. O primeiro, é chamado de “*kaizen* de gerenciamento orientado”, o qual trata de melhorias de procedimentos do sistema como processo de tomada de decisão, planejamento e controle e sistemas de informação. O segundo, é chamado de “*kaizen* de grupo orientado”, o qual atua em atividades menores e focadas na melhoria do método de trabalho com grupos temporários formados por funcionários com metas claras sobre um problema específico ou um tema introduzido pela gerência. O terceiro, é o “*kaizen* orientado individualmente”, o qual pode ser comparado com o sistema de programas de sugestões que procura melhorar seu próprio trabalho, como melhoria do posto, de método de trabalho, rotinas e uso de recursos. Segundo sub-princípio básico sugere que a motivação para com o *kaizen* é predominantemente intrínseca. O tratamento dado pelos japoneses à questão da motivação evita contradições entre o voluntarismo e o princípio de que as pessoas devam ser envolvidas. Necessidade intrínseca para o desenvolvimento de habilidades, qualidade, e valores combinados com habilidade de gestão, de sistemas de reconhecimento e de esforços para o resultado, são

¹ IMAI, M. (1986). KAIZEN – the key to Japan’s Competitive Success. New York: Random House. apud BERGER,A.(1997). Continuous improvement and Kaizen:standartization and organizational designs. Integrated manufacturing systems, Brodford, v.8,n.2,p.110-117.

propostas de gerenciamento suficientes para motivar os operadores a participarem de atividades de melhorias.

Berger (1997) faz uma revisão destes dois princípios e os apresentam da seguinte forma: o primeiro reforça a preocupação da alta administração para com o conceito, o qual deve indicar conhecimento para o comportamento gerencial requerido. E o segundo princípio descreve os resultados praticados pela força de trabalho.

Uma abordagem interessante e semelhante à apresentada por Berger (1997) sobre a relação entre a administração e a força de trabalho, é o conceito do *gemba* apresentado por Imai (1996). O *gemba* é uma palavra japonesa muito utilizada nas empresas, a qual tem o significado de local onde as coisas acontecem. Imai (1996) descreve que em uma determinada empresa, o staff desempenhava um papel crucial em relação ao *gemba*; era responsável pela obtenção de maior eficiência oferecendo orientações a serem seguidas pelas pessoas do *gemba*. A limitação deste sistema é a separação que existe entre as pessoas que passam as orientações e as que executam. Segundo Imai (1996) esta nova abordagem permite que o *gemba* seja responsável não apenas pela produção, mas também pela qualidade e pelo custo, enquanto o staff assiste de fora.

Imai (1996) apresenta as condições para o sucesso da implantação de uma abordagem no *gemba*:

- *gemba* deve aceitar que é responsável pela concretização de qualidade, custo e entrega;
- deve-se permitir que o *gemba* tenha espaço suficiente para o *kaizen*;
- a gerência deve definir alvo para o *gemba*, mas esta deve ser responsável pelo resultado.

A seguir são apresentados alguns dos benefícios da abordagem centrada no *gemba* segundo Imai (1996):

- as necessidades do *gemba* são identificadas com muito mais facilidade pelas pessoas que trabalham lá;
- alguém na linha está sempre pensando em todos os tipos de problemas e soluções;

Tabela 1 - Princípios do kaizen, conceitos de gerenciamentos e aspectos práticos.

Princípios chaves	Conceito de gerenciamento de melhoria	Resultados práticos
Orientação por processo	Controle do processo por meio do suporte ao processo e avaliação	Treinamento dos funcionários em métodos simples e uso de experiência e habilidades. Esforços são encorajados e resultados reconhecidos
Melhoria em passos menores	Extensivo uso de padrões como base para melhoria, separando atividades de melhoria e de padrões de manutenção.	Necessário ter disciplina para manter o padrão. Foco sobre a melhoria do próprio padrão de trabalho usando formas de solução de problema comum (PDCA)
Orientação por pessoas	Envolvimento e suporte ativo da gerência. Voluntarismo é mandatório. Política de gerenciamento voltado para o voluntarismo	Participação de convidados usando grupos temporários ou permanentes para solução de problemas com estruturas paralelas e times

Fonte: Berger, 1996

- a resistência à mudança fica minimizada;
- o ajuste contínuo torna-se possível;
- é possível obter soluções baseadas na realidade;
- as soluções são simples e não caras e voltadas para o método;
- as pessoas começam a gostar do *kaizen*, ficando realmente inspiradas;
- a consciência do *kaizen* e a eficiência do trabalho podem ser simultaneamente ampliadas;
- os trabalhadores podem pensar sobre o *kaizen* enquanto trabalham;
- nem sempre é necessário obter a aprovação da alta gerência para efetuar as mudanças.

Nesta abordagem segundo Imai (1996), os padrões tornam-se parte integrante do *gemba kaizen*, servindo como alicerce da administração cotidiana e da melhoria. Em outras palavras, a padronização no *gemba* freqüentemente significa a tradução das exigências tecnológicas em padrões operacionais cotidianos dos trabalhadores.

Manufatura... (2005) apresenta dez mandamentos para o sucesso de um *kaizen*:

1. o desperdício é o inimigo número um, para eliminá-lo é preciso regaçar as mangas;
2. as melhorias gradativas realizadas continuamente não são rupturas pontuais;
3. todas as pessoas precisam estar envolvidas, seja a gerência, supervisores e pessoal da base operacional;
4. deve apoiar-se em uma estratégia barata. Acreditar no aumento de produtividade sem retrocesso significativo. Não necessitar de verba exorbitante em tecnologia e consultores;
5. Deve aplicar-se em qualquer lugar, não é um programa só para japoneses.
6. busca a total transparência dos procedimentos, processos e valores por meio da gestão visual. Faz com que problemas e desperdícios sejam visíveis aos olhos de todos;
7. centra a atenção onde realmente se agrega valor ao produto;
8. e baseado no processo, em dados, em fatos e não em suposições;
9. deve criar oportunidade às pessoas. Acreditar que o esforço principal de melhoria deve vir das pessoas que passam a ter uma nova mentalidade e que por isto, passam a ter um novo estilo de trabalho;
10. deve ser o lema essencial da aprendizagem organizacional, ou seja, o lema de aprender fazendo.

Manufatura... (2005) também apresenta sete passos para implementação de *kaizen*, aqui entendido como evento *kaizen*:

- passo 1 – selecionar o tema do estudo;
- passo 2 – criar a estrutura para o projeto;
- passo 3 – definir o estado atual e formular objetivos;
- passo 4 - diagnosticar o problema;
- passo 5 – elaborar o plano de ação;
- passo 6 – implementar as melhorias;

- passo 7 – avaliar os resultados.

2.2.2 Evento Kaizen

Para apresentação da definição de evento kaizen se torna oportuno fazer uma breve comparação de uma melhoria de grande escala versus uma melhoria de pequena escala. A melhoria de grande escala geralmente é atrativa e promete saltos enormes de produtividade, qualidade e eficiência. No entanto são difíceis de serem implementadas, uma vez que afeta muitas áreas, pessoas e processos dentro de uma empresa. Este tipo de melhoria requer projetos quase que perfeitos, pois uma falha pode vir a causar verdadeiros desastres.

Já a melhoria de pequena escala é fácil e rápida. Os riscos são baixos, pois seus efeitos são limitados. Porém o efeito acumulativo das melhorias de pequena escala é freqüentemente maior que uma simples melhoria de grande escala. É aí que se localiza o evento kaizen, nas melhorias de pequena escala.

Segundo MAMTC Giving Manufacturers the Edge (2005), evento *kaizen*, também chamado de *blitz kaizen*, é uma versão intensa e rápida do processo kaizen, usado para implementar uma variedade de técnicas de produção enxuta, de uma maneira rápida, normalmente com duração de três a oito dias. Segundo MAMTC Giving Manufacturing the Edge (2005) em uma empresa tradicional a identificação e solução de problemas, bem como uma proposta de mudança para a gerência ou até mesmo, a aprovação de uma melhoria por parte dos empregados é longa podendo levar semanas ou até meses. O evento *kaizen* altera o processo de mudança com uma alta propriedade. Pessoas que trabalham para uma empresa enxuta, freqüentemente precisam mudar seus paradigmas, elas precisam estar pensando sempre no que eles podem fazer hoje, neste momento, visando melhorar a forma de executar suas atividades. Mais importante ainda é que essas pessoas precisam acreditar que isto é possível. Segundo MAMTC Giving Manufacturers the Edge (2005), o evento *kaizen* faz com que as pessoas acreditem.

De acordo com STRATEGOS – Consultants, Engineers, Strategists (2005), evento *kaizen* ou *blitz kaizen* é um projeto intenso, focado e de curto prazo para melhorar um processo. O evento *kaizen* necessita de um substancial recurso de engenharia, manutenção, operadores de células e outros empregados. Um evento normalmente inclui treinamentos, análises da situação atual, projetos da situação futura, modificações de processo, de produto e de áreas. STRATEGOS – Consultants, Engineers, Strategists (2005) cometa sobre alguns perigos que podem existir em um

evento *kaizen*. Um deles é de que o treinamento, por se tratar de um evento, acaba sendo superficial para o time. Outro perigo é não conseguir compor o time com o mínimo de pessoas, o que pode dificultar o aprendizado profundo dos princípios da metodologia *kaizen*. Ainda, segundo STRATEGOS – Consultants, Engineers, Strategists (2005) o evento *kaizen* muitas vezes pode não permitir que o time desenvolva elementos da manufatura enxuta, uma vez que o tempo de duração do evento é curto. Por exemplo, um gerenciamento de qualidade total pode levar meses e até anos para ser implementado e produzir bons resultados, mas, este tipo de elemento freqüentemente é esquecido em um evento mal concluído..

Segundo South Carolina Manufacturing Extension Partnership (2005), *kaizen* significa “melhoria contínua” e *blitz* ou evento significa facilmente rápido. “Esta metodologia de melhoria contínua combina várias ferramentas de manufatura enxuta como: Sistema visual de organização do posto de trabalho, de manufatura celular, padronização, sistema *pull/kanban*, redução de set up, balanceamento de linha”.

Os benefícios de um evento *kaizen*, segundo South Carolina Manufacturing Extension Partnership (2005) são:

- obtenção de forma imediata dos resultados tangíveis;
- envolvimento da força de trabalho;
- orientação visual para ações;
- uso contínuo, uma vez aprendido os conceitos;
- melhoria na comunicação;
- melhoria na relação criatividade versus investimento de capital;
- pessoas que pensam como perspectiva de negócio;
- implementação suave de acordo com a concepção do time.

Para colher os benefícios de um evento *kaizen* bem sucedido segundo Chippewa Valley Technical College (2005), é necessário que a organização:

- tenha recursos necessários para suportar eventos de curto prazo, de alto nível e intensidade;
- assegure que o time tenha autonomia e permaneça livre de barreiras significantes;
- assegure ao time *kaizen* o imediato suporte de todas as áreas, uma vez solicitada;

- seja capaz de aceitar/absorver anormalidades do respectivo processo por alguns dias;
- tenha ou desenvolva um plano de comunicação forte com toda a organização, antes, durante e depois um evento kaizen.

Kaizen Training (2005) descreve que *kaizen blitz* é rápido e furioso. Ele depende de uma semana altamente focada nas atividades com o envolvimento de cada um de uma seção específica, ou departamentos específicos, ou processos de negócios específicos, trabalhando juntos para criar uma mudança rápida e radical. Kaizen Training (2005) também descreve que para um evento *kaizen* ter sucesso ele precisa seguir alguns fundamentos:

- contar com dados: opiniões não tem lugar em um evento *kaizen*. Decisões são tomadas com base em dados do estado atual. Isto envolve certamente o mapeamento do estado atual do processo e análises onde os valores são criados;
- desenvolver a visão do futuro: com base no que está acontecendo no estado atual, o time deve projetar o mapa do estado futuro definindo o que deveria estar acontecendo se o mundo fosse perfeito. De maneira mais realista, porém desafiadora, elementos surgem desta definição do mundo perfeito para criar uma visão de como o time quer encontrar a célula de fabricação no final da semana;
- envolvimento de cada um: para o evento *kaizen* funcionar cada membro do time precisa ser envolvido. Um planejamento dos eventos e divulgação a toda organização sobre a importância do mesmo e garantia de que a quantidade de pessoas necessárias sejam liberadas;
- preparação do time: é essencial que cada pessoa do time seja treinado em como trabalhar no evento. Há momentos durante o evento que os paradigmas dos participantes são testados e sem uma preparação adequada, as pessoas provavelmente ficam muito mais estressadas e improdutivas;
- Plano para o sucesso: A escolha dos objetivos para o evento *kaizen* é também crítica. O evento deve ser construído para o sucesso, principalmente se for o primeiro na organização. Devem ser escolhidos

objetivos que tenham alto impacto para as pessoas, como também para a organização. Selecionar problemas que possam ser endereçados, analisados e solucionados em uma semana é um desafio. Se o problema é muito complexo o evento pode falhar, porém se ele for de fácil solução o evento não terá o impacto esperado.

Kaizen Training (2005) apresenta uma opção de evento *kaizen* de 5 dias. No dia 1 é realizado o treinamento dos integrantes do time. Eles exploram os elementos chaves de uma melhoria contínua, instigados a observar aquilo que é chamado de “atividades que agregam valor”. É desenvolvido um entendimento dos tipos de desperdícios e práticas usando técnicas de mapeamento, rearranjo físico e máxima eficiência.

A partir do dia 2 o time se reúne por dois dias para observar o que está acontecendo no processo, no estado atual. Eles começam a mapear o estado atual nivelando o conhecimento sobre os problemas levantados e começam a projetar o estado futuro para o que deve acontecer na área no final do dia 3. O time desenvolve uma lista de ações com as mudanças e responsáveis, as quais devem ser executadas imediatamente. Todas estas mudanças devem ser informadas para as pessoas da organização envolvida com este processo, incluindo uma rápida explicação para a gerência. Esta lista deve conter também mudanças maiores que serão executadas durante os dois últimos dias do evento *kaizen*.

No dia 4 o time se reúne por mais dois dias para implementar as mudanças maiores que planejaram durante os dias 2 e 3. Uma vez executada as mudanças o time pratica a nova forma de trabalhar e garante que as mudanças funcionaram. No final do dia 5 a área de trabalho normalmente está bem diferente, porém as mudanças não foram completadas, portanto é essencial manter as melhorias alcançadas com o evento *kaizen*, visando esta manutenção criando um plano de ação 30 dias para acompanhamento das ações pendentes.

2.2.3 Fluxo de valor

Como introdução da pesquisa bibliográfica sobre fluxo de valor é enriquecedor se fazer uma análise do conceito de “JIT”. Pheng e Chuan (2001) descrevem que JIT é um conceito desenvolvido pelos japoneses, que criaram o Sistema Toyota de Produção, conhecido como TPS. Este foi mais tarde traduzido para o inglês como Sistema de Manufatura Enxuta, o qual busca os objetivos do JIT. Esses objetivos são entendidos

como: fornecer os materiais certos na quantidade certa e no momento certo em todas as etapas do processo produtivo. O sistema de produção deve expedir imediatamente produtos customizados de acordo com o pedido do cliente mantendo o mínimo de inventário. Pheng e Chuan (2001) apresentam alguns conceitos que devem ser incluídos:

- identificar e agregar valor na visão do cliente por meio da eliminação de tudo aquilo que o cliente não entende como atividade que fazem do produto ou serviço mais valorizados;
- organizar a produção como um fluxo contínuo;
- criar produtos perfeitos e criar um fluxo confiável reduzindo paradas de linha, puxando inventários, distribuindo informações e tomando decisões;
- perseguir perfeições por expedir produtos conforme a necessidade do cliente sem inventários.

O mapeamento do fluxo de valor é umas das ferramentas que mais tem contribuído para sedimentar os conceitos relatados por Pheng e Chuan (2001), e de se enxergar oportunidades de redução de desperdícios num processo produtivo.

Ferro (2003) aponta para a compreensão do mapeamento do fluxo de valor como um meio e não um fim. Muitos ficam apaixonados pela ferramenta e aplicam amplamente, mapeando tudo. Mas muito mais importante, é a ação concreta na implementação dos estados futuros definidos. Como os recursos são limitados, inclusive o tempo dos responsáveis pelo mapeamento, mapear por mapear não é uma estratégia válida.

O mapeamento do fluxo de valor é apenas um meio de melhorar o desempenho de sua organização, o que é, afinal, o verdadeiro fim.

Ferro (2003) sugere alguns cuidados para utilização da ferramenta:

- focalize esforços no fluxo de valor que exigem melhoria substancial sob uma perspectiva ampla, tenha como núcleo o objetivo do negócio;
- entenda claramente a situação atual – não só os problemas (sintomas), mas também porque eles ocorrem;
- defina metas de melhoria para a família de produto escolhida. O ideal é definir indicadores e metas numéricas desde o início;

- defina em consenso o estado futuro que possa ser alcançado no período de seis meses a um ano, com poucos investimentos;
- defina e implemente um plano de ação com claras responsabilidades, tarefas e metas a serem atingidas;
- uma vez implementado o estado futuro recomeça o mapeamento, pois o estado futuro implementado tornam-se o estado atual. Esta deve ser a dinâmica da melhoria contínua.

A responsabilidade pelo mapeamento e, portanto, pela definição e implementação do estado futuro deve ser da alta administração. Isso é garantia da importância do estado futuro e de que a gerência estará familiarizada com a nova linguagem. Ela conhecerá bem o estado atual e poderá cobrar resultados da implementação do estado futuro. (FERRO, 2003). Este capítulo descreve na seqüência a metodologia de mapeamento do fluxo de valor. Alguns dos conceitos utilizados no mapeamento servem de base conceitual para a elaboração da metodologia de padronização.

Rother e Shook (1999) descrevem a metodologia de mapeamento do fluxo de informação e material como sendo primordial para as empresas enxergarem seus desperdícios, servindo para direcionar as melhorias de fluxo que efetivamente contribuem para o alto desempenho, evitando a dispersão em melhorias pontuais, muitas das quais com pequeno resultado final e com pouca sustentação ao longo do tempo. O mapeamento do fluxo de valor, assim chamado, é utilizado para retratar o estado atual e o futuro ou “o ideal”. Por meio do mapeamento é possível enxergar o fluxo de material, informação e processo. Este processo de mapeamento ajuda a estabelecer a real necessidade e o foco apropriado de recursos disponíveis na solução de problemas. Segundo Rother e Shook (1999) o mapeamento do fluxo de valor é “uma ferramenta qualitativa com a qual se descreve em detalhe como a unidade produtiva deveria operar para criar fluxo. Números são bons para atuar como medida de urgência, o mapeamento é bom para descrever o que realmente deve ser feito para atingir esses números”.

O processo completo de mapeamento do fluxo de valor deve obedecer algumas etapas de elaboração. A Figura 2.3 mostra estas etapas.

A primeira consiste em definir a família de produto a ser utilizada no mapeamento. A definição por família facilita o mapeamento e foca os recursos para implementação das melhorias. A segunda etapa consiste em desenhar o estado atual,

levando-se em consideração o fluxo de informações e de material, permitindo que os envolvidos com o processo conheçam os dados importantes do processo. A terceira etapa é utilizada para definir o estado futuro com base nas oportunidades de melhorias descobertas no estado atual. A quarta e última etapa consiste na elaboração de um plano de trabalho para implementação do estado futuro, o qual é um fator decisivo para o sucesso da implementação.

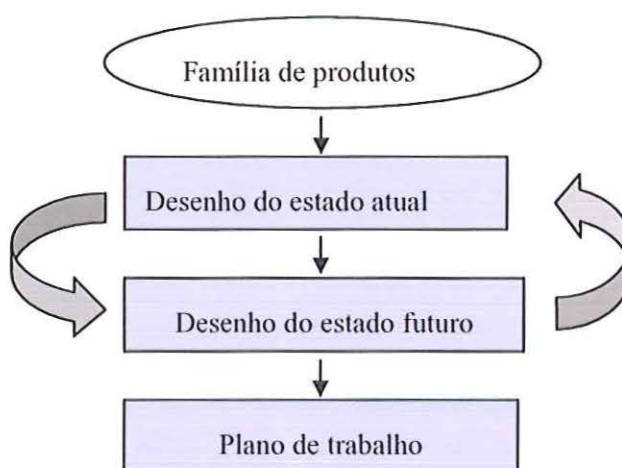


Figura 2.3 - Processo de elaboração do mapa do fluxo de valor

Fonte: Rother e Shook, 1999

As características de um fluxo de valor enxuto se baseiam na construção de um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. Tenta-se ligar todos os processos, desde o consumidor final até a matéria prima, em um fluxo regular sem retornos e que gere o menor *lead time*, com o melhor índice de qualidade e custo baixo (ROTHER e SHOOK, 1999).

O sucesso desta ferramenta depende não apenas de um bom mapeamento do fluxo, mas também de um bom planejamento e execução do plano de ação para as oportunidades encontradas.

O objetivo de mapear o fluxo de valor segundo Rother e Shook (1999) é destacar as fontes de desperdícios e eliminá-las por meio do fluxo de valor de um estado futuro. Na medida em que se desenvolvem os conceitos do estado futuro, oito perguntas chaves devem ser respondidas:

Pergunta 1 – Qual é o *takt time*? Para dar início na elaboração do fluxo enxuto, é necessário que o processo produtivo produza de acordo com seu *takt time*. Imai (2000)

descreve que *takt time* é uma “figura teórica” que informa quanto tempo é necessário para fazer um produto em cada processo. Na visão de Rother e Shook (1999) *takt time* é a frequência com que se deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender as demandas dos clientes. Ele é utilizado para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo das vendas. Produzir dentro do *takt time* parece simples, porém requer um esforço concentrado para:

- fornecer resposta rápida (dentro do *takt time*) para problemas;
- eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas;
- eliminar tempos de troca em processos posteriores.

Um outro esforço concentrado não enfatizado por Rother e Shook (1999) para assegurar que o processo produza dentro do *takt time*, é o acompanhamento sistemático do incremento de produção, o qual é denominado de *pitch*. *Pitch* é o incremento de produção referente a uma embalagem retirada do processo, podendo ser uma peça, ou um palete, ou um *container* produzido. Este acompanhamento possibilita à administração e ao time de trabalho visualizar rapidamente se o processo está respondendo ao *takt time*, tomando ações necessárias em momento real para manter o ciclo do processo conforme o *takt time*.

O cálculo do *takt time* é muito importante, pois ele é a base para todo o trabalho padronizado. Segundo Picchi (2003), *takt time* é o tempo disponível dividido pela demanda do cliente.

Na metodologia de padronização, a qual propõe um novo conceito de cálculo do *takt time*, o tempo disponível utilizado para o cálculo considera o tempo referente a todas as perdas que ocorrem no processo. Este *takt time* de acordo com a metodologia é chamado de *takt time meta*, que é utilizado também para calcular a utilização de operador e máquina descritos no Capítulo 3.

Pergunta 2 – O fluxo deve produzir para um supermercado de produtos acabados ou para a expedição? Rother e Shook (1999) descrevem que este passo da elaboração do fluxo é baseado no tipo de demanda do cliente. As demandas podem aumentar ou diminuir de forma não previsível, não dando às empresas a certeza sobre a confiabilidade das mudanças a serem feitas no estado futuro. Por esta razão, empresas podem optar por criar um supermercado de produtos acabados e então mais tarde aproximar do objetivo de produzir para a expedição.

A Figura 2.4 mostra um exemplo de produzir para supermercado de produto acabado ou para a expedição.

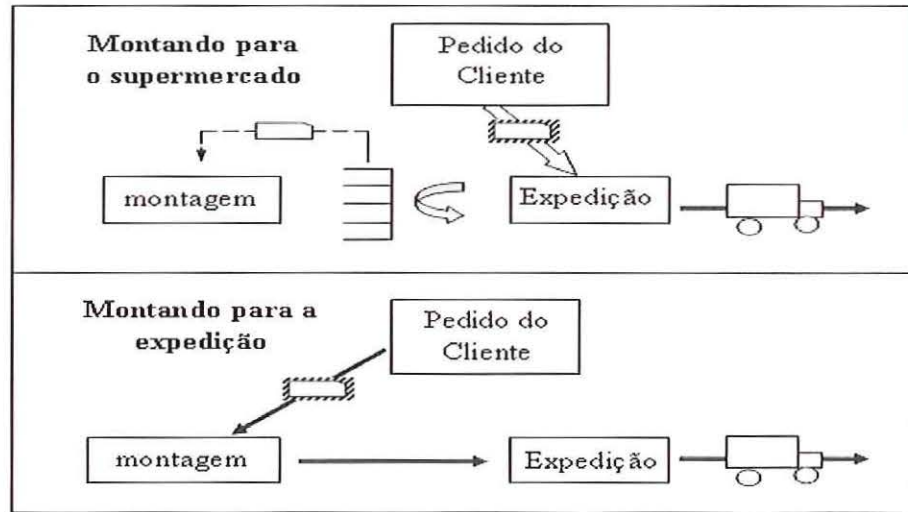


Figura 2.4 – Fluxo de produção para supermercado ou expedição

Fonte: Rother e Shook, 1999

Pergunta 3 – Onde é possível usar fluxo contínuo? O fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio para outro sem nenhuma parada entre eles. O fluxo contínuo é o modo mais eficiente de se produzir. Por isso muita criatividade deve ser usada ao tentar implementá-lo. A Figura 2.5 exemplifica a diferença entre uma configuração de processo em ilhas isoladas e uma outra em fluxo contínuo. Para melhor entendimento da figura é apresentada a legenda abaixo:

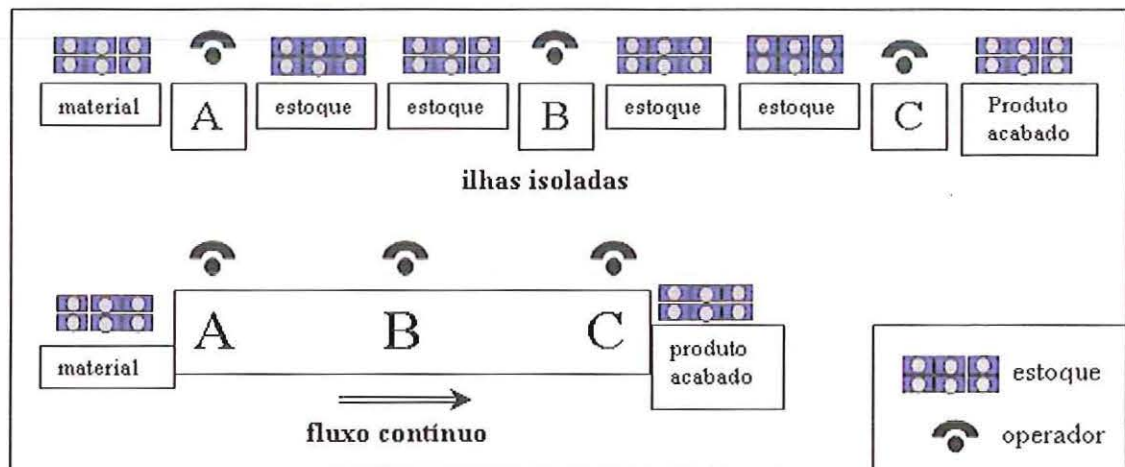


Figura 2.5 - Comparativo entre processo em ilhas e fluxo contínuo

Fonte: Rother e Shook, 1999

Lean Institute Brasil (2003) descreve que supermercado é um local onde um estoque predeterminado é mantido para fornecimento aos processos subsequentes. Normalmente eles se localizam próximo ao processo fornecedor. Uma abordagem não enfatizada por Rother e Shook (1999), porém utilizada para este trabalho é o conceito de supermercado entre postos de trabalhos. Dessa forma, dá-se ênfase para supermercados entre postos de trabalho e não entre processos. Em alguns casos em células de fabricação ou de montagem, devido à problemas de construção de equipamento, de características de processo ou ainda de espaço físico, não é possível distribuir de maneira homogênea as atividades para cada posto de trabalho. Esta distribuição desigual de carga de trabalho pode resultar em ociosidade de operador ou máquina. O uso de supermercado entre postos pode reduzir esta ociosidade uma vez que ele permite ao operador do posto onde o tempo de ciclo de trabalho é menor, formar um estoque padronizado podendo então executar outras atividades não cíclicas relacionadas com a célula de fabricação. Pode existir situação em uma célula de fabricação ou de montagem em que um posto de trabalho baseado na demanda necessite de operadores em apenas um turno enquanto os demais postos necessitem operar em dois turnos devido à diferença de ciclos de trabalho. Neste caso, uma vez exploradas todas as possibilidades de distribuição de carga de trabalho entre os postos, um posto cujo tempo de ciclo é mais rápido, poderia produzir para um supermercado dimensionado, o qual teria a função de manter célula de fabricação em operação, mesmo quando este posto de tempo de ciclo menor não operar. Este conceito possibilita melhorar o resultado do indicador de utilização de operador.

Pergunta 4 – Onde usar sistemas de puxar com base em supermercados para controlar a produção de processos anteriores? Frequentemente há pontos no fluxo onde o fluxo contínuo não é possível e a produção por lotes se torna necessário. Pode haver muitas razões para isto, incluindo:

- processos localizados em fornecedores estão distantes e o transporte de uma peça de cada vez não é factível;
- alguns processos têm um lead time muito alto e não são muito confiáveis para se ligarem diretamente a outros processos em um fluxo contínuo.

Para esses casos onde o fluxo contínuo é interrompido, a criação de supermercados se faz necessário. Supermercados são estoques de peças controlados e puxados pelo processo posterior. A Figura 2.6 mostra um exemplo de supermercado.

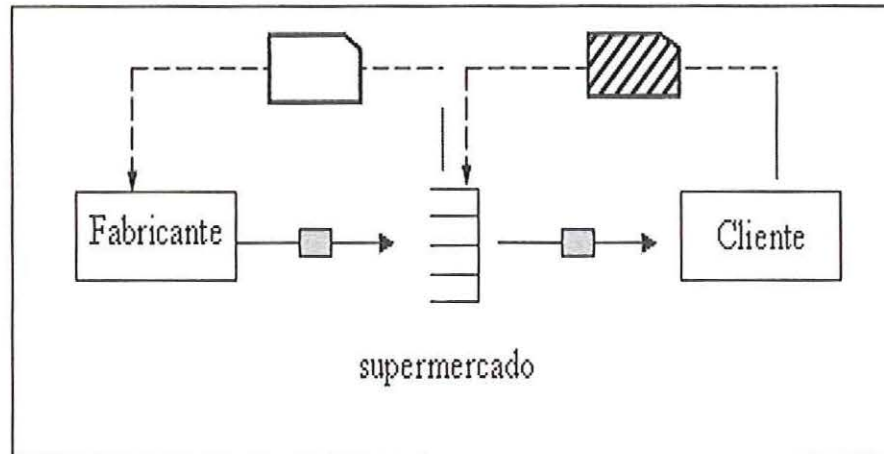


Figura 2.6 - Sistema puxado com base em supermercado

Fonte: Rother e Shook, 1999

Pergunta 5 – Em que único ponto será enviado a programação (processo puxador)? Rother e Shook (1999) afirmam que em um fluxo de valor enxuto porta à porta, é necessário programar apenas um ponto. Este ponto é chamado de processo puxador, porque a maneira como se controla a produção neste processo, é que define o ritmo de todos os processos anteriores. A seleção deste processo puxador também determina quais elementos do fluxo de valor tornam-se partes do *lead time* do pedido do cliente até o produto final. A Figura 2.7 mostra exemplos de seleção de um processo puxador.

Pergunta 6 – Como nivelar o mix de produção no processo puxador? A maioria dos departamentos de montagem provavelmente acha mais fácil programar longas corridas de um tipo de produto e evitar as mudanças, (ROTHER e SHOOK, 1999). Nivelar a produção significa distribuir a produção de diferentes modelos uniformemente durante um período de tempo.

Por exemplo, ao invés de montar todos os produtos “tipo A” em um turno e todos os modelos “tipo B” em outro turno, nivelar significa alternar repetidamente entre menores lotes de “A” e “B”.

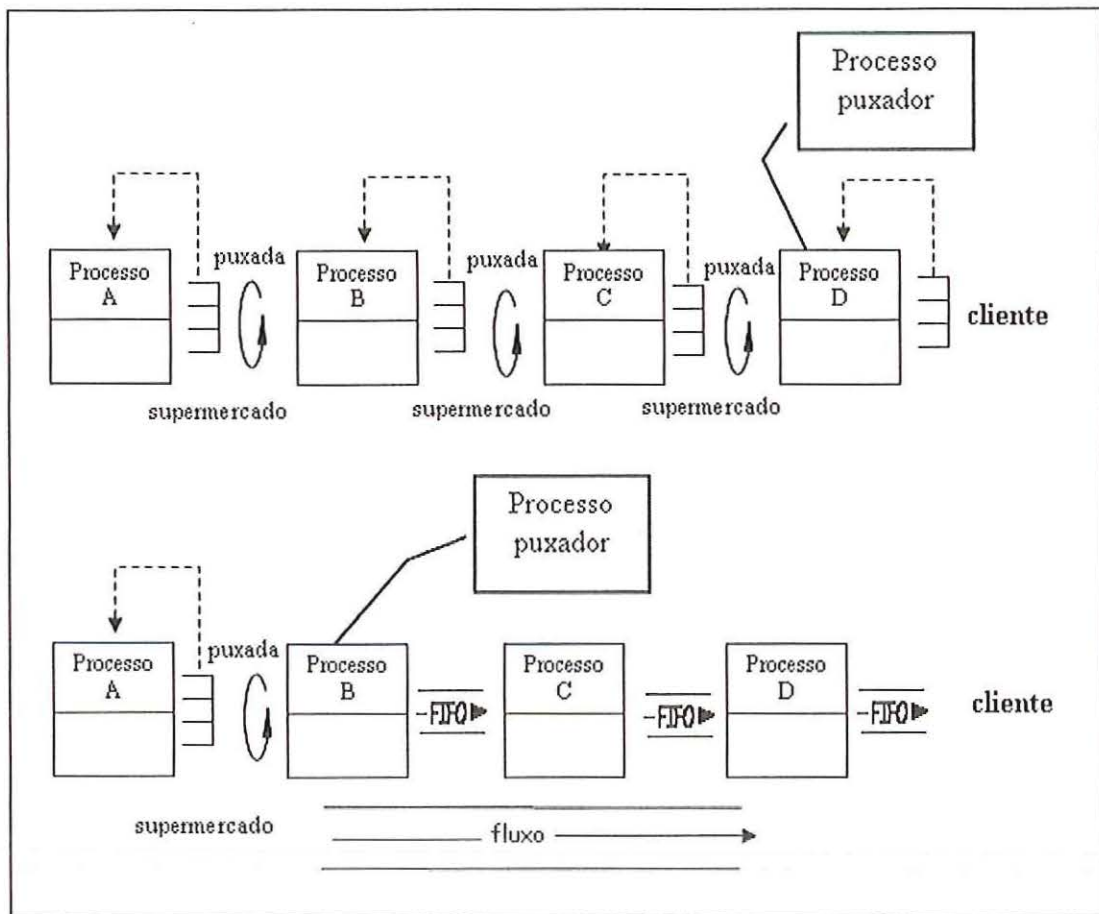


Figura 2.7 - Seleção do processo puxador

Fonte: Rother e Shook, 1999

Rother e Harris (2001) descrevem que se a programação do cliente para o processo puxador flutua por longos períodos, algumas empresas optam por capacitar as máquinas, operadores e materiais bem acima da demanda média de longo prazo para evitar a falta de peças para os clientes. Porém por maior que seja a variação de demanda do cliente é possível com a criação de supermercados de produtos acabados entre o processo puxador e o cliente, nivelar a programação dos processos anteriores e atender as demandas dos clientes. O custo de se manter um supermercado com sistema kanban é freqüentemente bem menor que manter uma capacidade extra. A Figura 2.8 exemplifica um nivelamento de *mix* de produção.

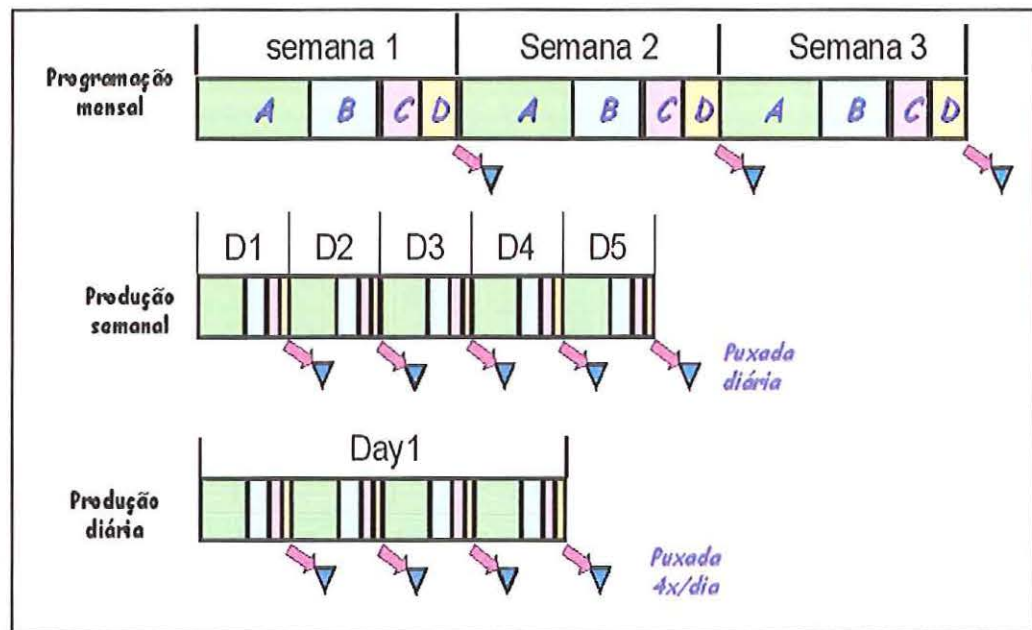


Figura 2.8 – Nivelamento de *mix* de produção

Fonte: Delphi 2003

Pergunta 7 – Que incremento de trabalho será produzido e liberado consistentemente no processo puxador? Segundo Rother e Shook (1999), muitas empresas liberam grandes lotes de trabalho para seus processos no chão de fábrica, o que causa problemas como:

- falta de noção de *takt time* (não há uma “imagem *takt*”) e nenhuma “puxada” a qual o fluxo de valor pode responder;
- o volume de trabalho normalmente ocorre de forma irregular no decorrer do tempo, com picos e depressões que causam sobrecarga extra nas máquinas, pessoas e supermercados;
- difícil monitoração da situação, “estamos atrasados ou adiantados”;
- alteração na seqüência dos pedidos devido à liberação de grande quantidade de trabalho para o chão de fábrica, aumentando o lead time;
- não há respostas às demandas dos clientes conforme *takt time*, devido ao fluxo de informação muito complexo.

Portanto é importante estabelecer a sistemática de medição do incremento de produção, permitindo um monitoramento sistemático da taxa de produção e apontamento de problemas que possam prejudicar o bom desempenho da célula de fabricação ou de montagem.

Pergunta 8 – Quais melhorias no processo serão necessárias para o fluxo de valor comportar-se como o projeto do estado futuro? Segundo Rother e Shook (1999) a responsabilidade pelas melhorias do fluxo de valor é basicamente da gerência. Ela deve entender que seu papel é enxergar o fluxo total, desenvolver uma visão de um fluxo enxuto melhorado para o futuro. O plano de ação deve ser elaborado pelo time multifuncional, formado por funcionários das áreas de operações diretas que agregam valor ao produto. A administração deve instigar e motivar esse time para que a execução das ações planejadas atinja os objetivos traçados para o estado futuro.

2.2.4 Produção puxada e o fluxo de valor

É grande o número de empresas que ainda praticam o sistema de produção empurrada, não valorizando a fabricação de produtos baseada na demanda de seu cliente “seguinte”. O cliente “seguinte” pode ser definido como sendo o cliente final, aquele que compra o produto ou mesmo aquele cliente interno, que processa o produto fornecido pelo processo anterior. Neste caso um fornecedor que realiza um tratamento superficial de um componente em uma das fases do processo também deve ser considerado como se fosse um dos clientes interno dentro do fluxo de produção.

Ao apresentar o fluxo de valor é impossível não tratar o conceito de produção puxada. DELPHI (2003) conceitua o sistema de produção puxada, *pull systems*, como sendo um importante sistema de controle e gerenciamento de estoques, sendo este controle pré-requisito para redução de custo do fluxo de valor. Um processo enxuto existe se o produto acabado for mantido em um supermercado no final do processo. Este supermercado deve ser dimensionado para atender a demanda do cliente e puxar a produção de processos anteriores. Também outros supermercados, uma vez necessários devem ser dimensionados e mantidos no final de cada processo anterior ao processo puxador, mantendo apenas o suficiente para repor os componentes retirados pelo processo seguinte. Este dimensionamento seja por meio de cartão kanban ou por *containers* deve ser atualizado conforme necessidade atual do cliente.

A Figura 2.9 apresenta uma visão da variação e tamanho dos estoques entre os processos de fabricação em um sistema empurrado e em um sistema puxado.

Um dos desperdícios atacados pela produção puxada é o inventário. Inventário é resultado do sistema de produção. Muitas vezes as empresas protegem os inventários de peças para assegurar que o cliente não ficará sem a peça.

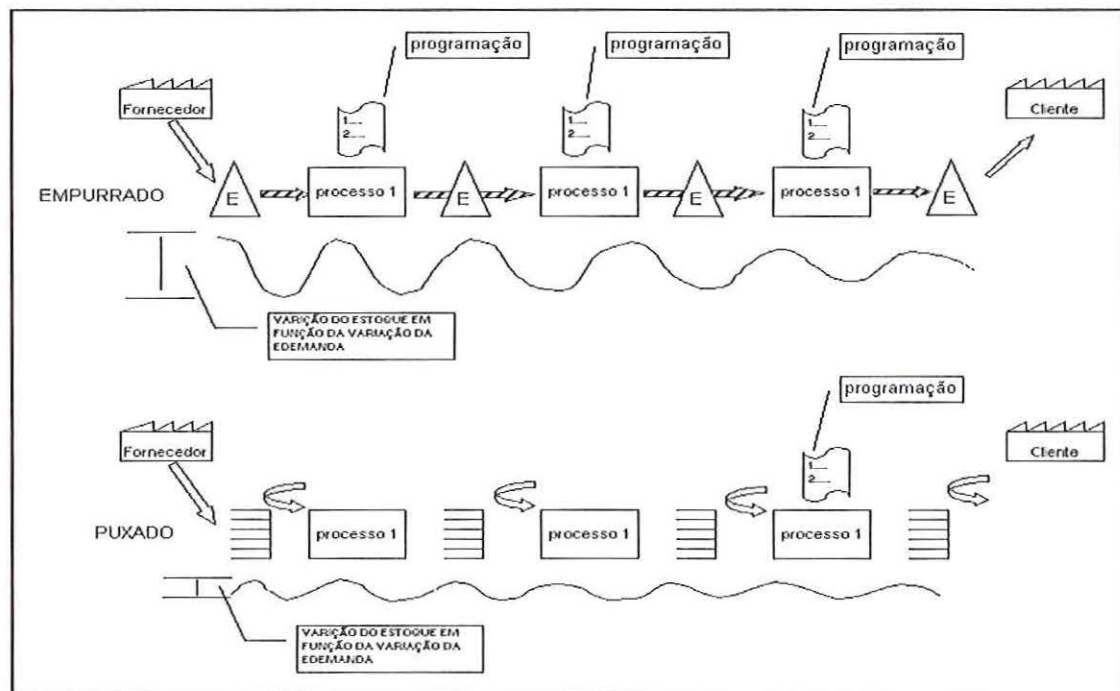


Figura 2.9 – Comparativo de variação de estoque (empurrado x puxado)

Fonte: Delphi, 2003

O grande desafio para estas empresas é responder o quanto elas devem proteger o inventário. A resposta para esta pergunta está em como o processo fabrica as peças:

- se o fabricante produz acima do que o cliente precisa, ou seja, acima do *takt time*, excesso de produção vai ocorrer;
- se o consumidor puxar mais do que o processo é capaz de fazer, haverá falta de peças.

A situação ideal é que as áreas que produzem e as áreas que puxam tenham o mesmo tempo de ciclo de produção. Desta forma o inventário será mantido no seu mínimo. A Figura 2.10 mostra a distinção de inventário entre um processo puxado e um processo empurrado.

DELPHI (2003) comenta que o sistema de manufatura deve ser desenhado para facilitar a distinção de uma condição normal versus uma anormal pelos operadores e pelas pessoas diretamente ligadas com a célula de fabricação ou de montagem. Esta distinção uma vez identificada permite a atuação para eliminação de anormalidades, reduzindo variações indesejáveis e proporcionando melhorias no processo.

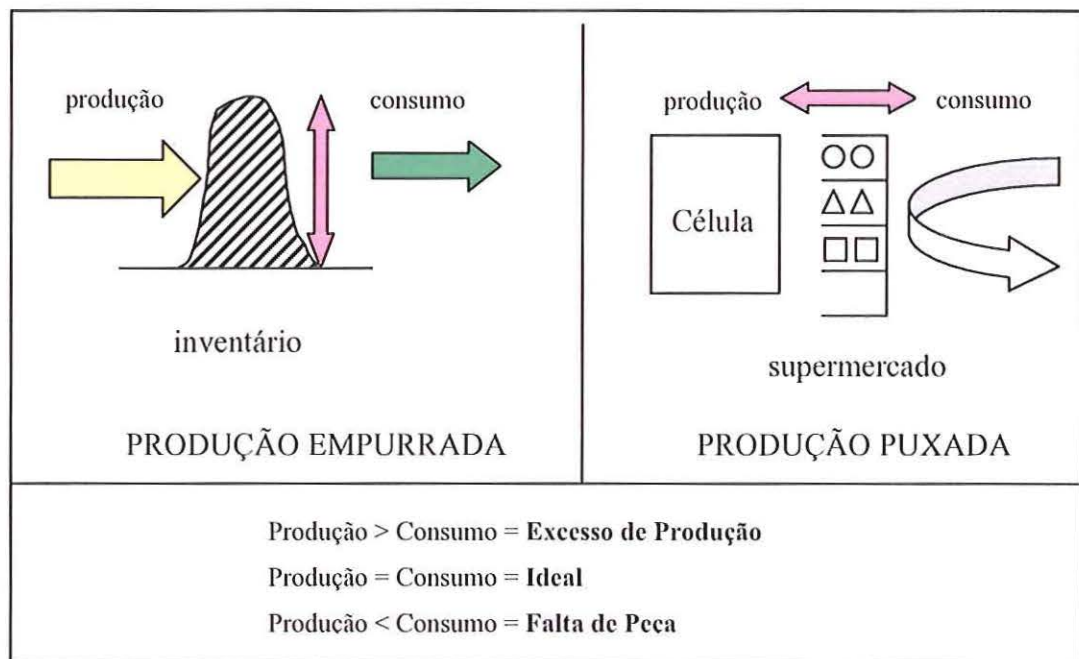


Figura 2.10 - Inventário no processo empurrado e puxado

Fonte: Delphi, 2003

Com uma célula padronizada os gestores de manufatura ou de montagem podem responder a seguintes perguntas:

- existe muito material produzido (excesso de produção), ou existe pouco (falta)?
- Pessoas não são utilizadas quando já foi produzido o necessário e a célula de produção está parada?
- Por que a célula de produção não está funcionando. O que está impedindo a produção, é a máquina, é o operador, é o material ou a área suporte?
- Está sendo produzida a peça certa, no momento certo?

Os benefícios alcançados com o sistema de produção puxada são percebidos em dois indicadores de desempenho: *lead time* de resposta ao cliente e utilização da mão-de-obra (DELPHI, 2003).

Lead time de resposta ao cliente é um indicador de desempenho que mede o tempo necessário para produzir um produto desde a ordem colocada até o envio ao cliente. Quanto menor for o *lead time* para atender uma ordem, maior será a satisfação

do cliente, menor deverá ser o tempo de resposta para problemas de qualidade, de quebra de equipamento, de falta de operador e de mudança de modelo.

No sistema de produção empurrada, a programação é fornecida para o primeiro processo, no início da linha de produção (DELPHI, 2003). Isso cria um efeito “empurrar” no momento em que os componentes estão sendo empurrados do primeiro processo para o último. O *lead time* de resposta ao cliente é todo este tempo de processamento da ordem recebida pela área de programação até o tempo em que o produto é recebido pelo cliente.

Já o sistema de produção puxada reage de acordo com a demanda. A programação pode ser fornecida no processo de montagem final ou o mais próximo deste. Os processos anteriores fabricam conforme seus supermercados dimensionados. Cada processo puxa exatamente o que ele precisa. O *lead time* de resposta ao cliente é representado pelo tempo de puxar o produto de um supermercado até a última operação do processo final. A Figura 2.11 apresenta uma comparação dos dois sistemas de produção, o empurrado e o puxado.

A utilização da mão-de-obra é um indicador de desempenho utilizado para medir o quanto de retorno o operador de produção proporciona à empresa com base na relação do tempo de ciclo padrão e o tempo de ciclo alcançado por este. Se algum dos supermercados estiver cheio, isto significa que o processo carregou o supermercado, devendo o operador parar de produzir. Isto cria uma condição anormal de excesso de produção, esgotando os lugares para se colocar peças, etc. Se o supermercado foi determinado corretamente e os operadores estão executando as atividades conforme determinado, esta situação pode significar:

- o processo está rodando em muitos turnos;
- talvez a célula esteja operando com muitas máquinas ou muitos operadores.

Estas informações são muito importantes para avaliar se a padronização está sendo respeitada ou não e permite decidir se a quantidade de turnos de trabalho, máquinas, ou operadores é a adequada, contribuindo nas ações que levam à redução de custo.

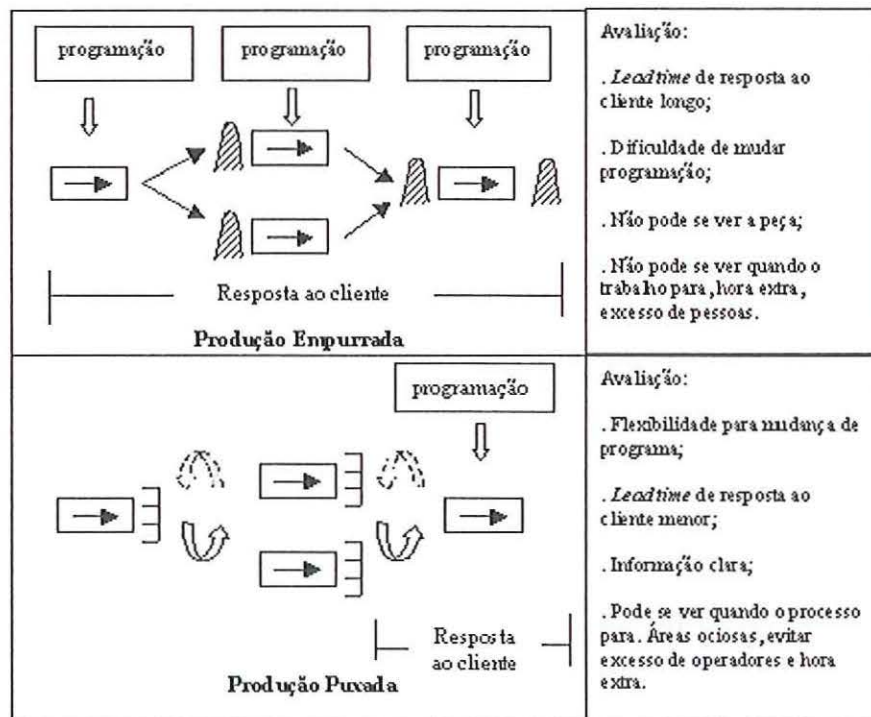


Figura 2.11 - Sistemas de produção empurrado e puxado

Fonte: Delphi, 2003

Uma das condições para que a produção puxada funcione de maneira satisfatória é a utilização do conceito de *FIFO*, ou *PEPS*, estas abreviaturas significam que o primeiro material que entra deve ser o primeiro a sair. Com esta prática, o consumidor pode facilmente ver qual é o próximo item a ser puxado. Uma vez a peça puxada do supermercado, esta é repostada, ficando desta forma as peças em uma determinada seqüência. O *FIFO* é usado para assegurar que a peça não será mantida por um tempo longo no supermercado e mais importante ainda, mantida em uma seqüência ideal de produção, o que garante que a peça não será perdida ou confundida, evitando perdas de tempo e garantido a entrega ao cliente (DELPHI, 2003).

A base para a produção puxada está na alta freqüência e pequenos lotes. Estes dois aspectos são chaves para um *lead time* de resposta ao cliente curto.

Freqüência significa quantas vezes o sinal é dado para o processo produtor fabricar a peça ou lote. Quanto maior for a freqüência, menor será o tamanho do lote e menor será o *lead time de resposta ao cliente*.

Tamanho de lote é uma quantidade de peças produzidas entre a troca de diferentes modelos (DELPHI, 2003). O tamanho do lote se baseia no ambiente atual de manufatura. Se o *lead time* de resposta ao cliente tem uma relação muito próxima com o

tamanho do lote entregue ao cliente, é importante buscar reduzir o tamanho das quantidades produzidas entre as trocas de modelos. Isto resulta na diminuição do *lead time* para o cliente.

A Figura 2.12 mostra a distinção do conceito de lote e frequência utilizado na produção empurrada e na puxada. Na parte superior da figura está representado o sistema empurrado e na inferior o sistema puxado.

	<p>Avaliação</p> <ul style="list-style-type: none"> . Frequência baixa – seqüência e prioridade são perdidas. . Produção de grandes estoques – dificuldade para manter supermercados. . Lotes com tamanhos enormes – programação sem flexibilidade.
	<p>Avaliação</p> <ul style="list-style-type: none"> . Frequência alta de produção – fácil construir peças corretas. . Lotes pequenos – fácil de manter o supermercado . Lotes com tamanhos menores – proporciona flexibilidade de programação e tamanho de

Figura 2.12 - Relação frequência versus tamanho de lote

Fonte: Delphi, 2003

São muitas as vantagens de se produzir em lotes pequenos:

- flexibilidade – respostas rápidas às mudanças de demanda dos clientes;
- lead times de resposta ao cliente curtos – rápido atendimento de pedido, lotes só seguem o fluxo após serem completados;
- produção suave e precisa – melhora a habilidade do gerente em planejar melhor;
- inventários menores – menor ocupação de áreas. Redução do custo de transportar, inventários são consumidos com mais frequência. Isto

diminui a possibilidade de deterioração ou obsolescência e aumenta a oportunidade para trocas de modelo;

- melhor controle de lotes e FIFO – menores lotes resultam em menores problemas, em menos retrabalho. Menores lotes ajudam a reduzir os custos da qualidade;
- fluxo de informação freqüente – fluxo de informação mais rápida para o processo produtivo, melhora o tempo de resposta para solução de muitos problemas.

A Figura 2.13 mostra como se torna fácil identificar e diferenciar situações normais de anormais no processo produtivo por meio do uso de supermercados. A localização dos supermercados possibilita o operador informar ao operador do processo seguinte que ele está na eminência de parar. Supermercado precisa ser repostado. Tudo é visual, desta forma os supermercados tomam a forma de pulmões entre os processos produtivos. O supermercado é uma das ferramentas utilizadas não só pelos supervisores, mas também pelos operadores no gerenciamento da produção.

O sistema para criar um supermercado deve garantir que:

- os supermercados sejam posicionados imediatamente ao lado do processo que produziu a peça. Se o supermercado for localizado longe do processo, o tempo de resposta para começar e parar sofre atrasos. Também o tempo de resposta para solução dos problemas aumenta;
- o ciclo de retirada seja curto. Ciclo de retirada é o movimento de retirada do material do supermercado. Ele deve ser apenas de uma operação para outra;
- tenha alta freqüência de retirada. Quanto mais rápido o sinal chegar no processo que irá produzir a peça, mais rápido o supermercado será repostado, conseqüentemente menor deverá ser o tamanho do supermercado, liberando espaços e tornando o sistema mais gerenciável;
- lotes sejam pequenos. Uma lógica para determinar o tamanho do lote deve ser desenvolvida. Se o tamanho do supermercado for muito grande, o seqüenciamento e prioridade podem ser perdidos, resultando no aumento da dificuldade para enxergar visualmente o que precisa ser produzido. Se o tamanho do supermercado for muito pequeno, o

processo de produção pode não ter a capacidade para manter a taxa de produção da peça que está sendo puxada.

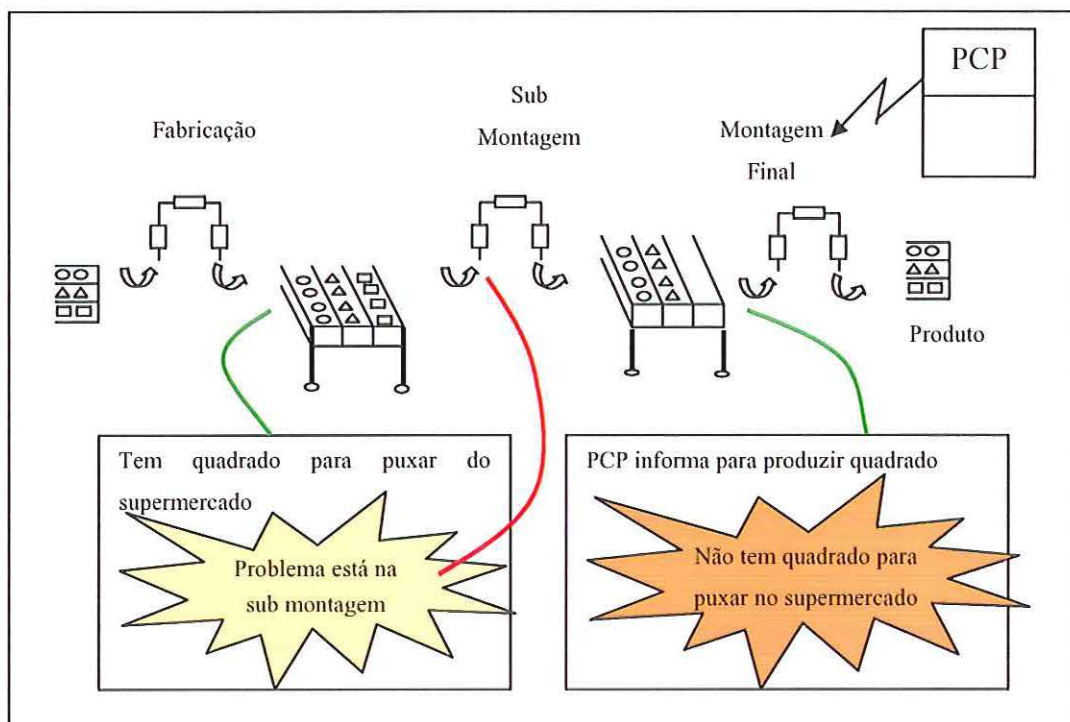


Figura 2.13 - Conexões de uma produção puxada

Fonte: Delphi, 2003

2.2.5 Resposta rápida

Conforme Delphi (2001a), a ferramenta “Resposta Rápida” facilita a obtenção de soluções imediatas para perdas relacionadas ao processo produtivo. Estas perdas são entendidas como *down time* e *lost time*. *Down time* se refere à quebra de máquinas e *Lost time* a parada de linha devido por exemplo, a falta de funcionário, de material, de programa de produção, execução de reuniões inesperadas e etc..

O objetivo desta ferramenta é estabelecer uma sistemática que assegure uma resposta rápida para as solicitações dos operadores. Alguns passos necessários para implementação do sistema de resposta rápida são definidos a seguir:

Passo 1 - sistema andom. Andom é um sistema de indicação sonora ou luminosa que possibilita que todos enxerguem e ouçam o status da situação do momento, tal como: status de produção corrente, condição de estoque, de qualidade, chamadas para assistência em condições anormais de quebra, etc. Este procedimento envolve os

operadores no processo de verificação da qualidade para contenção do problema, impedindo que eles sejam passados para as operações seguintes.

Passo 2 – procedimento escalonado. O procedimento escalonado é definido como sendo um documento que padroniza o tempo de algumas ações para endereçar resposta para paradas de produção. A tabela 2 mostra um exemplo de documento como uma proposta de padronização de escalonamento.

Tabela 2 - Tabela de escalonamento

	Condição esperada	Informar coordenador (peças/hora)	Informar supervisor (peças/hora)	Informar gerente (peças/hora)
Produção / hora	145	116	101	87
desempenho	100%	80%	70%	60%

Passo 3 – alinhamento dos recursos dentro do fluxo enxuto para atuar rapidamente na solução de problemas. O time de suporte geralmente são formados por grupos multifuncionais localizados em áreas dispersas dentro da empresa. Delphi (2001a) descreve que este distanciamento das pessoas que compõem o time suporte tem como resultado uma comunicação pobre, falta de direcionamento e respostas demoradas. Decisões que são requeridas com a participação imediata do time, não podem ser tomadas quando os recursos estão espalhados pela fábrica.

Recursos organizados por grupos funcionais têm a tendência de seguir sua própria agenda, que são independentes do objetivo comum. Todos acabam tendo uma perspectiva estreita do chão de fábrica. O time de suporte preocupado com o status do processo de fabricação deve conhecer a situação de produção de todos os processos.

Dois aspectos são importantes para que este passo seja compreendido e executado: primeiro, os recursos para o suporte precisam estar definidos pelo responsável do fluxo enxuto, ou seja, pelo responsável do sistema de produção, o qual provê consistentes direções e propostas. Ele usa muitos “chapéus” e é responsável por todos os aspectos da produção. O segundo aspecto está na valorização da locação dos times de suporte próximos do processo produtivo, facilitando a atuação nos principais eventos.

2.2.6 Troca rápida de ferramenta

Embora a metodologia de padronização que é proposta neste trabalho não aborde diretamente o assunto troca rápida, os conceitos de produção enxuta apresentados neste tópico facilitam a compreensão sobre a distribuição e balanceamento de atividades dos operadores.

Shingo (2000) descreve que no *set up* pode haver distinção de atividades que permite classificá-lo em dois tipos:

- *set up interno* (TPI – Tempo de Preparação Interna), tais como a montagem ou remoção das matrizes, que podem ser realizadas somente quando a máquina estiver parada;
- *set up externo* (TPE – Tempo de preparação externo), tais como o transporte das matrizes já utilizadas para o almoxarifado ou transporte das novas para a máquina, operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Este conceito é utilizado de maneira análoga pela metodologia de padronização, onde em uma célula de fabricação ou de montagem haja operadores realizando atividades cíclicas e não cíclicas. Quando Isto ocorre, o operador pode, em função de um longo tempo para executar as atividades não cíclicas, ficar parado o suficiente para se tornar o novo gargalo da célula.

Shingo (1996) comenta que a produção em grandes lotes como resposta a grandes pedidos é aceitável, mas a maior parte da produção resulta da combinação de pedidos repetitivos de pequenos volumes.

As vantagens e desvantagens na produção de grandes lotes estão descritas abaixo.

Vantagens:

- relação do tempo de set up com a operação principal baixa. Reduz as horas homem operacionais aparentes;
- a existência de estoque facilita o balanceamento de carga da fábrica;
- estoques servem como pulmão para aliviar problemas de qualidade e quebra de máquina que possam surgir;
- estoques podem servir para atender pedidos imprevistos.

Desvantagens:

- resulta em um menor giro de capital, prejudicando o desempenho financeiro;
- estoques não agregam valor e um enorme espaço físico é desperdiçado;
- estoques exigem infra-estrutura para gerenciá-lo, como prateleiras, empilhadeiras, mão-de-obra, containers, identificação, etc.;
- grandes lotes significam enormes tempos de processamento, o que significa que pedidos novos fatalmente terão atraso na entrega, pois a seqüência da programação apenas utilizará os novos estoques assim que acabar com os velhos;
- a qualidade do estoque se deteriora com o tempo, principalmente se o produto é perecível.

Dadas estas vantagens e desvantagens, é possível verificar que os custos de produção caem consideravelmente quando a produção é realizada a partir de grandes lotes, porém os custos de armazenagem gerados pelos estoques em um momento zeram esta redução de custo e até mesmo aumenta os custos de produção dependendo do tamanho do estoque gerado a mais pela fabricação.

Portanto um estoque de peças cujo tamanho seja bem dimensionado pode reduzir os custos de fabricação. O tamanho de lote está relacionado com o tempo gasto com a troca de modelo ou de ferramenta.

Shingo (2000) conceitua a troca rápida de ferramentas (TRF) considerando quatro estágios conforme Figura 2.14. Os quatro estágios envolvem a distinção entre troca interna e troca externa. Esta distinção possibilita ao gestor enxergar as oportunidades de cada estágio e todos os seus aspectos podem ser racionalizados. O sistema de troca rápida descrita por Shingo (2000) visa realizar a troca de ferramentas em menos de dez minutos, ou seja, trocar a ferramenta em um tempo não maior que um dígito de minutos. Esse sistema é conhecido também por SMED (*Single Minute Exchange of Die*).

Estágio 0 - o estágio zero é classificado como estágio inicial em que a troca de ferramentas ocorre de maneira tradicional. Neste estágio o *set up* interno se mistura com o externo, ocasionando paradas longas de máquinas.

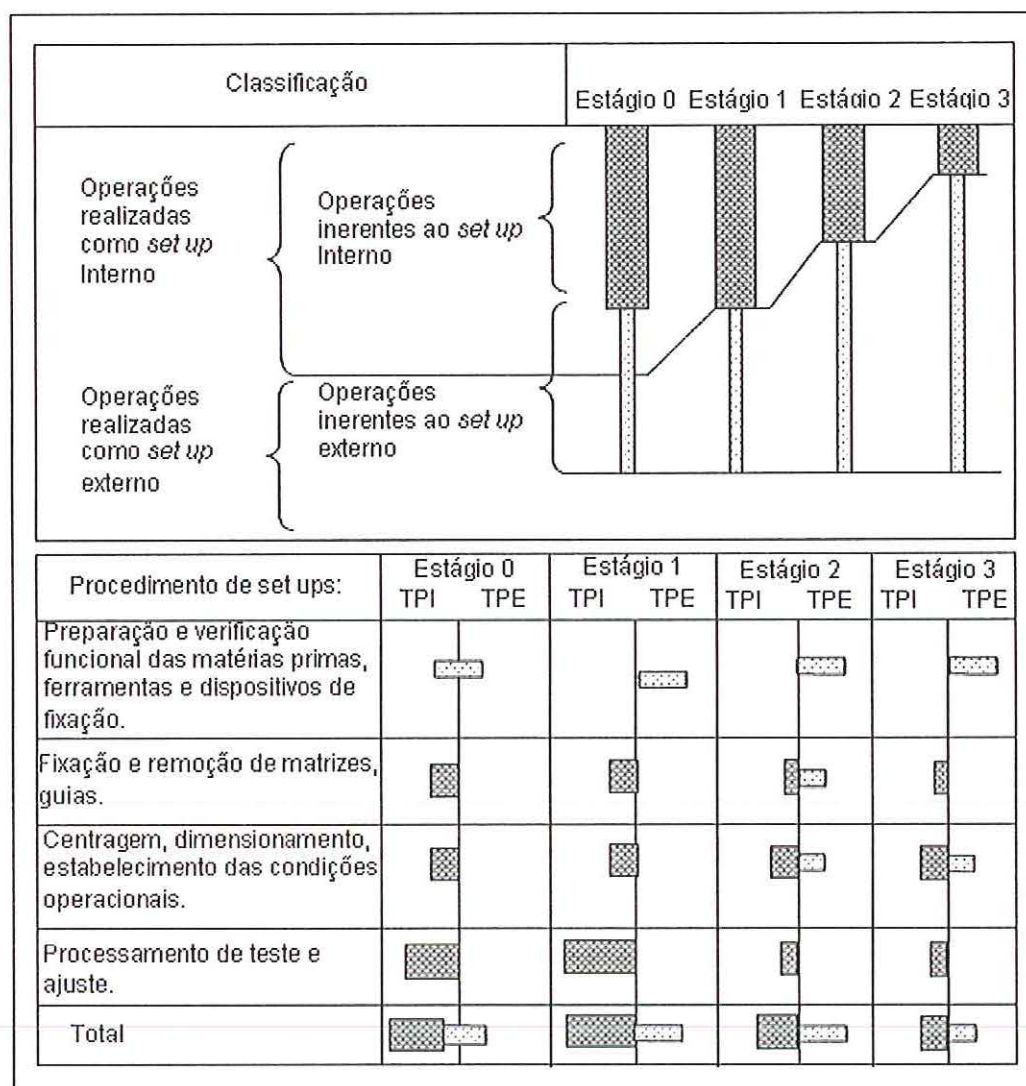


Figura 2.14 - Estágios conceituais para melhoria de *set up*

Fonte: Shingo, 1996

Uma forma de analisar este estágio é com a utilização de tomadas de tempo e uma boa análise no chão de fábrica. Filmar este momento é uma atividade importante para identificar todos os elementos que compõem o *set up*.

Estágio 1 – este estágio é classificado como segundo passo, o qual é responsável por distinguir uma preparação externa de uma interna. É freqüente se observar a realização de preparação externa enquanto a máquina está parada. Segundo Shingo (2000), é possível reduzir até 50% o tempo necessário para *set up* interno depois de um esforço científico para transformar ao máximo as atividades de *set up* interno em *set up* externo.

Estágio 2 – neste estágio se encontra o terceiro passo. Após a distinção do que é set up interno e set up externo, o próximo passo é converter *set up* interno em externo. Para este estágio duas noções são importantes:

- reexaminar as operações para verificar se algum passo foi erroneamente dado como interno;
- encontrar meios para converter estes passos em set up externo.

Estágio 3 – este é o último estágio classificado como o passo 4 é responsável pela racionalização de todos os aspectos da operação. Cada elemento do *set up* deve ser estudado e reduzido ao máximo por meio de otimização e melhoria no tempo de execução.

Os estágios 2 e 3 precisam ser executados seqüencialmente, podem ser praticamente simultâneos, porém o 2 refere-se à análise propriamente dita e o 3 à execução.

2.2.7 Balanceamento de máquina e operador

Segundo Imai (2000) o tempo de ciclo é o tempo real que cada operador e máquina leva para concluir a operação. As anormalidades são fatos que ocorrem no dia a dia de uma fábrica e toda vez que elas surgem o tempo de ciclo é prolongado.

O balanceamento de máquina e operador é uma das mais importantes ferramentas da manufatura enxuta. O balanceamento permite conhecer e reduzir a variância tanto nos tempos de ciclos de máquinas quanto nos tempos de ciclos de operadores, proporcionando uma melhor distribuição de carga de trabalho dentro da célula de fabricação ou de montagem e permite também de uma maneira gráfica identificar a capacidade instalada do processo produtivo por meio da identificação da restrição.

Slack et al (1999) define como capacidade de operação o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo que um processo pode realizar sob condições normais de operação.

Com freqüência, entretanto, as organizações encontram-se com algumas partes de sua operação funcionando abaixo de sua capacidade, enquanto outras partes estão em sua capacidade máxima. As partes que estão trabalhando em sua capacidade máxima representam as restrições de capacidade de toda a operação (SLACK et al, 1999).

A abordagem feita por Slack sobre restrição considera que em algumas organizações existem restrições de operação e o autor não conceitua restrição como sendo uma única. A padronização por meio da ferramenta de balanceamento de operador e máquina define com exatidão a restrição de uma operação, seja ela definida pelo operador, ou definida pela máquina. Uma vez identificada uma restrição na operação, ou seja, o tempo de ciclo de trabalho mais longo, é possível definir a capacidade instalada da operação.

A seguir o balanceamento é apresentado em duas partes. A primeira conceitua o balanceamento de máquina e a segunda o balanceamento de operador.

Balanceamento de máquina:

Delphi (2001) define o balanceamento de máquina como um processo de implementação de oportunidades de melhorias que busca:

- minimizar as perdas de qualidade, quebra de máquina, troca de modelo;
- minimizar a diferença de cada componente cíclico, usando o tempo de ciclo do sistema como referência;
- assegurar que existe capacidade suficiente para atender a demanda do cliente baseado no takt time.

Os componentes do tempo de ciclo efetivo das máquinas resultam de eventos cíclicos e não cíclicos como mostra a Tabela 3. Eventos cíclicos ocorrem a cada ciclo de máquina e eventos não cíclicos não ocorrem a cada ciclo de máquina. É importante ressaltar que é sempre em eventos não cíclicos que geralmente as perdas se associam com o sistema de manufatura. Outro fato importante é que enquanto alguns eventos não cíclicos ocorrem completamente ao acaso, existem outros eventos não cíclicos que são de certa forma previsíveis.

No processo de balanceamento de máquina, uma avaliação cuidadosa de cada componente individual do tempo de ciclo efetivo de máquina possibilita identificar oportunidades de melhoria.

Delphi (2001) descreve algumas estratégias que devem ser utilizadas no balanceamento de máquina.

Tabela 3 - Tabela de componentes de ciclo efetivo de máquina

Componentes de um ciclo efetivo de máquina	
Cíclico	Não Cíclico
<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de máquina • Trabalho Manual enquanto a máquina espera 	<p>Não cíclico ao acaso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perda de ciclo devido a problema de qualidade • Perda de ciclo devido à quebra de máquina <p>Não cíclico previsível:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Troca de modelo

Fonte: Shingo, 1996.

Para todos os tipos de operações:

- identificar oportunidades de melhoria, tal como reprojeter e simplificar o produto, para reduzir o custo, melhorar a disponibilidade de equipamento e aumentar a qualidade;
- simplificar equipamento antes de automatizar. Automatizar em primeiro lugar operações relacionadas com segurança e qualidade.

Para operações com tempo de ciclo abaixo do tempo de ciclo do sistema:

- comprar equipamentos mais lentos e menos complexos, menos caros e mais confiáveis;
- combinar ou adicionar atividades de outras operações para aumentar o tempo de trabalho.

Para operações com tempo de ciclo acima do tempo de ciclo do sistema:

- desenvolver trocas de modelos rápidos;
- reduzir quantidade de peças rejeitadas;
- melhorar a disponibilidade e confiabilidade das máquinas;
- melhorar apresentação de peças na operação, mais próxima a ponto de uso;
- investigar possibilidade de separar operações, fisicamente ou formando estoques chamados de buffers do sistema principal;
- aplicar técnicas de gerenciamento de gargalo.

Balanceamento de operador:

Delphi (2001) define balanceamento de operador como sendo uma ferramenta para estabelecer e documentar a habilidade de operadores para suportar o fluxo balanceado de material no sistema de manufatura. Esta ferramenta possibilita criar um sistema integrado que proporciona condições de operações eficientes e seguras, como também estabelecer flexibilidade de produção para o sistema produtivo.

O balanceamento documenta as melhores práticas, as quais geram benefícios como:

- um ambiente de trabalho seguro no qual se considera em primeiro plano as condições de ergonomia e de segurança;
- definição e padronização do conteúdo total de trabalho do operador no sistema e facilidade na divisão do trabalho do operador em uma seqüência individual de trabalho;
- auxílio no balanceamento do sistema como um todo, pois compara a seqüência individual do operador com todas as outras seqüências e com o tempo de ciclo do sistema;
- desenvolvimento de configurações de células que permitem variar sua produção de acordo com a demanda do cliente;
- formação da base para desenvolver o trabalho padronizado do operador, eliminando variações entre operadores e turnos.

Os dados de entrada são os tempos dos elementos de trabalho de cada operador.

Os tempos dos elementos são:

- tempo do trabalho manual do operador enquanto a máquina espera;
- tempo de trabalho manual do operador enquanto a máquina opera;
- tempo de caminhada do operador;
- tempo de espera do operador enquanto a máquina opera.

Delphi (2001) descreve que a ferramenta de balanceamento de operador disponibiliza informações de grande valor para o sistema produtivo. Algumas destas informações estão descritas a seguir:

- tempo de ciclo total do operador;
- tempo do ciclo total da operação;

- ocupação do operador em relação ao ciclo total de operação;
- taxa de operação não cíclica por intervalo;
- produção por período e por configuração da célula;
- quantidade de operadores baseado no ciclo e configuração da célula;
- quantidade de operadores baseado na configuração da célula e *takt time*.

2.2.8 Ergonomia

Delphi (2003a) descreve que com a eclosão da II Guerra Mundial, novos aparatos tecnológicos surgiam: submarinos, aviões, radares e tanques foram desenvolvidos rapidamente, tornando-se indispensáveis nos campos de batalha. Como subproduto desse esforço de guerra, as primeiras reuniões surgiam na Inglaterra com a finalidade de avaliar os novos conhecimentos adquiridos. Como resultado destas reuniões em 12 de julho de 1949, ao contrário de outras ciências, cujas origens se perdem no tempo, nascia-se a ergonomia.

No entanto sua aplicação nas indústrias tomou uma conotação de menosprezo, servindo muito pouco para a elaboração de novos projetos. Este fato pode ser observado facilmente na forma de construção interna dos antigos automóveis, ou mesmo no *design* de diversos equipamentos domésticos desenvolvidos naquela época.

Atualmente a ergonomia difundiu-se em praticamente todos os países do mundo. Ela serve de base para projetos e equipamentos de todos os produtos que direta ou indiretamente se destinam ao homem.

Um processo padronizado implica na realização de tarefas repetitivas. Além da distribuição correta da carga de trabalho aplicada a um operador, este processo precisa assegurar que o operador não venha a sofrer problemas ergonômicos por realizar tarefas repetitivas. Portanto, uma avaliação ergonômica do posto de trabalho durante a padronização faz parte da metodologia proposta.

Lida (1995) define que “ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, filosofia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento. Os objetivos práticos da ergonomia são: a segurança, a satisfação e o bem estar dos trabalhadores no seu relacionamento com os sistemas produtivos”. Ergonomia é uma palavra formada por termos gregos. *Ergo* significa trabalho e *nomos* significa regras ou leis naturais.

Uma outra definição de ergonomia apresentada por Weerdmeester (1995), é de que a ergonomia se aplica aos projetos de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.

A ergonomia contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações industriais (LIDA,1995). Isso pode ser feito basicamente por meio de três vias: aperfeiçoamento do sistema homem-máquina, organização do trabalho e melhoria das condições do trabalho.

A organização do trabalho deve permitir a redução de atividades e esforços repetitivos, de ritmos mecânicos impostos ao trabalhador e de falta de motivação provocada pela pouca participação dos operadores nas decisões sobre seu próprio trabalho.

A aplicação sistemática da ergonomia na indústria segundo Lida (1995) é feita identificando-se os locais onde ocorrem problemas ergonômicos. Esses podem ser reconhecidos por certos sintomas como alto índice de erros, acidentes, doenças, absenteísmos e rotatividade dos empregados. Por trás dessas evidências podem estar uma não adaptação às máquinas, falhas na organização do trabalho ou deficiências ambientais que provocam tensões musculares e psíquicas nos trabalhadores.

Na metodologia de padronização proposta é utilizada uma das ferramentas de análise ergonômica em prática na Delphi. Esta ferramenta consiste em um questionário que verifica as solicitações de braços e mãos durante a execução da atividade.

2.2.9 Padronização

Campos (1992) descreve que nas empresas modernas do mundo a padronização é considerada a mais fundamental das ferramentas gerenciais. Na Qualidade Total a padronização é a base para as rotinas. A situação das empresas brasileiras no tocante a padronização, relata o autor, não é boa, pois falta literatura e faltam educação e treinamento das pessoas que ocupam cargos de chefia. Campos (1992) comenta que nas raras empresas que se consideram padronizadas, este assunto tem sido relegado aos técnicos, quando de fato é um encargo essencialmente gerencial. As pessoas que ocupam cargos gerenciais precisam entender que a padronização é o caminho seguro para a produtividade e competitividade em nível internacional, pois é uma das bases onde se assenta o moderno gerenciamento.

Campos (1992) define padronização utilizando-se de uma metáfora, a qual retrata que em uma pequena tribo no passado, na qual a alimentação básica era o peixe,

pescava-se de alguma forma, até que alguém testou uma rede feita de cipó e pegou uma quantidade maior de peixes com menor trabalho. Evidentemente que os outros habitantes da aldeia, tendo em vista os resultados obtidos, passaram a utilizar a rede como método de pesca. Estava assim padronizado o método de pescar de rede. Mais tarde alguém julgou que seria melhor utilizar fios de juta de cipó para fazer a rede. Tentou e isto resultou numa maior quantidade de peixes com menor trabalho. Os outros imediatamente adotaram a idéia (padronizaram).

O autor faz alguns comentários importantes sobre a metáfora:

- ninguém era obrigado a padronizar o método da pesca, fizeram isto porque dava melhor resultado;
- a padronização é meio. O objetivo é conseguir os melhores resultados.
- o método padronizado não é fixo. Ele pode ser melhorado para a obtenção de melhores resultados. Se os resultados forem melhores os outros adotarão o método revisto;
- No contexto da metáfora não havia naquela época necessidade de registrar o método. A memória da aldeia era a memória das pessoas. Hoje a sociedade é complexa e para garantir a padronização é necessário registrar de forma organizada (em papel ou em memória de computador) e conduzir formalmente o treinamento no trabalho.

A padronização deve ser vista dentro das empresas, desta mesma forma, como algo que trará melhorias em qualidade, custo, cumprimento de prazo, segurança, etc. Grande parte das causas de problemas das indústrias brasileiras se deve a variações na execução de tarefas encontradas entre os diferentes turnos de trabalho. Padronizar é reunir as pessoas e discutir o procedimento até definir aquele que for melhor, treinar as pessoas e assegurar-se de que foi consensado. Desta forma o trabalho nos vários turnos estará padronizado. A padronização das empresas é em grande parte “voluntária” e informal, ou seja, as pessoas discutem aquilo que está padronizado, estabelecem o procedimento padrão e o cumprem. Sua alteração é possível a até incentivada como forma de se melhorar os procedimentos (CAMPOS, 1992).

Alguns resultados da padronização na área de produção segundo Campos (1992) são apresentados abaixo:

- melhoria da capacitação técnica dos operadores;

- permite delinear claramente o objetivo do trabalho e consolidar o lema “o estágio subsequente é o cliente do precedente”;
- consolida a segurança do trabalho;
- possibilita a incorporação de melhorias ao trabalho, assim como o nascimento de outras idéias positivas;
- permite a melhoria da qualidade e da produtividade;
- diminuição do nível de estoque;
- diminuição do tempo de preparação das máquinas;
- realização dos trabalhos de manutenção compartilhados pelos próprios operadores;
- diminuição do tempo de interrupção do trabalho;
- incorporação das idéias dos próprios operadores para melhorar ou facilitar o trabalho junto à linha;
- permite a gestão da rotina, da qualidade e do custo de forma efetiva;
- possibilita a execução de programa de educação e de treinamento dos operadores;
- a própria autogestão por parte dos operadores desenvolve o espírito da auto-responsabilidade.

Outro aspecto importante da padronização está na forma como a gerência se compromete e ao mesmo tempo busca o comprometimento dos operadores e engenheiros para implementação do trabalho padronizado. Uma literatura que ajuda a entender melhor esta forma de interação entre a gerência e os operadores é o artigo “Decodificando o DNA do Sistema Toyota de Produção”, apresentado por Spear e Bowen (1999),

Spear e Bowen (1999) descrevem que na fábrica da Toyota as atividades dos operadores, os pulmões entre estações de trabalho e o fluxo de produção são rigidamente documentados e ao mesmo tempo as operações da Toyota são enormemente flexíveis e adaptáveis a mudanças. As atividades e processos são constantemente desafiados para atingir níveis de desempenho maiores, o que coloca a Toyota na condição de continuamente inovar e melhorar. Para entender o sucesso da Toyota é preciso compreender o paradoxo de que a rigidez nas especificações é o que possibilita a flexibilidade e a criatividade (SPEAR e BOWEN, 1999).

Spear e Bowen (1999) descrevem que o Sistema Toyota de Produção cria uma comunidade de cientista. Quando a Toyota define uma especificação para o processo, é estabelecido um conjunto de hipóteses que podem ser testadas. Em outras palavras é seguido métodos científicos para fazer mudanças. O fato de que os métodos científicos são tão enraizados na Toyota, explica porque o alto grau de especificações e estrutura na companhia não promove o controle e comando do ambiente de trabalho conforme as pessoas podem esperar.

Spear e Bowen (1999) comentam que ao ver às pessoas executando seus trabalhos e ao ajudá-las a desenhar o processo de produção, nós aprendemos que o sistema atualmente estimula os operadores e gerentes a participarem em um tipo de experimento que é largamente reconhecido como a pedra fundamental de uma organização que aprende. Isto é o que distingue a Toyota de todas as outras empresas que estudamos.

Spear e Bowen (1999) apresentam quatro regras que fazem da Toyota uma empresa de sucesso: a primeira regra é saber como as pessoas trabalham, a segunda explica como as pessoas se conectam uma com a outra, a terceira regra define como uma linha de produção deve ser construída e a quarta e última regra mostra como a Toyota melhora seus processos.

As quatro regras observadas no Sistema Toyota de Produção descritas por estes autores têm uma relação muito forte com a metodologia de padronização proposta. Esta relação é evidenciada na forma como a Toyota define e especifica as atividades de produção mantendo uma preocupação diferenciada no treinamento de seus operadores para atingir os resultados esperados. A seguir são apresentadas de forma detalhada as quatro regras.

Primeira regra: segundo Spear e Bowen (1999) os gerentes da Toyota entendem que o “diabo está nos detalhes”. Por esta razão eles asseguram que todo o trabalho é intensamente especificado como conteúdo do trabalho, seqüência, ritmo e taxa de produção. As fábricas da Toyota, devido aos operadores (novos, velhos e supervisores) naturalmente oferecerem algumas variações, mas basicamente seguem uma seqüência bem definida de passos para um trabalho específico. Isto é claramente percebido quando por algum fato anormal a execução do trabalho é desviada da forma especificada. Ao chamar os operadores para executarem as atividades em uma seqüência de passos bem definida, eles são direcionados a praticar as atividades e testar duas hipóteses: a primeira hipótese é testar se o operador está corretamente capacitado para executar a atividade e

a segunda hipótese testada é se a atividade quando executada atende a produção especificada. Se uma destas hipóteses não estiver de acordo com o esperado, isto indica que a atividade precisa ser redefinida ou o operador precisa ser novamente treinado.

Esta regra é fundamental, pois considera a participação direta dos operadores na elaboração dos padrões.

Segunda regra: Spear e Bowen (1999) descrevem como um operador se conecta com o outro. Cada conexão precisa ser padronizada e especificada sem nenhum equívoco. A padronização deve considerar o operador envolvido, a forma e a quantidade de componentes ou serviços a serem fornecidos, a forma como a demanda de cada cliente é colocada e se o tempo para execução das atividades está de acordo com o esperado. Esta regra prevê a criação de um relacionamento de cliente-fornecedor entre cada posto de trabalho. Como resultado, não existe uma zona “cinza” de atuação quando é preciso decidir quem faz o que e para quem. Quando um operador precisa de assistência, não há confusão em saber quem deve ajuda-lo, como esta ajuda será disparada e que tipo de serviço será liberado. Na Toyota os sistemas *andon* e cartões *kanban* direcionam a ligação entre os fornecedores e clientes internos. As *conexões* são muito suaves como a passagem de bastão numa olimpíada. Elas são bem elaboradas e executadas. Muitas empresas alocam substancial recurso na coordenação de pessoas, mas suas *conexões* não têm um bom direcionamento e são confusas. Em muitas empresas solicitações de material e serviços frequentemente levam operadores de produção a uma rotina indefinida e confusa. Muitas vezes o próprio supervisor é chamado para ajudar, pois uma pessoa específica não foi designada para movimentar o material. A Toyota percebe que a desvantagem neste caso é que algumas coisas que são responsabilidade de todos se tornam responsabilidade de ninguém.

Terceira regra: de acordo com Spear e Bowen (1999), a terceira regra define como construir uma linha de produção. Toda linha de produção na Toyota é montada de forma que cada fluxo de produto ou serviço seja simples e bem definido. O fluxo não deve mudar a menos que a linha seja totalmente reprojeta. Em princípio, não há bifurcações que prejudiquem o fluxo em nenhuma cadeia de suprimentos da Toyota. O ponto principal da terceira regra é que produtos ou serviços não seguem para a próxima máquina ou operador disponível, mas sim para uma máquina ou operador específico. Se por alguma razão este operador ou máquina não estiver disponível a Toyota enxerga isto como um problema que deve resultar no reprojeto da linha. Esta terceira regra se opõe aos conselhos convencionais de linha de produção. De acordo com as diretrizes da

Toyota quando uma fábrica inicia suas operações, todo tipo de peças segue apenas uma rota, ou fluxo, através da fábrica. Nesta regra a hipótese testada é que cada fornecedor conectado na rota é necessário e nenhum fornecedor não conectado é necessário. Por esta razão é que a especificação da próxima máquina ou operador se faz necessário, evitando desta maneira qualquer dúvida quanto a rota a ser seguida pela peça ou serviço. Se fornecedores de peças querem por conta própria desviar produção para outra máquina ou ajudar algum outro operador cuja ajuda não foi designada a ele, a Toyota conclui que a demanda atual ou a capacidade atual não estão de acordo com as expectativas. Novamente aqui como na primeira e segunda regra o processo deve ser reprojetoado, permitindo assim à Toyota continuar sendo flexível e respondendo rapidamente às expectativas.

Quarta regra: segundo Spear e Bowen (1999) a quarta regra explica como melhorar o processo. A identificação de problemas é apenas o primeiro passo. Para as pessoas realmente fazerem mudanças é preciso que elas saibam como fazê-las e quem é responsável por fazê-las. A Toyota ensina às pessoas como melhorar, não esperando que elas aprendam apenas por meio de experiências pessoais. É justamente neste ponto que a regra quatro aparece. As melhorias são realizadas por meio de um método específico sob orientação de professores atingindo até os níveis mais baixos da organização. Os trabalhadores de destaque fazem as melhorias em sua própria estação de trabalho e seus supervisores provêm diretrizes, recursos e ensinamentos. Se algo entre o fornecedor e o cliente está anormal, os dois elaboram e implementam a melhoria para que a conexão atenda às expectativas. Quando mudanças maiores são feitas, a Toyota assegura que times de melhorias são criados a partir de pessoas diretamente afetadas e de pessoas responsáveis por supervisionar as rotas envolvidas.

Imai (1996) apresenta as principais características de um trabalho padronizado:

- a melhor, mais fácil e mais segura forma de executar o trabalho: os padrões representam muitos anos de sabedoria e *know-how* dos funcionários. Quando funcionários que trabalham em turnos diferentes fazem seu trabalho de forma diferente, a gerência falha, pois a gerência deve melhorar o padrão. Os padrões tornam-se a forma mais eficiente, segura e eficaz em termos de custos de execução do trabalho;
- a melhor forma de preservar o *Know-how* e o *expertise*: quando um funcionário mantém o conhecimento da atividade consigo e deixa a empresa, esse *know-how* também deixará a empresa com ele e não

restará conhecimento algum. Portanto os padrões transformam o conhecimento tácito em explícito, formalizando o conhecimento na empresa;

- medir o desempenho: com base em padrões estabelecidos, os gerentes podem medir o desempenho individual. Sem padrões não há uma forma justa de se fazer avaliações do funcionário e processo;
- mostrar as relações entre causa e efeito: a ausência de padrões ou não cumprimento destes, pode levar invariavelmente à anormalidade, variabilidade e perdas;
- base para manutenção e melhoria: por definição, o cumprimento de padrões significa manutenção das práticas atuais e a atualização de padrões significa melhoria. Sem padrões não há como avaliar se a melhoria foi feita ou não. O primeiro dever da gerência é manter o padrão. Quando falhas ocorrem por falha ou falta do padrão, a gerência deve imediatamente elaborar o padrão correto para a atividade que gerou a falha. Diz-se freqüentemente que onde não há padrão, não pode haver melhoria. Por esta razão, os padrões são bases tanto para manutenção quanto para melhoria;
- objetivos simples e compreensíveis: os padrões devem comunicar de uma maneira simples e compreensível. Normalmente surgem sob a forma de documentos escritos, mas às vezes, figuras, esboços e fotografias podem ser utilizados, desde que facilitem a compreensão das atividades;
- a base para o treinamento: quando os padrões são definidos a próxima etapa é treinar os operadores até que se tornem capazes para executar o trabalho de acordo com o padrão;
- uma base para auditoria ou diagnóstico: No *gemba* os padrões de trabalho freqüentemente são exibidos, mostrando as etapas vitais e os pontos de verificação do trabalho do operador. Esses padrões ajudam indubitavelmente os operadores como um lembrete, mas mais importante, são exibidos para ajudar os gerentes a verificar se o trabalho está sendo executado conforme o padrão. A principal tarefa do supervisor no *gemba* é verificar condições normais versus anormais com base no

padrão estabelecido e tomar as ações necessárias para corrigir o problema;

- e finalmente, embora não menos importante, um meio de impedir a recorrências e minimizar as variações: Somente quando padronizamos o efeito de um evento *kaizen*, podemos esperar que o mesmo erro não se repita. Portanto a padronização é parte integrante de garantia de qualidade de um processo e de um produto.

A Figura 2.15 mostra uma visão do que Imai (1996) procura abordar. A padronização tem o objetivo de facilitar às pessoas envolvidas no processo distinguirem uma situação normal de uma anormal e tomar as ações necessárias.

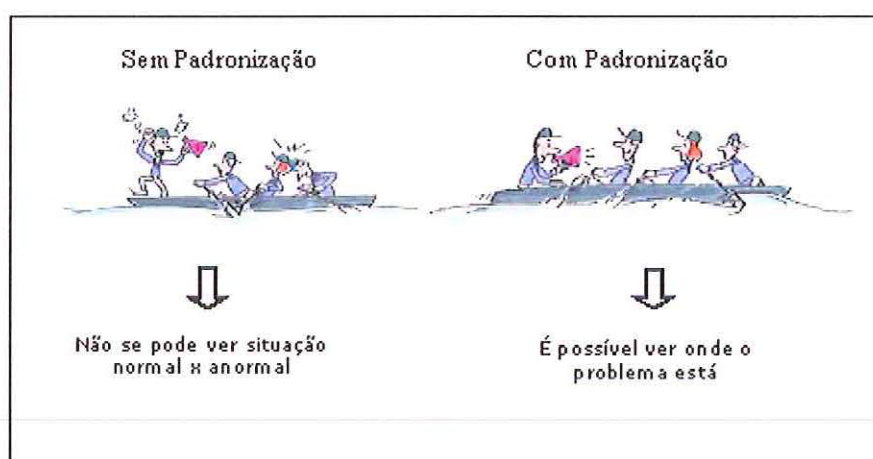


Figura 2.15 – Processo padronizado

Fonte: Delphi, 2003

3 FERRAMENTAS DO SISTEMA DE MANUFATURA DELPHI

Este capítulo tem o objetivo de descrever as ferramentas do Sistema de Manufatura Delphi integradas na metodologia de padronização.

Visando facilitar a compreensão das ferramentas a serem apresentadas neste capítulo, são descritos abaixo alguns termos conceituais utilizados pela metodologia:

- ATT Actual Takt Time é o tempo de ciclo gargalo da célula (maior tempo de ciclo entre operador, máquina ou esteira);
- TTM Takt Time Meta é o tempo de ciclo de uma peça (tempo em que a peça é fabricada para atender o cliente);
- TTMop Takt Time Meta aplicado ao operador;
- TTMmq Takt Time Meta aplicado à máquina;
- □ Somatória;
- CT Tempo total de ciclo de uma peça em um posto
- CTop Tempo total de ciclo de uma peça aplicada ao operador; (elementos cíclicos, não cíclicos e andar para operador)
- CTmq Tempo total de ciclo de uma peça aplicada à máquina; (ciclo de máquina , mais descarregar/carregar máquina);
- ET Tempo de ciclo de elemento;
- ETop Tempo de ciclo de elemento do operador (apenas os elementos cíclicos para operador);
- ETmq Tempo de ciclo de elemento de máquina (apenas o ciclo puro para máquina);
- OEE Over-all Equipment Efficient (eficiência geral da célula de fabricação).

Com o objetivo de facilitar a compreensão das ferramentas, é apresentado a seguir um conceito importante relacionado ao conteúdo de trabalho do operador e da máquina utilizado pela metodologia.

Como mostra a Figura 3.1, o conteúdo de trabalho do operador é composto pelo:

- tempo de trabalho cíclico (ET);
- tempo de trabalho não cíclico;
- pelo andar realizado pelo operador;
- e pela espera forçada (aguardando ciclo de máquina).

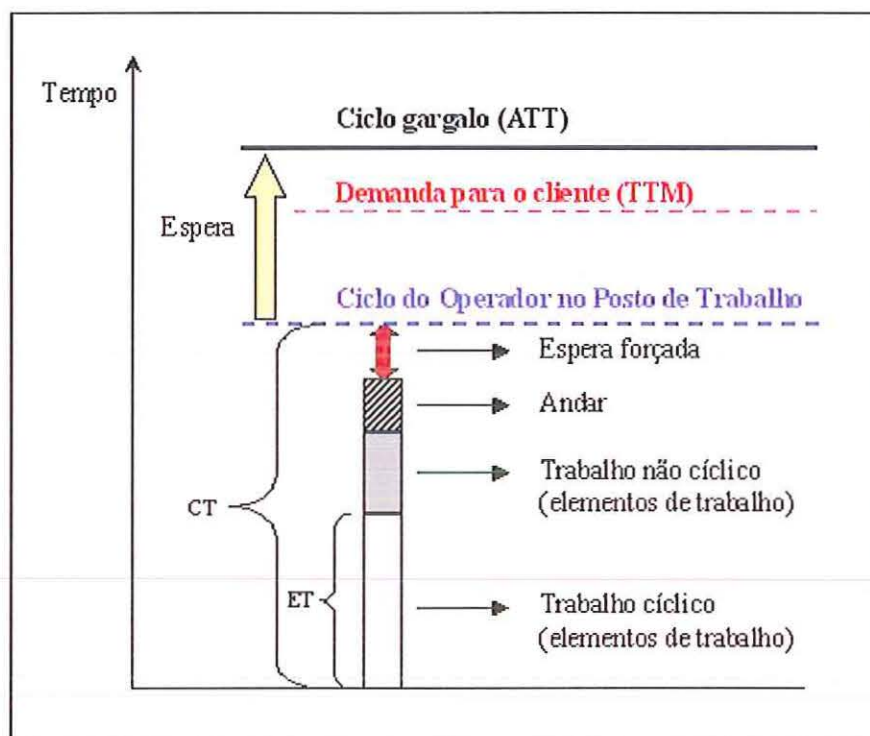


Figura 3.1 – Conteúdo da atividade do operador

O ATT pode ser definido pelo tempo de ciclo mais lento, podendo ser ditado por um operador, por uma máquina ou por uma esteira. A seta amarela indica a perda deste operador com relação ao tempo de ciclo gargalo da célula de fabricação, o ATT. O tempo de ciclo CT do operador neste exemplo da Figura 3.1 é resultado da soma do tempo de ET, trabalho não cíclico, andar e espera forçada.

O conteúdo de trabalho de uma máquina é apresentado na Figura 3.2, o qual é composto pelo:

- tempo de ciclo de máquina (ET);

- e tempo de carregar e descarregar a máquina.

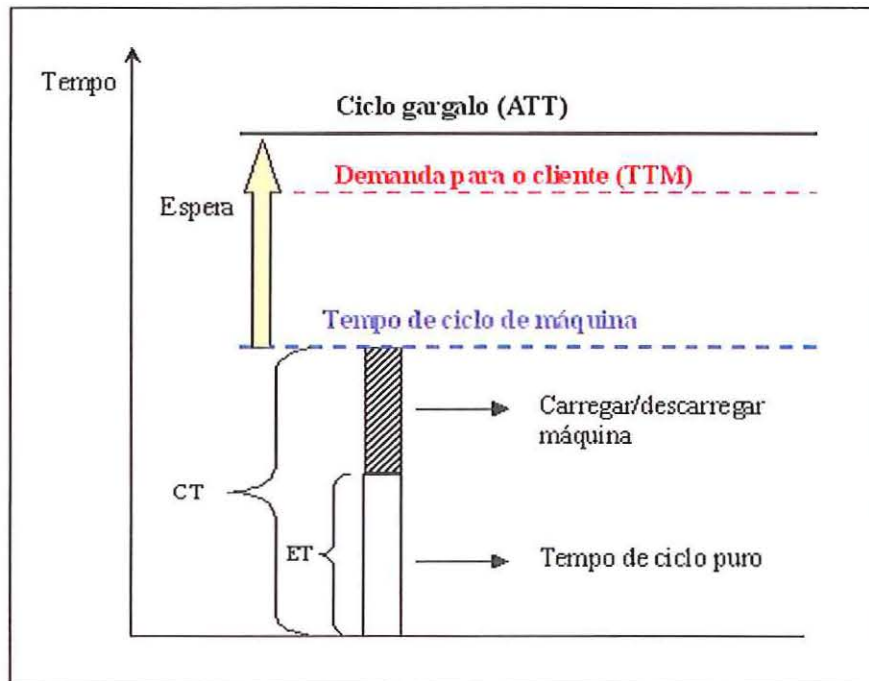


Figura 3.2 – Conteúdo da atividade da máquina

O tempo de ciclo de máquina CT neste exemplo é resultado da soma dos tempos de ET com os tempos manuais de carregar e descarregar a máquina.

3.1 Planilha do Takt Time Meta (TTM)

Esta ferramenta é utilizada para calcular e projetar o TTM da célula de fabricação a ser padronizada. O cálculo é realizado logo após a identificação do tempo de ciclo gargalo da linha (ATT).

A planilha que calcula o TTM é apresentada no Capítulo 5, Figura 5.12. Ela é auto-explicativa e considera quatro principais componentes para o cálculo do TTM: a demanda do cliente, o ATT, o tempo previsto para operar e o OEE da célula de fabricação.

O OEE tem uma influência direta no cálculo do TTM. Para melhor entender esta influência, a Figura 3.3 ilustra como as perdas geradas pela célula de fabricação ou de montagem são incorporadas no cálculo do TTM. A letra A representa o tempo dedicado pelo time de produção para se produzir 1000 peças se não houvesse perda durante a fabricação, ou seja, a célula trabalharia 6 horas para concluir a produção.

Porém como é comum existir perdas em células de fabricação, a letra B representa o tempo adicional dedicado em função desta perda, ou seja, o tempo B de 2 horas é necessário para cobrir ineficiências da célula de fabricação durante a fabricação das 1000 peças.

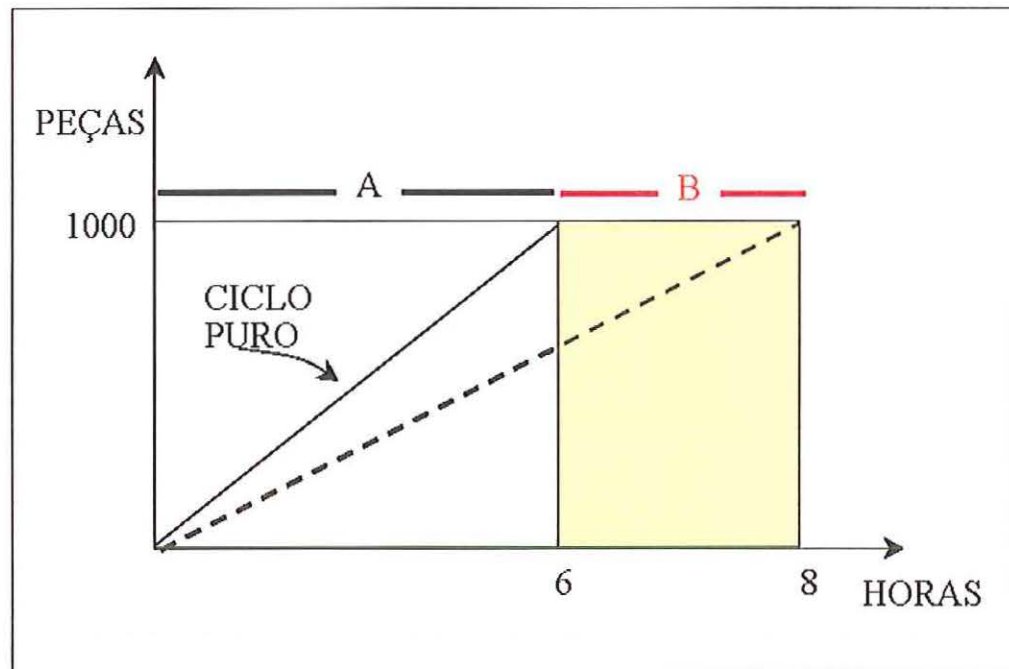


Figura 3.3 – Tempo disponível para o cálculo do Takt Time Meta

A célula de fabricação uma vez padronizada permite ao supervisor de produção e as outras pessoas envolvidas conhecerem as perdas e definirem um plano de ação confiável que quando implementado com sucesso possibilita a todo o time alcançar melhores desempenhos.

Esta confiabilidade no plano de ação deve ser traduzida em um desafio a ser alcançado a cada mês pelo time de produção. No exemplo da Figura 3.3 foi definido um desafio de 5% com base em um plano de ação. Sendo assim a expectativa é que a célula de fabricação opere com um desempenho melhor que o mês anterior. Este ganho de desempenho deve se traduzir em diminuição do tempo necessário para a produção da demanda de 1000 peças, comparado ao tempo necessário do mês anterior.

O exemplo abaixo mostra o cálculo do TTM utilizando os dados da Figura 3.3. O tempo total (A+B) é o tempo necessário para produzir mil peças.

$$TTM = \frac{(A+B) \times 0,95 \text{ horas}}{1000 \text{ peças}} \quad (1)$$

$$TTM = \frac{(6+2) \times 0,95 \text{ horas}}{1000 \text{ peças}} \quad (2)$$

$$TTM = \frac{7,6 \times 3600 \text{ hora/seg/horas}}{1000 \text{ peças}} \quad (3)$$

$$TTM = \frac{27360 \text{ seg}}{1000 \text{ peças}} \quad (4)$$

$$TTM = 27,4 \text{ Seg / peça} \quad (5)$$

3.2 Folha de Observação Inicial – (FOI)

O objetivo desta ferramenta é registrar e analisar alguns dados importantes do estado atual de um posto de trabalho, sendo esta, uma ferramenta estritamente de análise.

A Figura 3.4 apresenta uma visão desta ferramenta. Nela é possível se fazer anotações detalhadas sobre os elementos de trabalho cíclico e atividades não cíclicas realizadas pelo operador, bem como um rascunho do *lay out* do posto de trabalho indicando a posição das máquinas e presença e movimentações de operador e material. A FOI é uma ferramenta que não deve necessariamente ficar disponível no posto de trabalho, seu uso facilita o levantamento e análise dos primeiros dados para definição da melhor prática para a célula de fabricação no processo de padronização. Nela o observador registra:

- no cabeçalho, o número do posto de trabalho e o estoque atual de peças produzidas pelo posto;
- no lado esquerdo da folha, um rascunho geográfico da área de trabalho do operador;

- no lado direito superior, os elementos de trabalho cíclicos e as caminhadas que o operador executa durante um ciclo de trabalho para uma peça;
- todas as atividades não freqüentes, ou seja, não cíclicas devem ser registradas também no lado direito da folha logo abaixo dos elementos de trabalho cíclicos;
- no lado inferior direito em uma tabela, o observador deve registrar para cada atividade não cíclica o volume de peças produzidas por turno, como também a cada quantas peças ou a cada quantos minutos o operador executa a atividade não cíclica correspondente. Estes dados são importantes para estudar separadamente as atividades não cíclicas na ferramenta de elemento de trabalho não cíclico, apresenta mais à frente.
-

Também para auxiliar no levantamento dos dados iniciais, esta ferramenta apresenta alguns ícones importantes que são utilizados para indicar se durante a execução de certos elementos de trabalho o operador precisa ter algum cuidado especial com qualidade, segurança ou se este elemento de trabalho tem alguma ligação com a funcionalidade do produto.

Os ícones da folha de observação inicial são apresentados abaixo:



Inspeção de qualidade: indica que o elemento tem um tipo de inspeção de qualidade (visual, com dispositivo)



Segurança: mostra a presença de equipamentos de segurança a se utilizado pelo operador. Esta indicação é estritamente para o operador



Operação crítica: indica que o elemento tem uma ligação direta com a funcionalidade do produto ou utilização do usuário.



Estoque de produto processado



Operador



Operador trabalha sentado

Após levantamento de todos os elementos de trabalho e atividades não cíclicas executados pelo operador, o responsável pela elaboração da folha de observação inicial deve assegurar por regra que cada elemento tenha um tempo de duração no máximo dez

por cento do TTM. Se necessário, os elementos podem ser agrupados ou separados se transformando desta forma em um novo elemento de trabalho. Esta regra facilita a compreensão e utilização das demais ferramentas.

DELPHI		FOLHA DE OBSERVAÇÃO INICIAL - FOI																																												
Posto de trabalho		Operação			Estoque																																									
01		Crítica	Inspeção	Segurança	Quantidade	Símbolo																																								
					5																																									
					Elementos de trabalhos cíclicos Tirar peça da máquina 10 Carregar máquina 10 Acionar máquina 10 Andar até máquina 20 Tirar peça da máquina 20 Carregar máquina 20 Acionar máquina 20 Colocar peça no supermercado Voltar para máquina 10																																									
					Atividades NÃO Cíclicas 1 Preencher carta e controle (CEP) a cada 1 hora 2 Abastecer peça na máquina 10 a cada 50 peças																																									
					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Atividades NÃO Cíclicas</th> </tr> <tr> <th>Nr.</th> <th>Produção real/turno</th> <th>A cada quantas peças</th> <th>A cada quantos minutos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>900</td> <td>130</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>900</td> <td>150</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Atividades NÃO Cíclicas				Nr.	Produção real/turno	A cada quantas peças	A cada quantos minutos	1	900	130		2	900	150																									
Atividades NÃO Cíclicas																																														
Nr.	Produção real/turno	A cada quantas peças	A cada quantos minutos																																											
1	900	130																																												
2	900	150																																												

Figura 3.4 – Folha de Observação Inicial - FOI

Fonte: Delphi, 2003

3.3 Folha de Tomada de Tempo – (FTT)

O objetivo desta ferramenta é registrar e analisar a duração e a seqüência em que as atividades dos operadores ocorrem, sendo esta também, uma ferramenta estritamente de análise.

Na FTT apresentada na Figura 3.5, se registra os tempos dos elementos de trabalho e os tempos gastos pelo operador com movimentação, ou seja, com andares. Seu formato ajuda na definição do momento em que se inicia e se finaliza a execução de cada elemento. Esta ferramenta é utilizada para coletar e registrar:

- o nome da linha de produção, o posto de trabalho e a data de elaboração da planilha. Estes dados são do cabeçalho;
- todos os elementos de trabalho e movimentação na segunda coluna da planilha em uma ordem seqüencial. Por regra a seqüência deve respeitar o que acontece na prática. Os elementos devem estar enumerados seqüencialmente na primeira coluna. O andar não obedece esta enumeração seqüenciada, porém em substituição, todos os andares recebem na primeira coluna a letra “A”, de andar;
- na terceira e quarta coluna é registrado o momento em que um elemento começa e quando o mesmo termina respectivamente, ou seja, estas colunas são utilizadas por regra para definir o ponto inicial e final de cada elemento de trabalho. Esta regra é importante, pois orienta o responsável pela medição de tempo quanto ao momento que deve acionar o cronômetro para iniciar ou terminar uma medição. Para definição do ponto inicial e final é recomendado usar três referências: ouvir (quando ele começa); toque (quando o operador toca a peça); andar (o elemento termina quando o operador começa andar);
- Os tempos de cada elemento ou andar nas colunas enumeradas de 1 a 10. Algumas vezes a medição de tempo pode levar um tempo considerável comparado com medições anteriores ou posteriores. Isto pode estar ligado com um problema de qualidade, ajustes ou outras razões. Neste caso identifique este tempo circulando o valor medido. Este tempo do elemento que mostra problemas não deve ser utilizado no processo de definição do tempo do elemento;
- o menor tempo que mais se repete nas duas últimas colunas, sendo a penúltima para os tempos dos elementos de trabalho e a última coluna para o andar (caminhar). Esta regra define o tempo para elemento e para andar que são utilizados pelas demais ferramentas de produção enxuta apresentadas neste capítulo.

CAPÍTULO 3 – FERRAMENTAS DO SISTEMA DE MANUFATURA DELPHI

DELPHI													FOLHA DE TOMADA DE TEMPO - FTT												
Produto: Sensores						Folha: 01 / 01						Data: 10/10/04													
Processo: Montagem de sensores						Elementos cíclicos (x)						Elementos não cíclicos ()						Posto de trabalho : 01							
OPERADOR																									
Seq	Elemento	Ponto inicial	Ponto Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor que mais se repete											
														Tempo Elemento	Tempo Andar										
1	Tirar a peça da máquina 10	Tocar na peça - maq 10	pegar outra peça maq 10	2,0	2,5	2,0	2,0	1,8	2,0	2,3	2,3	2,0	2,1	2,0											
2	Carregar máquina 10	pegar outra peça maq 10	tocar na botoeira	3,0	2,5	2,6	3,0	2,9	3,4	3,0	3,1	3,0	2,9	3,0											
3	Acionar máquina 10	tocar na botoeira	começar andar	1,8	2,0	1,8	2,0	1,8	1,9	1,8	2,0	2,5	1,8	1,8											
A	Andar até máquina 20	começar andar	tocar na peça - maq 20	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0		2,0										
4	Tirar a peça da máquina 20	tocar na peça - maq 20	pegar outra peça maq 20	2,0	2,4	2,0	2,0	1,6	2,0	2,3	2,4	2,0	1,9	2,0											
5	Carregar máquina 20	pegar outra peça maq 20	tocar na botoeira	3,0	4,5	3,0	3,0	2,9	4,0	3,0	3,7	3,0	3,0	3,0											
6	Acionar máquina 20	tocar na botoeira	pegar peça montada	2,0	2,0	1,8	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0											
7	Fazer visual na peça montada	pegar peça montada	finalizar visual	3,0	3,5	3,0	3,5	3,3	3,0	2,9	2,8	3,0	3,0	3,0											
8	Colocar peça no estoque	finalizar visual	colocar peça na caixa	4,0	3,9	3,2	4,0	3,8	4,0	4,3	4,2	4,0	4,0	4,0											
A	Voltar para máquina 10	colocar peça na caixa	Tocar na peça - maq 10	3,0	2,8	3,0	2,9	2,7	3,0	2,9	3,0	3,2	3,0		3,0										
MÁQUINA																									
Seq	Máquina	Carregar	Ciclo Puro	Descarregar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
1	Máquina 10		10		10,0	10,0	11,0	10,0	10,0																
2	Máquina 20		16		15,0	16,0	16,0	16,0	16,0																

Figura 3.5 – Folha de Tomada de Tempo - FTT

Fonte: Delphi, 2003

A Figura 3.6 mostra um exemplo de definição do menor tempo que mais se repete. O primeiro passo é identificar as medições que mais se repetiram, ou seja, aquelas de maior frequência, eliminando na sequência as outras medições. O segundo passo é encontrar o menor tempo medido dentro das medições identificadas como sendo as de maior frequência. Na figura 3.6 o menor tempo que mais se repete é 4,6 segundos.

Frequência	Segundos
2	4,5
3	5,1
3	4,6
2	3,5

Figura 3.6 – Menor tempo que mais se repete.

3.4 Folha de Elemento de Trabalho Não Cíclico - FET

O Objetivo desta ferramenta é projetar o estado futuro para as atividades não cíclicas. A utilização desta ferramenta é direcionada apenas para os elementos de trabalho não cíclico realizado pelo operador. Estes elementos não cíclicos são observados no chão de fábrica por meio da ferramenta mostrada na seção 3.2 que é a folha de observação inicial.

Existem elementos de trabalhos não cíclicos que são executados em um tempo bem curto, podendo ser incorporados dentro do trabalho cíclico do operador sem afetar o tempo de ciclo gargalo da célula de fabricação, o ATT. Isto é possível com a criação de um estoque de peças, que será apresentado neste capítulo como “pulmão”, o qual impede que o posto seguinte deixe de operar por falta de peça.

Os tempos de elementos não cíclicos que podem ser incorporados nas atividades cíclicas do operador devem ser considerados também na ferramenta tabela de combinação de trabalho, a qual será apresentada na seção 5.3. Este conceito pode ser novamente observado na Figura 3.1.

Com relação aos outros elementos não cíclicos, cujo tempo de execução é muito maior e por esta razão influencia no aumento do tempo de ciclo do gargalo, devem ser transferidos para outro operador da célula que tenha tempo suficiente para executá-los. Ou então devem ser transferidos a um único operador dedicado apenas à realização de atividades não cíclicas, por exemplo, um abastecedor de linha.

A folha de elemento de trabalho não cíclico define e padroniza as atividades não cíclicas. Para cada atividade não cíclica deve ser elaborada uma folha de elemento de trabalho não cíclico. Uma visão desta folha é apresentada na Figura 3.7.

As informações que devem ser registradas nesta ferramenta são:

No cabeçalho:

- nome da atividade não cíclica;
- número do posto de trabalho, podendo ser do posto que executa a atividade cíclica ou o nome da função do operador que executa atividades não cíclicas, exemplo: abastecedor de material.

No lado esquerdo da folha:

- um *lay out* descrevendo onde e em que seqüência o operador executa as atividades. Os conceitos para elaboração deste *lay out* devem ser os mesmos apresentados na ferramenta de observação inicial na seção 3.2.

No lado direito da folha:

- na primeira coluna, ícones que indicam cuidados com qualidade, segurança e utilização por parte do operador conforme orientação apresentada também na ferramenta folha de observação inicial;
- na segunda coluna, número do elemento de trabalho não cíclico;
- na terceira coluna, nome do elemento de trabalho não cíclico;
- na quarta coluna, pontos chaves de cada elemento se necessário;
- na quinta coluna, razão de se executar o elemento (se necessário para melhor entendimento para o operador).

Na parte inferior lado esquerdo para cada elemento não cíclico:

- na primeira coluna, a seqüência de execução do elemento;
- na segunda, a produção demonstrada por turno;
- na terceira coluna a cada quantas peças o elemento não cíclico é executado;
- na quarta, a freqüência que o elemento não cíclico é executado;
- na quinta coluna, o tempo para executar um passo do elemento;
- na sexta coluna o tempo gasto no turno por passo do elemento;
- e na última coluna tempo total gasto por peça. No caso da atividade poder ser executada pelo próprio operador do posto de trabalho, este tempo é transferido para a ferramenta tabela de combinação de trabalho do operador cíclico apresentada mais à frente.

Para as atividades não cíclicas não há necessidade de medir dez vezes o tempo de execução de cada elemento de trabalho. Utiliza-se a mesma ferramenta de tomada de tempo da seção 3.3, porém é necessário apenas cinco medições do tempo de execução de cada elemento de trabalho não cíclico, sendo que o maior e o menor tempo são descartados e a média dos três tempos restantes define o tempo para cada elemento não cíclico.

DELPHI		FOLHA DO ELEMENTO DE TRABALHO NÃO CÍCLICO - FET					
Atividade : Abastecer componentes		Seqüência do trabalho	<input type="radio"/> Segurança p/ Operador	<input checked="" type="checkbox"/> Cheque de Qualidade	<input type="checkbox"/> Processo Crítico p/ produto	<input type="checkbox"/>	
POSTO: 01		Símb	No:	Elemento de trabalho	Pontos Chave:	Razão	
		<input checked="" type="checkbox"/>	A 2 A 4 A	Andar até o estoque de componentes Carregar caixa de peças Levar até a máquina 10 Abastecer máquina 10 Retornar ao posto de trabalho			
Nr.	Produção Real / Turno	A cada quantas peças	Freq.	Tempo (seg) da atividade	Tempo total por turno	Seg/peç	
A	900	50	18	6	108	0,12	
1				12	216	0,24	
A				44	792	0,88	
2				8	144	0,16	
A				10	180	0,2	
						Seg/peças	1,8
Tempo total do Trabalho :						0,4	Horas
Elaborado por :						Alberto	
Data :						10/10/2004	
Tempo de máquina							
MQ.	Tempo Manual	Tempo Autom.	Tempo Total				
10	4	10	14				
20	2	16	18				

Figura 3.7 – Folha de Elemento de Trabalho não cíclico - FET

Fonte: Delphi, 2003

3.5 Tabela de Combinação de Trabalho – (TCT).

O objetivo desta ferramenta é registrar graficamente os tempos de duração e a seqüência de cada elemento de trabalho em um posto de trabalho. Ela é utilizada para analisar o estado atual de uma célula de fabricação, como também para projetar seu estado futuro.

Levando em consideração a teoria de Nonaka e Takeushi (1997) apresentada no Capítulo 2, esta ferramenta uma vez atualizada deve ficar sempre disponível no posto de trabalho como um instrumento para treinamento e desenvolvimento de funcionários, visando a internalização do conhecimento por meio da conversão do conhecimento explícito em tácito.

A Figura 3.8 mostra uma visão desta ferramenta, onde se registra todas as atividades que um operador executa dentro de um ciclo produtivo. Estas atividades desenhadas na área do gráfico desta ferramenta são classificadas em trabalho manual, andar e espera forçada e espera devido ao ciclo gargalo. A TCT torna mais fácil a definição da melhor combinação das atividades, buscando sempre a melhor prática e reduzindo as perdas de fabricação. Outro dado importante registrado nesta tabela é o tempo em que as máquinas e equipamentos operam automaticamente, possibilitando a determinação das melhores combinações entre máquinas e operadores. A combinação de trabalho visa assegurar que ambos operador e máquina possam executar as atividades dentro do TTM requerido. A combinação das atividades deve assegurar que o operador realize as atividades dentro de condições ideais de ergonomia. Para definir o impacto da combinação na saúde do operador, a metodologia de padronização utiliza-se de uma ferramenta que analisa aspectos ergonômicos no posto de trabalho. Esta ferramenta também será apresentada mais à frente.

A TCT deve sempre estar disponível na linha de produção, porque cada operador deve ter fácil acesso a estas informações. Toda e qualquer alteração de tempo de operador ou máquina deve ser validada e atualizada pelos supervisores e time de produção.

Para criar uma tabela de combinação de trabalho deve-se:

- preencher os campos: nome do processo, máquina, produto, data e posto de trabalho;
- preencher o valor do TTM e do ATT;
- determinar a escala adequada na área do gráfico para desenhar os dados de trabalho manual, andar, ciclo de máquina, espera forçada se o operador espera o tempo de ciclo da máquina;
- desenhar uma linha pontilhada na área do gráfico representando o ATT;
- enumerar seqüencialmente os elementos de trabalho na primeira coluna (não enumerar o andar nem a espera forçada)
- descrever os elementos de trabalho na segunda coluna conforme a enumeração
- preencher os tempos manuais definidos na folha de tomada de tempo (menor que mais se repete) para cada elemento na terceira coluna;

- preencher os tempos de ciclo de máquina na quarta coluna respeitando a seqüência e interação com o trabalho manual do operador;
- preencher na quinta coluna o tempo que o operador espera pelo fim do ciclo da máquina, quando existir tempo de espera.
- preencher na sexta coluna o tempo de andar conforme a seqüência de operação do operador.

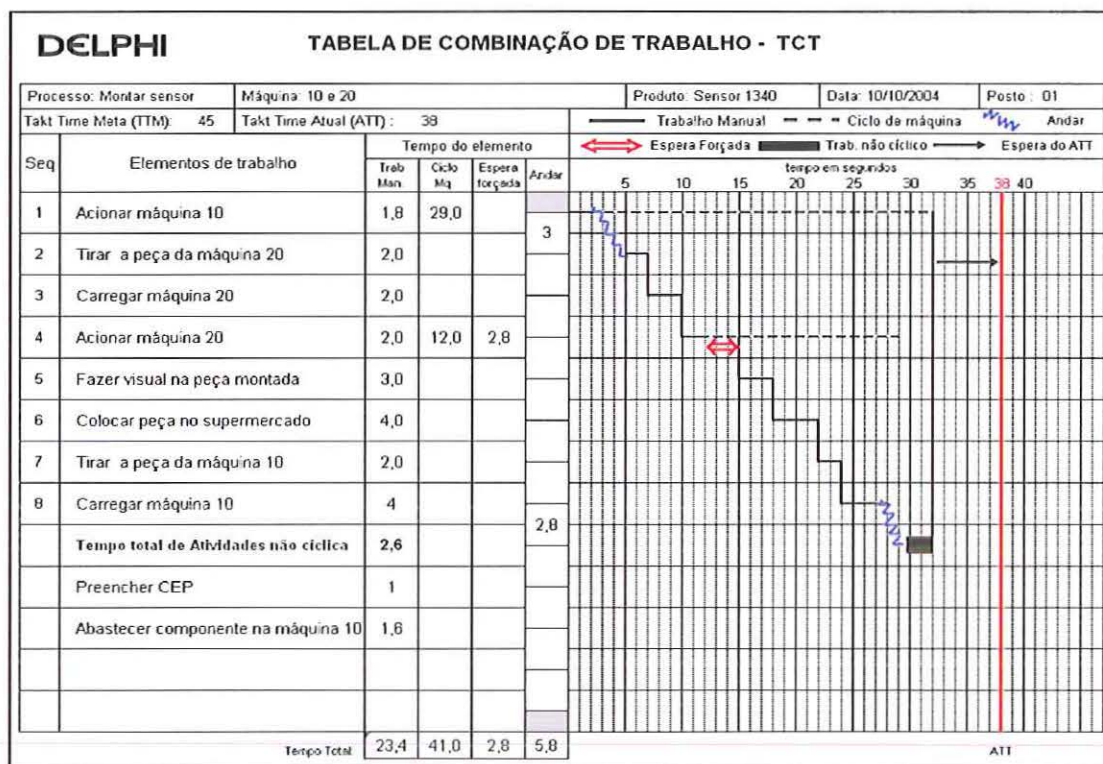


Figura 3.8 - Tabela de Combinação de Trabalho - TCT

Fonte: Delphi, 2003

Para compreender melhor o conteúdo gráfico da TCT, são apresentados abaixo os ícones utilizados para representar a interação entre trabalho manual, ciclo de máquina, espera forçada e andar:

- Linha cheia horizontal representa o ciclo manual do operador;
- ⚡ Linha serra representa o tempo de andar do operador;
- ⋯⋯⋯ Linha tracejada representa o tempo de máquina;
- ↔ Seta de duplo sentido representa espera forçada;
- Seta de único sentido representa a espera pelo ciclo gargalo;
- Linha cheia representa o tempo total de atividades não cíclicas.

3.6 Folha de Operação Padronizada - FOP

Esta ferramenta tem o objetivo de projetar o estado futuro para um posto de trabalho, mostrando a correlação de movimentos de operador e fluxo de material, bem como o posicionamento das máquinas. Ela registra como as atividades devem ser executadas de uma forma gráfica e de fácil entendimento. Os supervisores a utilizam para o desenvolvimento e treinamento de funcionários, como também as utilizam para controlar se os operadores realmente executam as atividades conforme as melhores práticas definidas durante o evento *kaizen* de padronização.

Alguns dos dados apresentados nesta ferramenta são extraídos tanto da FOI como também da TCT.

A ferramenta apresentada na Figura 3.9 permite analisar os desperdícios de movimentação de um operador e ajuda a entender como os elementos de trabalho são executados dentro de um ciclo de produção.

Ela deve também conter um *lay out* do posto de trabalho descrevendo a posição das máquinas, material e desenhando os andares do operador. Os mesmos conceitos e ícones apresentados na FOI do tópico 3.2 são adotados também para esta folha.

No lay out, desenhado no lado esquerdo da folha, os elementos de trabalho são identificados com o número do elemento definido na TCT dentro de um círculo. Quando o operador não anda entre um elemento e outro os círculos que representam os dois elementos de trabalho permanecem juntos, em outra situação quando o operador anda entre um elemento e outro se desenha uma seta para indicar o caminhar.

O andar é representado por uma seta cheia quando o operador caminha para executar outros elementos de trabalho e uma seta tracejada quando ele volta para a posição inicial, ou seja, na posição de início de execução do ciclo.

Outras informações importantes que devem completar a FOP são: TTM, ATT, CTop, ETop, o tempo que o operador espera pelo ATT e o tempo de espera forçado quando o operador fica parado esperando a máquina ciclar, por exemplo.

Esta folha facilita a visualização e conhecimento:

- da diferença entre o ciclo do posto de trabalho e do takt time meta;
- da diferença entre o ciclo do posto de trabalho e o takt time atual;
- do tempo de espera forçada do operador;
- do tempo de espera do operador para o posto com ciclo mais lento;
- do fluxo que o operador e peça realiza para executar um ciclo completo;

- da distância entre máquinas;
- da distância dentre máquina e estoque de matéria prima;
- do fluxo de abastecimento de matéria prima.

DELPHI											
FOLHA DE OPERAÇÃO PADRONIZADA - FOP											
Operação Crítica	Inspeção	Segurança	Estoque padrão		Posto de trabalho: 01			Data: 10/10/2004			
			Quantidade	Simbolo	TTM	ATT	CTop	ETop	Espera (ATT - CTop)	Espera Forçada	
▼	◆	+	40	⊗	45	35	28,4	20,8	6,6	3	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Elementos de trabalhos cíclicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Acionar máquina 10 2 Tirar a peça da máquina 20 3 Carregar máquina 20 4 Acionar máquina 20 5 Fazer visual na peça montada 6 Colocar peça no supermercado 7 Tirar peça da máquina 10 8 Carregar máquina 10 <p>Atividades NÃO cíclicas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Preencher CEP 2 Abastecer componentes na máquina 10 </div> </div>											

Figura 3.9 – Folha de Operação Padronizada - FOP

Fonte: Delphi, 2003

Os passos para criar a folha de operação padronizada são:

- desenhar o *lay out* do processo (ou posto de trabalho). Mostrando as posições relativas de todas as máquinas, mesas de trabalho, porta palete, identificando cada um com seu nome ou número;
- entrar com a seqüência de operação realizada pelo operador, enumerando o diagrama com base nas informações da folha de tomada de tempo ou da tabela de combinação de trabalho. Fazer a conexão dos pontos com uma linha sólida acompanhada por uma seta indicando a direção do movimento. Usar uma linha sólida tracejada para indicar o retorno do último elemento de trabalho para o primeiro;

- fazer indicação dos símbolos apropriados para cada elemento se necessário for (ex. segurança, qualidade, operador sentado etc.);
- preencher o campo de TTM;
- preencher o campo de ATT;
- preencher o campo de tempo de ciclo total do operador (CTop);
- preencher o campo de tempo de ciclo do elemento do operador (ETop);
- preencher o campo de tempo de espera do operador com relação ao ciclo da linha (ATT-CT);
- preencher o campo de espera forçada quando o operador aguarda uma máquina encerrar o seu ciclo produtivo.

A FOP também é um documento vivo e que portanto deve estar disponível no local de trabalho para que seja atualizado e seguido por todos os operadores.

3.7 Folha de Utilização de Operador e Máquina - UTI

Esta ferramenta tem o objetivo de projetar o nível de utilização de mão-de-obra e de máquina para o estado futuro. Ela registra para cada posto de trabalho o tempo de ciclo do operador e da(s) máquina(s) utilizada(s) para executar um ciclo produtivo.

O preenchimento desta folha consiste em desenhar no lado direito segmentos de colunas representando a quantidade de tempo para o operador realizar um ciclo produtivo e no lado direito a quantidade de tempo que cada máquina leva para realizar o mesmo ciclo produtivo.

Um posto de trabalho sempre terá um operador e uma ou mais máquinas. A Figura 3.10 mostra uma visão desta ferramenta. A disposição de tempos em uma só folha permite identificar se o maior tempo de ciclo do posto é ditado pelo operador ou pela máquina.

A conclusão do preenchimento da folha de utilização de operador e máquina ocorre com o cálculo de utilização propriamente dito, o qual depende do cálculo do TTM já apresentado na seção 3.1. A folha de utilização de operador e máquina deve ser preenchida para cada posto de trabalho e deve ficar disponível no processo produtivo.

Em um posto de trabalho o operador pode cuidar de mais de uma máquina. Sendo assim a utilização de máquina considera a relação entre a soma de todos os ciclos de máquina (CTmq_s) e a soma dos *takt times* metas (TTMmq_s). O mesmo cálculo é

feito para a utilização de operador no balanceamento. O cálculo de utilização é registrado na parte inferior da folha.

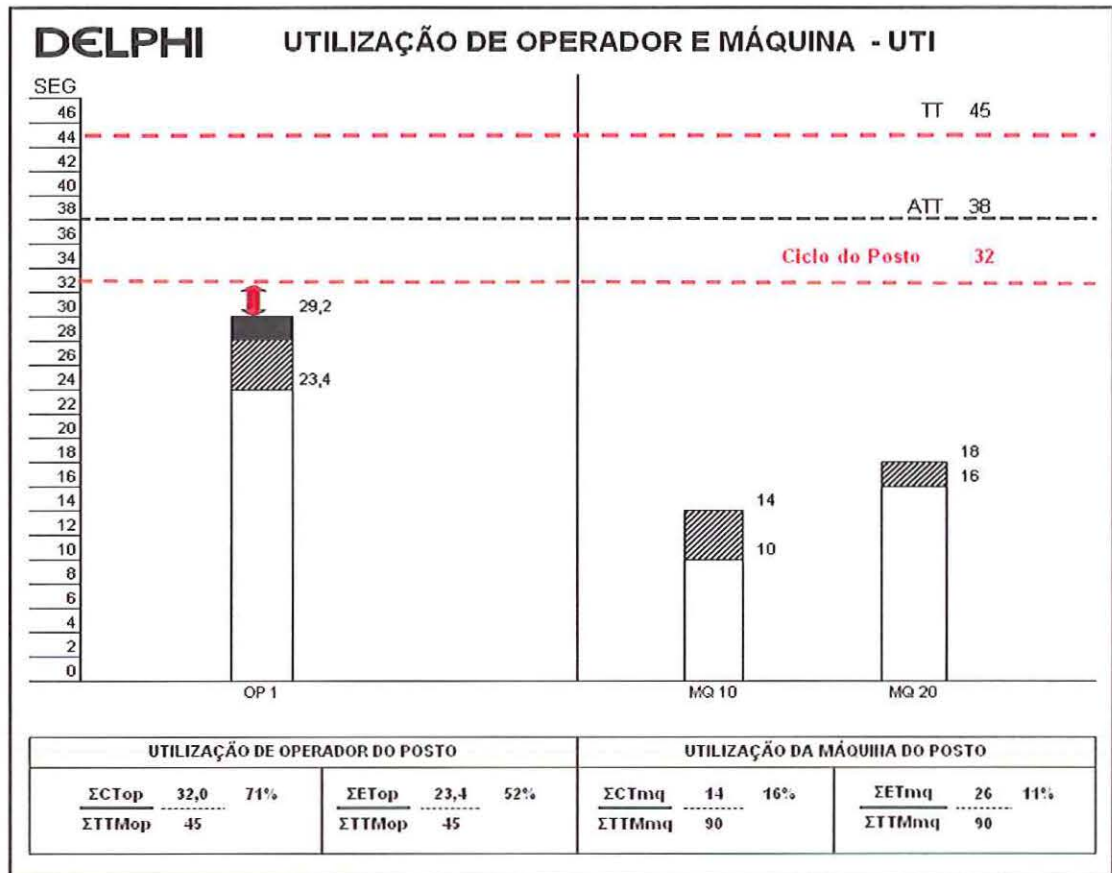


Figura 3.10 - Utilização de Operador e Máquina - UTI

Fonte: Delphi, 2003

Os passos para preencher a folha de utilização de operador e máquina são:

- criar uma escala de tempo suficiente para se traçar o valor do TTM e o CTop e CTmq;
- com base na TCT representar no lado esquerdo da folha uma coluna que represente o ETop, sobre esta mesma coluna desenhar outro segmento de coluna, porém na forma tracejada representando o tempo gasto com andar. Também com um outro segmento de coluna o tempo gasto com atividades não cíclicas caso o operador execute-as dentro do ciclo normal de trabalho. Se durante a execução do ciclo de trabalho o operador em algum momento espera pelo encerramento do ciclo de uma máquina,

desenhar com uma seta de duplo sentido o tempo de espera forçada assumida pelo operador dentro de um ciclo produtivo;

- com base também na TCT representar no lado direito da folha uma coluna que represente o ETmq, sobre esta mesma coluna desenhar outro segmento de coluna tarjada representando o tempo de trabalho manual de carregar e descarregar máquina (ver Figura 3.2);
- calcular a utilização do operador ($\Sigma CT_{op}/\Sigma TTM_{op}$), fazendo a divisão do tempo do CT do operador pelo TTM;
- calcular a utilização do operador ($\Sigma ET_{op}/\Sigma TTM_{op}$), fazendo a divisão do tempo do ET do operador pelo TTM;
- calcular a utilização de máquina ($\Sigma CT_{mq}/\Sigma TTM_{mq}$), fazendo a divisão do(s) tempo(s) do CT(s) da(s) máquina(s) pelo(s) tempo(S) dos TTM(s);
- calcular a utilização de máquina ($\Sigma ET_{mq}/\Sigma TTM_{mq}$), fazendo a divisão do(s) tempo(s) do(s) ET(s) da(s) máquina(s) pelo(s) tempo(s) do(s) TTMs.

Quando um posto de trabalho apresenta mais de uma máquina, o tempo de ciclo total de máquina é compreendido como sendo a soma de tempos de todas as máquinas. A mesma consideração é feita para o TTM, que é definido pela soma dos TTMs de cada máquina.

Uma das contribuições desta ferramenta na metodologia de padronização é a criação dos indicadores de utilização do operador e máquina, calculados por posto de trabalho. Estes indicadores permitem de maneira muito simples conhecer o quanto de “retorno” os operadores e as máquinas estão proporcionando à célula, uma vez que em seu cálculo está relacionado com o TTM e que, portanto, considera a ineficiência do processo demonstrando a verdadeira ocupação de mão-de-obra e máquina.

A seguir é demonstrado o cálculo de utilização de operador e máquina em um posto de trabalho. Um posto de trabalho é definido como sendo o local de trabalho de um único operador, o qual executa as atividades dentro de um ciclo produtivo. Porém um posto de trabalho pode ter mais de uma máquina, uma vez que um operador pode uma vez atendendo o TTM, operar uma ou mais máquinas.

Embora o cálculo abaixo apresente o símbolo de somatória por uma questão de padronização, o cálculo de utilização de operador para um posto de trabalho terá sempre apenas um CT e um ET.

$$\frac{\Sigma CT_{op}}{\Sigma TTM_{op}} = \frac{\text{somatória (trabalho cíclico + trabalho não cíclico + andar)}}{\text{somatória (takt time meta)}} \quad (1)$$

$$\frac{\Sigma ET_{op}}{\Sigma TTM_{op}} = \frac{\text{somatória (trabalho cíclico)}}{\text{somatória (takt time meta)}} \quad (2)$$

Na seqüência é apresentado então o cálculo de utilização de máquina(s) em um posto de trabalho:

$$\frac{\Sigma CT_{mq}}{\Sigma TTM_{mq}} = \frac{\text{somatória (carregar + descarregar + ciclo de máquina)}}{\text{somatória (takt time meta)}} \quad (1)$$

$$\frac{\Sigma ET_{mq}}{\Sigma TTM_{mq}} = \frac{\text{somatória (ciclo de máquina)}}{\text{somatória (takt time meta)}} \quad (2)$$

3.8 Balanceamento de Operador e Máquina - BOM

Esta ferramenta tem o objetivo de analisar a situação atual e projetar o estado futuro, levando em consideração oportunidades de redução de ciclos de operador e máquina e também distribuição de tarefas entre os operadores. Ela é uma das mais importantes da metodologia. Seu correto preenchimento permite:

- identificar e distribuir as atividades dos operadores de uma forma balanceada, respeitando sempre as normas de ergonomia;
- identificar e definir a quantidade de operadores e máquinas para a célula de fabricação;
- identificar o tempo de ciclo mais longo para a definição da capacidade instalada da célula de fabricação;
- calcular a utilização de operador e máquina da célula de fabricação;
- visualizar a perda gerada pela célula, definida pela diferença entre o TTM e o ATT;

- identificar oportunidades de redução de ciclo da célula de fabricação.

Os passos para preenchimento do BOM são os mesmos apresentados para a folha de utilização de operador e máquina na seção 3.6. Porém na folha de balanceamento são desenhados todos os tempos de ciclos de cada operador e de cada máquina, ou seja, é registrada em uma única folha os tempos de ciclos de todos os operadores de forma individualizada como também de todas as máquinas.

Uma nova maneira de interpretar o TTM e o ATT também é definida pela metodologia de padronização proposta, a qual é apresentada a seguir. Esta nova forma não apenas facilita a execução do cálculo de utilização de operador e máquina, como mostra através do desenho das barras a quantidade exata de recursos de mão-de-obra e máquinas utilizadas por uma célula de fabricação.

Em algumas células pode se ter mais de uma máquina realizando a mesma operação, ou um molde injetando mais de uma peça por ciclo. Nestes casos o TTM e o ATT devem ser representados de maneira mais apropriada

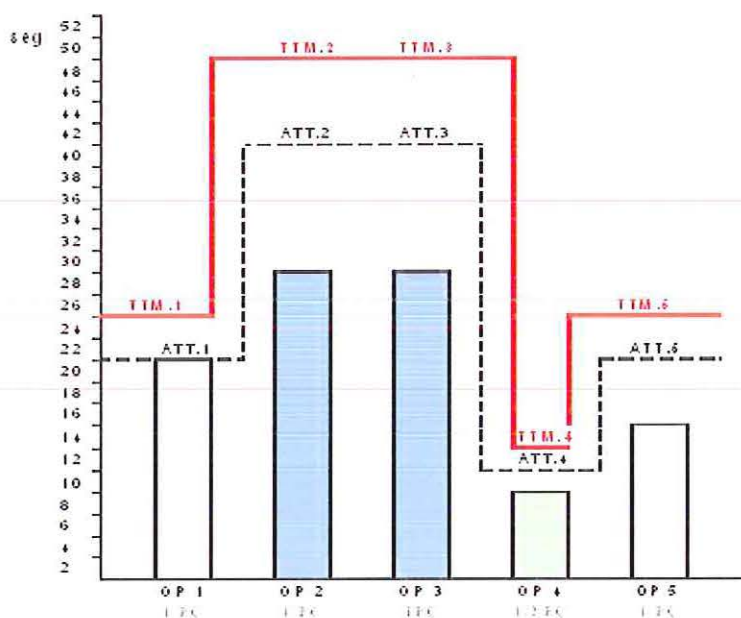


Figura 3.11 – Representação gráfica de ATT e TTM

A Figura 3.11 mostra duas barras azuis como sendo o operador 1 e o operador 2 de uma célula de fabricação realizando a mesma operação, ou seja, existem dois recursos disponíveis para realizar a mesma operação.

Para facilitar o entendimento deste gráfico, é apresentado um cálculo demonstrativo de TTM para os operadores 1,2,3 e 4, sendo que o cálculo do operador 1 é o mesmo do operador 5, lembrando que neste cálculo não foi adicionado nenhum tempo para absorver as perdas de processo:

Dados para o cálculo demonstrativo:

- demanda : 1000 peças/turno;
- tempo disponível por operador : 25200 segundos.

Lembrando que:

$$TTM = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda do cliente}}$$

No exemplo da Figura 3.11 temos:

- para a operação do operador 01:

$$TTM1 = \frac{\text{Tempo disponível do operador 01}}{\text{Demanda}} \quad (1)$$

$$TTM1 = \frac{25200 \text{ segundos}}{1000 \text{ peças}} \quad (2)$$

$$TTM1 = 25,2 \text{ segundos/peça} \quad (3)$$

- para a operação dos operadores 02 e 03:

$$TTM2 \text{ e } TTM3 = \frac{T. \text{ disponível do operador 02} + T. \text{ disponível do operador 03}}{\text{Demanda}} \quad (1)$$

$$TTM2 \text{ e } TTM3 = \frac{25200 \text{ segundos} + 25200 \text{ segundos}}{1000 \text{ peças}} \quad (2)$$

$$TTM2 \text{ e } TTM3 = 50,4 \text{ segundos/peça} \quad (3)$$

- para a operação do operador 04:

$$TTM4 = \frac{\text{Tempo disponível do operador 04}}{\text{Demanda}} \quad (1)$$

$$TTM4 = \frac{25200 \text{ segundos}}{1000 \text{ peças}} \quad (2)$$

$$TTM4 = 25,2 \text{ segundos/peça} \quad (3)$$

- como o operador 04 fabrica apenas metade de uma peça, tem-se:

$$TTM4 = 25,2 \text{ segundos/peça} \times \frac{1}{2} \text{ peça} \quad (4)$$

$$TTM4 = 12,7 \text{ segundos/peça} \quad (5)$$

- Resumindo:

$$TTM.1 = TTM.5;$$

$$TTM.2 = TTM.3 = 2 \times TTM.1;$$

$$TTM.4 = TTM.1 / 2.$$

As informações de tempo de TTM e ATT definidas na ferramenta do BOM são utilizadas na ferramenta de gráfico analítico de perdas (GAP), apresentada na seção 3.8.

A Figura 3.12 mostra a ferramenta BOM. Ela é muito similar à ferramenta UTI. A diferença está na aplicação. Enquanto a UTI se aplica a um posto de trabalho, a ferramenta BOM se aplica à célula de fabricação, ou seja, considera todos os operadores e todas as máquinas.

Passos para preencher a ferramenta BOM:

- criar uma escala de tempo suficiente, na qual possam ser traçados os valores do TTM e o ATT;
- com base na TCT representar no lado esquerdo da folha várias colunas que representem o ETop de cada operador. Sobre estas mesmas colunas desenhar outros segmentos de colunas, porém na cor preta representando os tempos gastos com atividades não cíclicas caso alguns dos operadores

executem-nas dentro do ciclo normal de trabalho. Também com outros segmentos de colunas, agora tarjadas com listas representando o tempo de caminhadas dos operadores para executar um ciclo produtivo. Se para executar o ciclo de trabalho os operadores em algum momento esperam pelo encerramento do ciclo de uma máquina, desenhar com uma seta de duplo sentido o tempo de espera forçada assumida por estes operadores dentro do ciclo produtivo;

- com base também na TCT representar no lado direito da folha várias colunas que representem o $Etmq$ de cada máquina. Sobre estas mesmas colunas desenhar outros segmentos de colunas tarjados com listas representando os tempos de trabalhos manual de carregar e descarregar máquinas;
- calcular a utilização dos operadores ($\Sigma CT_{Top}/\Sigma TTM_{Op}$), fazendo a divisão da soma dos tempos dos CTs do operadores pelos TTMs;
- calcular a utilização dos operadores ($\Sigma ET_{Top}/\Sigma TTM_{Op}$), fazendo a divisão da soma dos tempos do ETs do operadores pelos TTMs;
- calcular a utilização das máquinas ($\Sigma CT_{mq}/\Sigma TTM_{mq}$), fazendo a divisão da soma dos tempos dos CTs das máquinas pelos TTMs;
- calcular a utilização das máquinas ($\Sigma ET_{mq}/\Sigma TTM_{mq}$), fazendo a divisão da soma dos tempos dos ETs das máquinas pelos TTMs.

Esta ferramenta apresenta na parte inferior da folha o cálculo de utilização de operador e de máquina para a célula como um todo. A fórmula utilizada para este cálculo é a mesma apresentada na seção 3.6. A única diferença é que no BOM o cálculo é realizado para a célula de fabricação.

3.9 Gráfico Analítico de Perda - GAP

O GAP é uma ferramenta de avaliação do quanto o processo produtivo está sendo eficiente. A unidade de medida deste gráfico é em peças e pode ser utilizado para avaliar o desempenho por turno, dia ou mês. Esta ferramenta é elaborada com a finalidade de apresentar graficamente:

- a capacidade instalada;
- a capacidade efetiva;

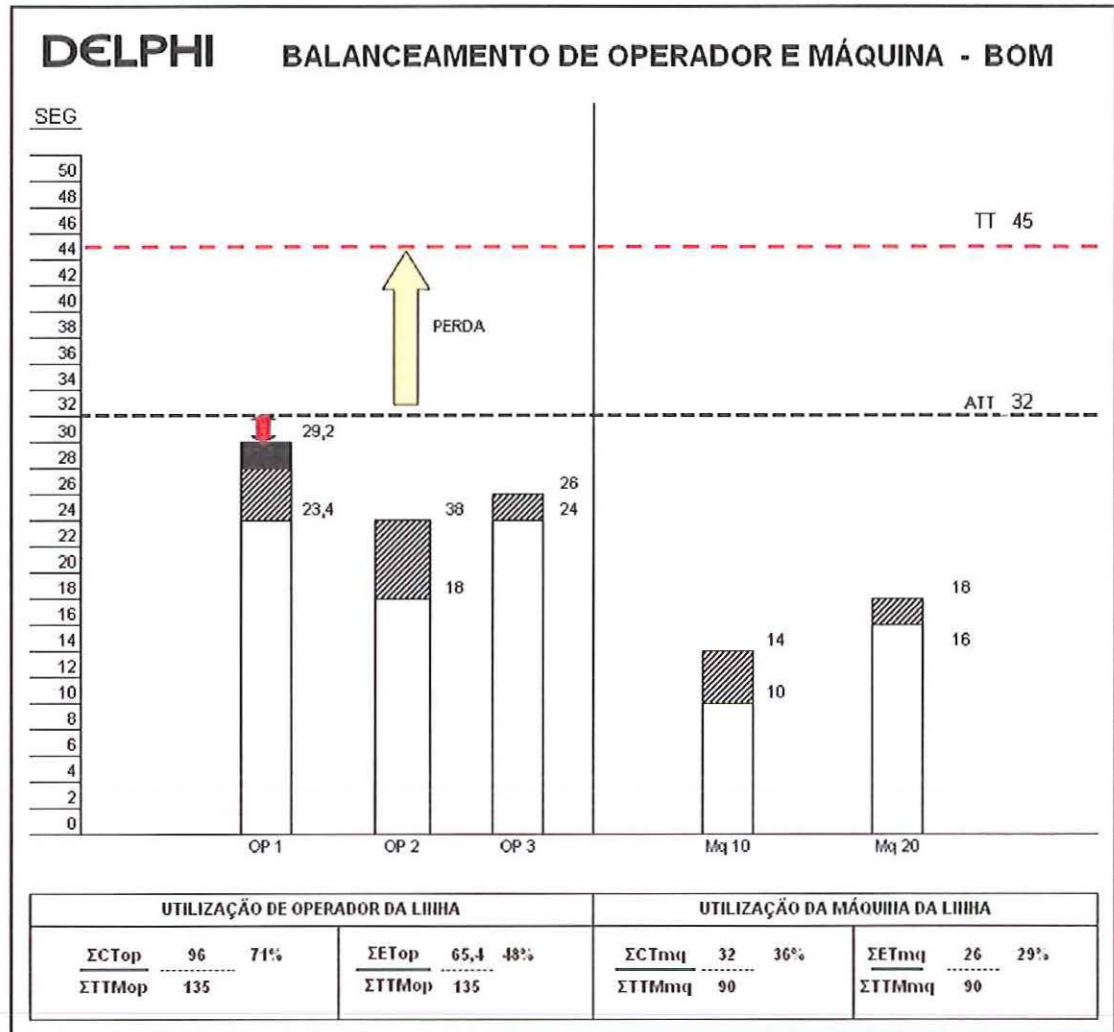


Figura 3.12 - Balanceamento de Operador e Máquina - BOM

Fonte: Delphi, 2003

- a perda efetiva;
- a perda prevista;
- produção real.

A capacidade instalada é definida pelo ATT obtido da ferramenta BOM. Esta capacidade pode ser definida pelo maior tempo de ciclo de um operador ou de uma máquina, ou ainda pode ser definida pela velocidade de uma esteira, caso a célula de fabricação possua uma e esta opera em um tempo de ciclo maior que o tempo de ciclo do operador mais lento ou da máquina mais lenta.

A capacidade efetiva é definida considerando a capacidade instalada menos as paradas diárias planejadas, que são os tempos de paradas para liberação de linha no início do turno, para almoço e para limpeza de linha. Estas paradas representam as perdas previstas.

A demanda do cliente é definida pelo TTM. A produção real representa as peças boas produzidas em um período. A perda efetiva representa todas as peças que a célula de fabricação deixou de produzir em função da baixa eficiência, mas não em função das paradas planejadas.

A Figura 3.13 mostra uma visão desta ferramenta. O desempenho de um processo produtivo é calculado considerando a perda efetiva, as quais podem ser justificadas muitas vezes por falta de material, por ausência de mão-de-obra, por quebra de equipamento, de método adequado etc.

O GAP deve ser a informação mais importante de um processo padronizado, para compreender o desempenho do processo produtivo e quantificar a perda. Ele é fundamentado no trabalho padronizado.

Os passos para elaboração do GAP são:

- criar uma escala suficiente para desenhar o maior volume de peças entre a demanda diária do cliente ou a capacidade diária do processo produtivo;
- desenhar uma linha cheia preta para indicar o volume de peças diário que representa a capacidade instalada do processo produtivo;
- desenhar uma linha cheia azul para indicar o volume diário de peças representando a capacidade efetiva do processo produtivo;
- desenhar uma linha cheia vermelha para indicar o volume diário de peças requerido pelo cliente (demanda diária do cliente);
- desenhar segmentos de colunas para representar peças produzidas pelo primeiro, segundo e terceiro turnos por dia.

A diferença no número de peças entre a produção real e a capacidade efetiva representa as perdas geradas pela célula de fabricação, as quais podem ser classificadas em paradas tradicionais e paradas não tradicionais. A definição de parada tradicional e não tradicional é apresentado na seção 3.10.

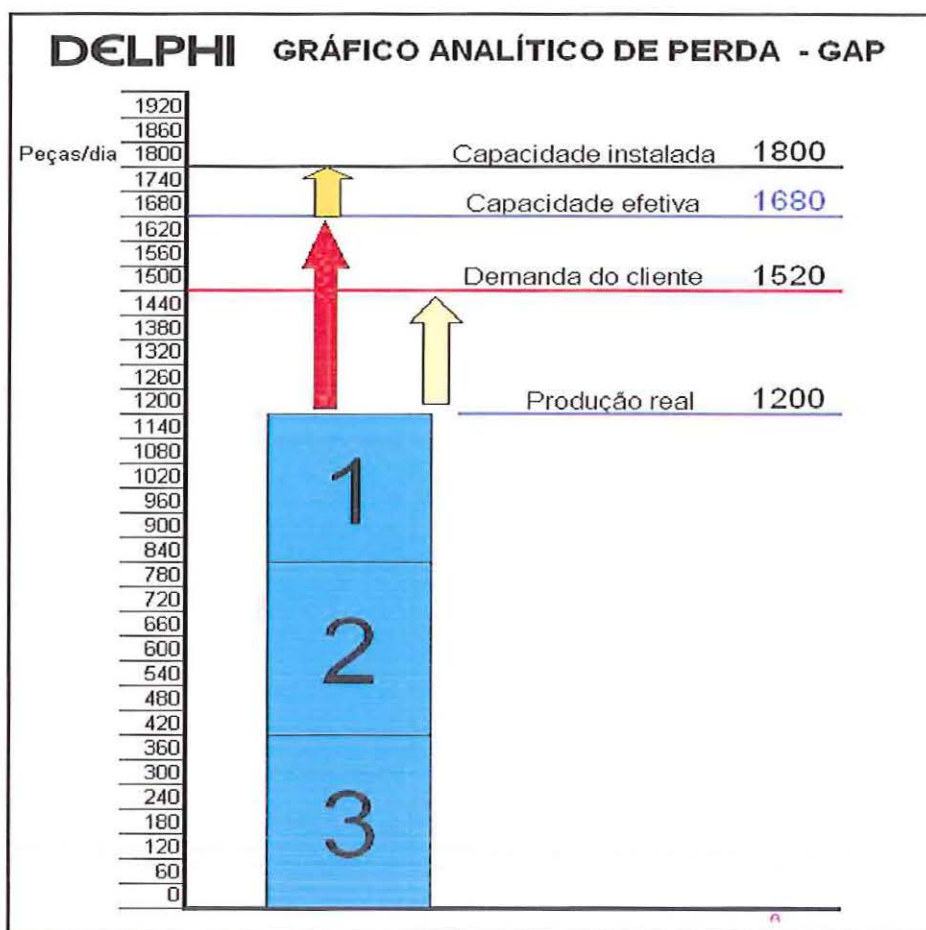


Figura 3.13 – Gráfico Analítico de Perda - GAP

Fonte: Delphi, 2003

3.10 Gestão visual de acompanhamento de produção

O caderno de produção é uma ferramenta utilizada para registrar dados gerados pela célula da fabricação conforme a metodologia. Ele suporta a análise das perdas quantificadas em peças no GAP. O preenchimento deste caderno com os dados de produção é realizado hora a hora pelo operador de produção. O tempo do operador gasto para preencher este caderno deve ser considerado na padronização das atividades do posto de trabalho e não pode comprometer o ATT.

Esta ferramenta tem algumas contribuições importantes para a padronização. Uma delas é a comparação diária de produção entre turnos, permitindo enxergar oportunidades de melhoria entre os turnos, dando ênfase às melhores práticas e atualização do padrão estabelecido. Outra contribuição é a criação de uma referência de desafio alcançada pelo time de produção. Essa referência consiste na melhor produção



horária realizada pelo time ao longo do turno, visando confirmar que é possível atingir o ATT. Se o resultado de peças produzidas for maior que a quantidade determinada pelo ATT, o tempo de ciclo gargalo deve ser novamente avaliado, pois isto mostra que tempo de ciclo real da célula é menor que o tempo de ciclo gargalo, resultando em mais peças por hora. Isso ocorre porque por alguma razão a capacidade instalada passou a ser maior que a definida anteriormente pelo processo de padronização.

Neste caderno os dados de produção são facilmente preenchidos pelos operadores e ficam disponíveis para consulta freqüente das pessoas que suportam a manufatura como: engenheiros de qualidade, de manufatura, de segurança, de industrial etc. Periodicamente o supervisor de produção deve usar os dados apontados no caderno para calcular sua eficiência produtiva e utilizá-lo para o cálculo do TTM do próximo período de programação.

Para uma melhor organização de dados que justificam a perda, o caderno de apontamento está dividido em dois formulários: o primeiro é o caderno no qual se aponta a produção diária e o segundo é o caderno no qual se aponta a produção da média horária.

O primeiro formulário é o caderno de produção diária utilizado para o acompanhamento hora a hora de produção. Na seqüência são descritos os dados que devem ser apontados pelo operador.

Dados a serem preenchidos pelo operador de produção durante a operação:

- no campo “Meta do dia” a produção prevista para o dia;
- no campo “Resultado do dia” a produção real alcançada no dia;
- no campo “Data” a data de produção do dia;
- na coluna “PERÍODO” a jornada de trabalho em horas do turno;
- na coluna “MODELO” o modelo em produção, sendo que o processo pode produzir vários modelos;
- na coluna “MIN. DISP.” o tempo em minutos planejados por hora para produção no turno, desconsiderando as paradas planejadas.
- na coluna “PRODUÇÃO PREV.” a meta de produção horária em peças calculada com base no ATT para cada modelo;
- na coluna “PRODUÇÃO REAL” o volume de peças produzido hora a hora;

- na coluna ‘PRODUÇÃO ACUM’ O volume de produção acumulado hora a hora;
- na “DIF.” a diferença em peças hora a hora entre a meta de produção prevista e a real produzida;
- e na coluna “ Motivo da Variação” a razão da falta de peças produzidas e o tempo em minutos que justifiquem esta falta de peças.

A Figura 3.14 mostra uma visão deste formulário para um turno de produção.

DELPHI			CADERNO DE PRODUÇÃO DIÁRIA				
PLANTA : Componentes			LINHA: Solenóide				
Meta do Dia :			Resultado do dia:			DATA: 20/08/04	
Periodo	Modelo	MIN. DISP	PRODUÇÃO			DIF.	Motivo da Variação
			PREV	REAL	ACUM		
1º Turno		6,97 horas					
7 às 8	A	40	160	120	120	40	10 ' Manutenção máquina
8 às 9	A	60	240	240	360	0	
9 às 10	A	60	240	240	600	0	
10 às 11	A	60	240	180	780	60	15 ' Falta de material
11 às 12	A	0	0	0	780	0	
12 às 13	A	60	240	230	1010	10	
13 às 14	A	60	240	240	1250	0	
14 às 15	A	60	240	210	1460	30	7,5 ' Manutenção elétrica
15 às 16	A	18	72	72	1532	0	
SOMA :		A	418	1672	1532	140	

Figura 3.14 – Caderno de produção diária

Fonte: Delphi, 2003

As interrupções em uma célula de fabricação podem ser classificadas como sendo paradas tradicionais e paradas não tradicionais. As paradas tradicionais por serem de fácil identificação, são normalmente apontadas no caderno de produção. Já as paradas não tradicionais são dificilmente apontadas pelo operador, pois não são visíveis, ou seja, por algum motivo o tempo de ciclo da célula fica mais lento e não é percebida nenhuma interrupção no processo produtivo.

Para assegurar o correto apontamento dos motivos que justificam a falta de produção, a metodologia ensina aos operadores a calcular as paradas não tradicionais, chamadas aqui de *overcycle*.

Com base no exemplo da Figura 3.14, para o qual o ATT é 15 segundos, é apresentado abaixo o cálculo do *overcycle*:

Para se calcular o *overcycle* é preciso obter alguns dados do caderno de apontamento:

- Primeiro, é preciso conhecer o total de peças perdidas em minutos na última linha da coluna “DIF”; o qual aqui é chamado de “tempo A”. Este valor é de 140 peças perdidas;
- Segundo, é preciso conhecer o total de tempo de paradas apontadas em minutos na coluna de “Motivo da Variação” o qual é chamado de “tempo B”. Este valor é obtido somando o tempo de paradas devido à manutenção de máquina, falta de material e manutenção elétrica respectivamente.

Sendo assim para o exemplo da Figura 3.14 tem-se:

Para tempo A:

$$\text{Tempo A} = (\text{total de peças perdidas} \times \text{ATT}) \div 60 \text{seg/min} \quad (1)$$

$$\text{Tempo A} = 140 \text{ peças} \times 15 \text{seg/peça} \div 60 \text{seg} \quad (2)$$

$$\text{Tempo A} = 35 \text{ min} \quad (3)$$

Para tempo B:

$$\text{Tempo B} = \text{Soma dos tempos de todas as paradas apontadas} \quad (1)$$

$$\text{Tempo B} = 10 \text{ min} + 15 \text{ min} + 7,5 \text{ min} \quad (2)$$

$$\text{Tempo B} = 32,5 \text{ min} \quad (3)$$

Para cálculo do *overcycle* em tempo:

$$\text{Overcycle em tempo} = \text{tempo A} - \text{tempo B} \quad (1)$$

$$\text{Overcycle em tempo} = 35 \text{min} - 32,5 \text{ min} \quad (2)$$

$$\text{Overcycle em tempo} = 2,5 \text{ min} \quad (3)$$

Para cálculo do *overcycle* em peça:

$$\text{Overcycle em peças} = (\text{Overcycle em tempo} \times 60 \text{seg/min}) \div \text{ATT} \quad (1)$$

$$\text{Overcycle em peças} = (2,5 \text{ min} \times 60 \text{seg/min}) \div 15 \text{ seg/peça} \quad (2)$$

$$\text{Overcycle em peças} = 10 \text{ peças} \quad (3)$$

No verso deste caderno é disponibilizada uma matriz de tipos de defeitos por tempo, denominada de pareto, na qual os operadores registram de forma gráfica os tempos relacionados com as paradas tradicionais e o tempo de *overcycle*.

O segundo formulário é o caderno de média horária. Uma das funções deste caderno é confirmar se o tempo definido para o ATT está correto, tendo como análise a quantidade de peças alcançadas por hora. Esta melhor hora de produção é registrada na parte superior da folha.

Outra função é permitir a comparação da produtividade turno a turno, identificando qual turno teve o melhor desempenho com base na média horária.

Também o caderno de média horária permite registrar o total de peças produzidas e quantidade de horas programadas de trabalho de cada turno

O gráfico analítico de perda, o GAP é elaborado com base nas informações deste caderno. Uma visão do caderno de média horária é mostrada na Figura 3.15.

Dados a serem preenchidos pelo operador de produção durante a operação:

- no campo “Linha” o nome da célula de fabricação;
- no campo “Mês / ano” o mês e o ano da produção;
- na parte superior do caderno logo abaixo do cabeçalho, o operador registra a maior produção horária alcançada em seu turno, obtidas do caderno de produção diária;
- logo abaixo da área do gráfico, na tabela de “produção diária por turno”, o operador registra o volume de produção de cada turno, extraídas do caderno de produção diária;
- na seqüência o operador registra na tabela de “tempo programado de produção em horas” o total de tempo em horas planejadas de trabalho para seu turno;
- na tabela de “produção média hora por turno” o operador registra o resultado do cálculo da média de produção horária de seu turno;
- na área do gráfico o operador *plota* com uma caneta de cor pré definida para cada turno um ponto no gráfico representando a média de produção horária de seu turno.

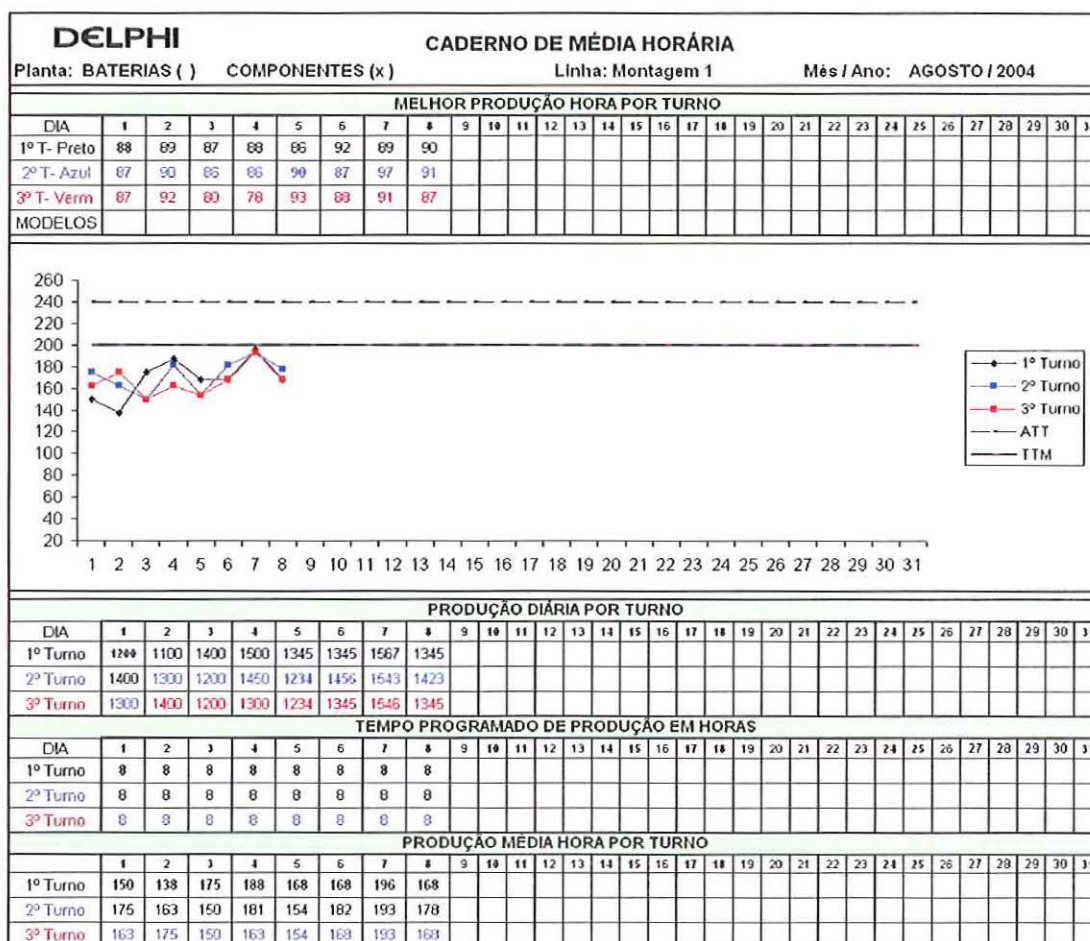


Figura 3.15 – Caderno de média horária

Fonte: Delphi, 2003

3.11 Análise das perdas

Com os dados do caderno de apontamento e a informação de desempenho registrada pela ferramenta do GAP, é possível quantificar as perdas geradas pela célula de fabricação. Uma boa análise de perda depende de um bom apontamento das paradas de produção. Portanto é extremamente importante que os operadores sejam capacitados para esta tarefa e compreendam o significado de um apontamento correto das informações.

A Figura 3.16 mostra uma seqüência de como os dados apontados são confirmados.

A análise dos dados como mostra o exemplo da Figura 3.16, começa com a fase 1, confirmando a precisão dos dados registrados no caderno de produção. Uma vez confirmado os dados de produção, na fase 2, são identificados e quantificados os

motivos que justificam as variações e prejudicam o desempenho da célula. Já na fase 3, os motivos das anormalidades são classificados em paradas tradicionais e não tradicionais, visando dar o correto tratamento para correção destas anormalidades.

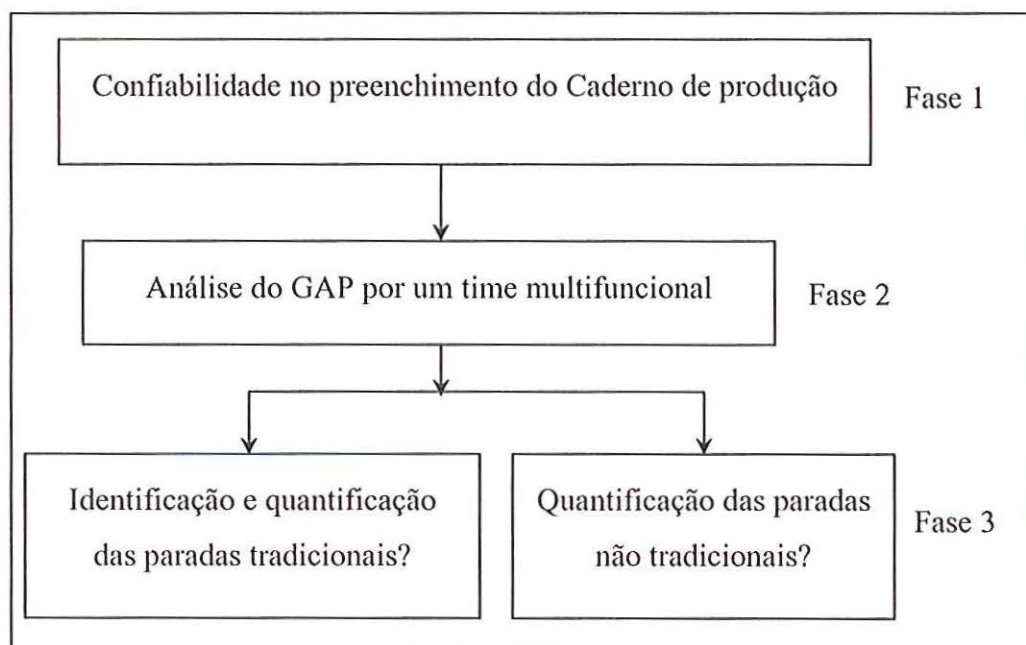


Figura 3.16 – Confirmação dos dados

Fonte: Delphi, 2003

Paradas tradicionais são aquelas paradas justificadas pela falta de material, de treinamento, de quebra de máquina e outras paradas que são visíveis. As paradas não tradicionais são paradas muito pequenas e imperceptíveis chamadas de *overcycle*, que não fazem a célula parar de operar mas, porém, o tempo de ciclo de trabalho de um operador ou de uma máquina foi aumentado.

Paradas tradicionais: como já foram descritas, as paradas tradicionais ocorrem quando a área ou a máquina para de operar. São fáceis de serem identificadas porque nada “roda”. Normalmente isto ocorre devido:

- ao método. Quando o operador não sabe o que e quando operar;
- ao material. Quando ocorre a falta de material;
- à máquina. Quando a máquina quebra.

A Figura 3.17 mostra um tratamento sistemático adotado para as paradas tradicionais. O tratamento sistemático consiste na análise de cada tipo de parada suas conseqüências no processo produtivo.



Figura 3.17 - Tratamento das paradas tradicionais

Fonte: Delphi, 2003

Paradas não tradicionais: como já descrito anteriormente as paradas não tradicionais se resume no total de tempo perdido devido a fatores aparentemente não percebidos pelo operador. Paradas não tradicionais podem ser divididas em duas categorias:

- problemas de qualidade: quando acontecem atividades rápidas de retrabalho, seleção e etc;
- problemas de overcycle: quando a área está aparentemente trabalhando bem, porém não atinge o ATT, existindo variações não facilmente percebidas dentro do trabalho padronizado, como: *reset* de máquina,

variação do trabalho padronizado; peças com dificuldade de montagem, peças que não assentam corretamente no dispositivo de montagem..

A Figura 3.18 mostra o tratamento sistemático adotado para as paradas não tradicionais.

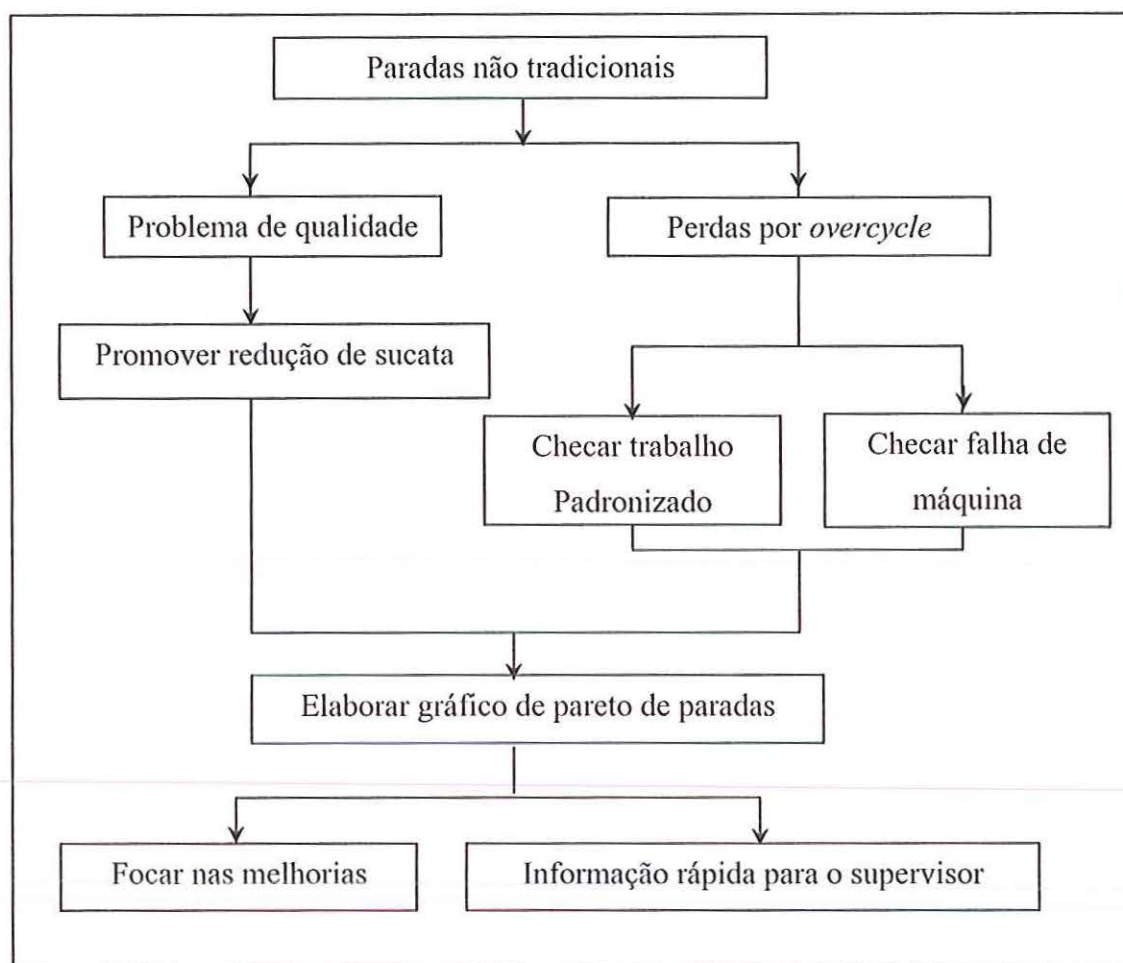


Figura 3.18 - Tratamento das paradas não tradicionais

Fonte: Delphi, 2003

3.12 Pulmão

Pulmão é uma ferramenta de produção enxuta utilizada para conectar um posto de trabalho com tempo de ciclo menor que o posto seguinte ou também quando o tempo de ciclo de um posto é muito menor que o tempo de ciclo da célula de fabricação.

Esta ferramenta é muito utilizada para balanceamento de ciclos entre máquinas ou postos, uma vez que é possível desconectar um posto do resto da célula e

conseqüentemente trabalhar menos horas que a célula toda. Esta separação do posto em relação à célula, melhora a utilização de operador e máquina, pois é possível carregar o operador deste posto com atividades não cíclicas não interferindo no ATT.

Quando o resultado de um bom balanceamento depende da separação de um posto de trabalho, é necessário conectá-lo com o posto seguinte por meio de um pulmão. Este pulmão calculado em peças deve ser mantido pelo posto mais rápido, uma vez o pulmão abastecido, pode utilizar o tempo “ocioso” para realizar outras atividades não cíclicas, ou até mesmo operar em menos turnos, mantendo o estoque de peças para o posto seguinte nos demais turnos.

O Pulmão visa melhorar a utilização da mão-de-obra, resultando muitas vezes em redução de operador para o processo ou redução de turnos trabalhados do posto mais rápido.

O cálculo que define o tamanho do pulmão a ser mantido pelo operador no posto de menor ciclo está relacionado com o ciclo do posto seguinte e o tempo de consumo das peças que estão no pulmão. O exemplo abaixo mostra o cálculo utilizado para definição do tamanho do pulmão:

No exemplo da Figura 3.19, o posto A opera em um ciclo de 10 segundos por peça e um posto seguinte B opera em um ciclo de 20 segundos por peça. Considerando os ciclos de cada posto de trabalho pode se concluir que, o posto A produz 360 peças por hora e o posto B produz 180 peças por hora. Sendo assim o posto A só precisa operar 30 minutos para atender 1 hora de produção do posto B. Esta diferença de ciclo cria uma ociosidade no operador do posto A, podendo este receber mais atividades que o possibilite aumentar seu ciclo de trabalho (CT), melhorando sua taxa de utilização. O pulmão deve ser dimensionado com um estoque máximo e mínimo de peças que deve ser respeitado pelo posto A e posto B.

Abaixo é apresentado o cálculo do pulmão para o exemplo da Figura 3.19.

Tempo de consumo adotado em 1 hora para o exemplo

- Estoque Mínimo (EMI)

$$\text{EMI} = (3600 \text{ seg} \div \text{ciclo de B seg}) - (3600 \text{ seg} \div \text{ciclo de A seg}) \quad (1)$$

$$\text{EMI} = (3600 \div 20) - (3600 \div 10) \quad (2)$$

$$\text{EMI} = 360 - 180 \quad (3)$$

$$\text{EMI} = 180 \text{ peças} \quad (4)$$

- Estoque máximo (EMX)

$$EMX = (3600 \text{ seg} \div \text{ciclo de B seg}) \quad (1)$$

$$EMX = (3600 \div 10) \quad (2)$$

$$EMX = 360 \text{ peças} \quad (3)$$

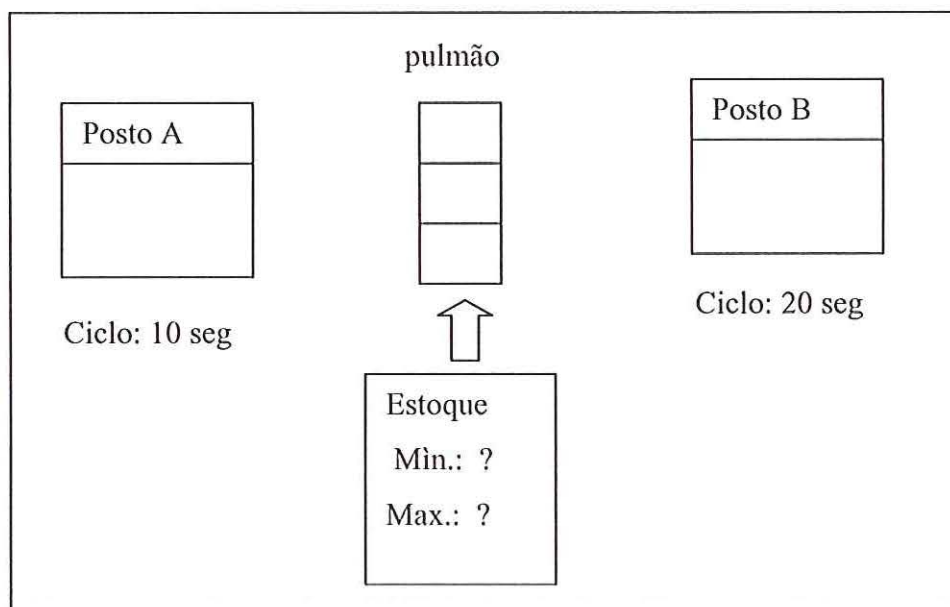


Figura 3.19 – Pulmão

A Figura 3.20 mostra um pulmão de reabastecimento por container que é utilizado neste trabalho. O container vazio é a ordem para reabastecer a quantidade indicada. O container vazio deve ser reabastecido na seqüência de uso pelo processo produtor.

O pulmão deve permitir o fornecimento da peça certa, na quantidade certa e no momento certo, não comprometendo o ciclo do processo (ATT).

3.13 Avaliação ergonômica

A padronização de um processo produtivo baseia-se na combinação de tarefas repetitivas dentro de um tempo de ciclo. As atividades realizadas pelos operadores se tornam mais repetitivas e por esta razão lesões por esforços repetitivos (LER) podem ocorrer.

A Delphi utiliza algumas ferramentas para avaliação ergonômica do posto de trabalho. Uma destas ferramentas é o índice de tensão de trabalho (JSI), desenvolvida por Steven Moore and Arun Garg (JSI), a qual é utilizada pela metodologia.

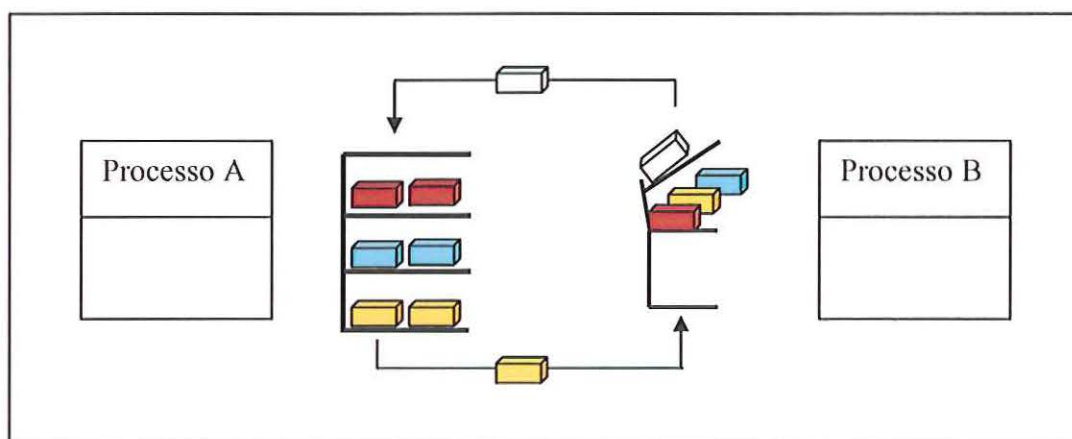


Figura 3.20 - Reabastecimento por *container*

Fonte: Delphi, 2003

Esta ferramenta tem o objetivo de assegurar a saúde do operador por meio de uma avaliação ergonômica criteriosa do posto de trabalho, com o objetivo de validar o padrão de trabalho estabelecido com base nas melhores práticas.

Cuergo Cornell University. Ergonomics Web (2005) descreve que a JSI é um meio para determinar os riscos de desordem muscular relacionados a movimentos das mãos, dos pulsos e dos cotovelos. A ferramenta analisa o trabalho levando em consideração cada mão e cada tarefa considerando seis variáveis:

- intensidade do esforço – IE;
- duração do esforço – DE;
- frequência do esforço – FE;
- postura da mão/punho – PMP;
- ritmo do trabalho – RT;
- e duração do trabalho – DT.

O índice JSI é obtido por meio da multiplicação de seis índices levantados durante a observação no posto de trabalho e que representam cada uma das variáveis durante a observação do posto de trabalho. O exemplo abaixo mostra o cálculo do JSI com base nos dados da Figura 3.21.

$$JSI = IE \times DE \times FE \times PMP \times RT \times DT \quad (1)$$

$$JSI = 3,0 \times 1,5 \times 1,0 \times 1,5 \times 1,0 \times 0,5 \quad (2)$$

$$JSI = 3,38 \quad (3)$$

- intensidade do esforço – IE

A Tabela 4 apresenta um guia para análise da intensidade do esforço em um posto de trabalho:

Tabela 4 – Índice de intensidade de esforço.

critério	% MS1 ^A	Escala ^B BORG	intensidade do esforço percebido
leve	< 10 °	<= 2	pouco notado ou relaxado
pesado	10° - 29 °	3	percebido
médio	30° - 49 °	4 - 5	percebido SEM expressão facial
muito pesado	50° - 79 °	6 - 7	percebido substancialmente COM expressão facial
próximo ao limite	>= 80°	> 7	uso do ombro ou tronco para gerar o esforço

A - porcentagem de máximo esforço
B - comparada a escala CR-10 de Borg

Fonte: Cuergo Cornell University. Ergonomics Web (2005).

Borg ... (2005) define que a escala de BORG é um método simples de medição de esforço percebido (RPE), que é utilizado por treinadores e técnicos para medir o nível e intensidade dos atleta em treinamentos e competições.

- duração do esforço - DE

O índice de duração do esforço é calculado com base na relação entre o tempo de execução do esforço realizado pelo operador e o período de observação realizado durante a análise do posto. A equação abaixo explica o cálculo deste índice.

$$\% \text{ de duração do esforço} = \left[\frac{\text{Tempo de duração total do esforço (segundos)}}{\text{Tempo total de observação (segundos)}} \right] \times 100$$

- freqüência do esforço - FE

O índice de freqüência do esforço é calculado com base na relação entre o número de vezes que o operador executa o esforço o período de observação realizado durante a análise do posto.

$$\text{Freqüência} = \left[\frac{\text{Número de esforços executados durante a observação}}{\text{Tempo total de observação (minutos)}} \right]$$

- postura da mão/punho - PMP

O índice de postura considera a relação de posição da mão ou do punho com a posição neutra. A posição neutra é aquela em que os músculos não são solicitados, entendida como posição de descanso. A Tabela 5 mostra os critérios par definição do índice de postura:

Tabela 5 – Índice de Postura.

critério	extensão do punho	flexão do punho	Varição Ulnar ^A	postura percebida
muito boa	0° - 0°	0° - 5°	0° - 10°	perfeitamente neutra
boa	11° - 25°	6° - 15°	11° - 15°	próximo ao neutro
razoável	26° - 40°	16° - 30°	16° - 20°	não neutro
ruim	41° - 55°	31° - 50°	21° - 25°	próximo do limite
muito ruim	> 60°	> 50°	> 25°	acima do limite

A - derivado dos dados

Fonte: Cuergo Cornell University. Ergonomics Web (2005).

- ritmo do trabalho - RT

O índice do ritmo de trabalho é determinado com base na Tabela 6, a qual apresenta uma classificação do ritmo de trabalho por meio da velocidade percebida.

Tabela 6 – Índice de velocidade.

critério	MTM-1 ^A	velocidade percebida
Muito lento	=< 80%	relaxante
Lento	81-90%	em pequena parte do ciclo
Razoável	91-100%	movimentação normal
Rápido	100-115%	rápido, mas possível de manter
Muito rápido	> 115%	rápido e difícil de manter

A - O passo observado é dividido pelo passo prognosticado de MTM e expresso como % prognosticada

Fonte: Cuergo Cornell University. Ergonomics Web (2005).

MTM-LINK... (2005) descreve que o MTM-1 é um procedimento, que analisa algumas operações manuais, ou métodos dentro de um movimento requerido e tem o objetivo de garantir para cada movimento um padrão de tempo predeterminado, o qual é definido pela natureza do movimento e condições sobre qual ele é realizado, conforme Tabela 6.

- duração do trabalho - DT

O índice de duração do trabalho é determinado com base no tempo por dia que o operador utiliza para realizar as atividades que exigem o esforço.

As variáveis são classificadas em índice de tensão. Cuergo Cornell University. Ergonomics Web (2005) descreve que Moore e Garg realizaram um estudo em uma empresa usando esta ferramenta e perceberam que havia uma incidência de alto nível de desordem muscular. Com base neste estudo, eles recomendaram um valor máximo de JSI de 7, como sendo um critério de identificação para determinar trabalhos de alto risco para os músculos das mãos, pulsos e cotovelos. A Figura 3.21 mostra uma visão desta ferramenta.

A pontuação final do índice de tensão de trabalho é resultado da multiplicação de todos os índices. Uma visão desta pontuação final do índice de tensão de trabalho (JSI) é apresentada na Figura 3.22. As ações sugeridas visam manter a saúde e segurança dos operadores.

Índice de Tensão de Trabalho		
Pontuação	Interpretação do trabalho	Ação sugerida
< 3,0	seguro	nenhuma
de 3,0 a 5,0	incerto	Fazer rodízios
de 5,0 a 7,0	apresenta alguns riscos	Melhorar condições posto de trabalho
> 7,0	prejudicial	Rever/alterar as condições de trabalho

Figura 3.22 – Índice de tensão de trabalho – JSI

Índice de Moore e Garg				
LINHA	Solenóide - Injetores	AUDITOR	MARCELO LIMA	
POSTO	01	DATA	14.01.05	
Classificação	Caracterização	Índice	Enc.	Observações
<i>Intensidade do esforço (IE)</i>				
Leve	Tranquilo	1.0		
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0	3.0	
Pesado	Esforço nítido, sem expressão facial	6.0		
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0		
Próx. do Limite	Usa tronco e membros	13.0		
<i>Duração do Esforço (DE)</i>				
< 10% do ciclo		0.5		
10-29% do ciclo		1.0		
30-49% do ciclo		1.5	1.5	
50-79% do ciclo		2.0		
> 80% do ciclo		3.0		
<i>Frequência do Esforço (FE)</i>				
< 4 por minuto		0.5		
4 - 8 por minuto		1.0	1.0	
9 - 14 por minuto		1.5		
15-19 por minuto		2.0		
> 20 por minuto		3.0		
<i>Postura da Mão-Punho (PMP)</i>				
Muito boa	Neutro	1.0		
Boa	Próxima do neutro	1.0		
Razoável	Não neutro	1.5	1.5	
Ruim	Desvio nítido	2.0		
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0		
<i>Ritmo do trabalho (RT)</i>				
Muito lento	= < 80%	1.0		
Lento	81-90%	1.0		
Razoável	91-100%	1.0	1.0	
Rápido	100-115%	1.5		
Muito rápido	> 115%	2.0		
<i>Duração do trabalho (DT)</i>				
= < 1 hora por dia		0.25		
1-2 horas por dia		0.50	0.5	
2-4 horas por dia		0.75		
4-8 horas por dia		1.0		
> 8 horas por dia		1.5		
ÍNDICE (IE x DE x FE x PMP x RT x DT) =			3.38	
<i>Interpretação</i>	< 3.0 Seguro			
	3.0 - 5.0 Incerto	3.38	RESULTADO	
	5.0 - 7.0 Alguns riscos			
	> 7.0 Prejudicial			

Figura 3.21 – Análise ergonômica – JSI

Fonte: adaptado de Moore-Garg Strain Index (2005)

3.14 Auditoria de padronização

A auditoria de padronização é ferramenta indispensável para o processo de manutenção das melhorias alcançadas com a padronização. Seu objetivo é ajudar a

distinguir uma situação normal de uma situação anormal, ou seja, checar o que está de acordo com o padrão estabelecido e o que não está.

A auditoria deve ser realizada periodicamente por pessoas treinadas e que não atuem diretamente na área auditada. A participação de um representante do time de produção é recomendada, uma vez que anormalidades devem ser identificadas e ações endereçadas. A auditoria aborda questões voltadas para a documentação de padronização, como o caderno de produção, as folhas de padronização e também verifica se os operadores seguem o trabalho padronizado. Ela deve ser também um meio para que a padronização implementada na célula seja mantida, melhorias de padronização sejam levantadas, uma vez que novas e melhores práticas podem ser criadas pelo time de produção.

A Figura 3.23 mostra uma visão da ferramenta de auditoria de padronização. No cabeçalho o auditor deve informar o nome da célula de fabricação; o produto que está sendo fabricado; o seu nome como responsável pela auditoria e a data da realização da mesma.

Auditoria de padronização				Resultado:	%
Célula:	Produto:	Auditor:	Data:		
ITENS AUDITADOS				SIM	NÃO
1. A pasta de padronização está disponível no local de trabalho?					
2. A folha de takt time meta do mês atual e mês anterior está atualizada?					
3. O gráfico de PARETO do Mês anterior está atualizado?					
4. O gráfico de GAP até o mês anterior está atualizado?					
5. O plano de ação do mês anterior anterior está atualizado?					
6. O operador opera conforme folha de operação padronizada?					
7. A folha de auditoria de padronização do mês anterior está na pasta?					
8. O caderno de reporte de produção está disponível na produção?					
9. O reporte da média horária está atualizado?					
10. O reporte de produção diário está atualizado?					
11. O tempo de paradas em peças é igual a quantidade de peça perdida?					
12. O PARETO apontado condiz com as paradas do reporte de produção?					
Plano de ação					
Ítem	Ações			responsável	prazo

Figura 3.23 – Ferramenta de auditoria de padronização

Na coluna “ITENS AUDITADOS” estão descritos os itens importantes da padronização, os quais devem ser respeitados para que a padronização implementada pela metodologia possa ser mantida. O item estando em conformidade, o auditor deve colocar um x na coluna “SIM”, se o item estiver fora do padrão definido durante o evento kaizen o auditor deve colocar um x na coluna “NÃO”.

Na parte inferior da folha de auditoria de padronização é disponibilizado um plano de ação para ser preenchido pelo supervisor da célula de manufatura com o objetivo de eliminar as não conformidades encontradas durante a auditoria.

Este capítulo apresentou todas as ferramentas que são integradas pela metodologia de padronização. O capítulo seguinte descreve a metodologia e como estas ferramentas são utilizadas.

4 METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO

Este capítulo tem o objetivo de descrever a concepção da metodologia de padronização. A metodologia foi concebida conforme o método de pesquisa apresentado na Figura 1.3. A concepção e a aplicação prática caminharam juntas e com base nesta interação após várias aplicações em várias células de fabricação, foi possível se chegar nesta metodologia de padronização.

As diversidades de processo de cada célula de fabricação, por suas características similares, porém não idênticas contribuíram de maneira significativa para a criação de uma metodologia aplicável a qualquer tipo de célula de fabricação ou de montagem.

Como qualquer processo de melhoria, para obter o sucesso com a metodologia, a participação das pessoas envolvidas com o processo era pré-requisito para a concepção.

Para envolver as pessoas visando um mesmo objetivo, a metodologia de padronização incorporou o método de evento kaizen com o objetivo de justamente fazer a função de envolver, comprometer e desafiar um grupo de pessoas durante a fase inicial de aplicação da metodologia.

Embora o evento kaizen já fosse um método utilizado na Delphi, não havia nele uma seqüência lógica de atividades relacionadas à padronização. Sendo assim ao utilizar o evento kaizen como fase inicial da metodologia, foi observado nas primeiras aplicações que tanto o planejamento como as execuções das ações eram confusas e sofriam atrasos. Com o objetivo adequar o método de evento kaizen à metodologia, o mesmo foi reestruturado de forma a organizar as atividades diárias dentro do evento do período de uma semana, conforme apresentado na Figura 4.2. Com esta reestruturação a primeira semana da metodologia tomou forma e os resultados forma mais efetivos.

Uma outra adequação feita durante a criação da metodologia foi com relação à inclusão ou não de atividades não cíclicas para operadores que executavam atividades cíclicas. Na busca da maximização de recursos, a transferência de atividades não cíclicas para um abastecedor (aranha) seria a forma de disponibilizar o tempo dos

operadores cíclicos para realização de atividades cíclicas, reduzindo desta forma o tempo de ciclo destes operadores, através a redução da carga de trabalho. Tudo isso poderia resultar em uma melhor combinação das atividades, podendo reduzir a quantidade de pessoas do time de produção, ou aumentar a taxa de produção uma vez que haja demanda suficiente para a célula operar..

Na prática esta teoria de tirar todas as atividades não cíclicas da função dos operadores de produção e transferi-las para um abastecedor (aranha), não apresentou resultados satisfatórios durante as primeiras aplicações. A decisão de manter os operadores cíclicos executando apenas as atividades cíclicas acabou criando uma ociosidade maior para esses operadores.

Esta ociosidade é justificada pela adição de mais uma pessoa no time, o abastecedor, como também pela dificuldade de balanceamento da carga de trabalho dos operadores em função de *lay out* inadequado. Em algumas aplicações, esta ociosidade e o alto custo de alteração de *lay out* contribuíram para a permanência do *lay out* existente e pela distribuição das atividades não cíclicas entre os operadores cíclicos, de maneira que o tempo de ciclo de cada operador não fosse maior que o tempo de ciclo gargalo da célula (ATT) já existente.

Como regra na busca de aumento de volume de produção, quando possível, atividade não cíclica deve ser delegada a um abastecedor (aranha). Porém com base nas aplicações desta metodologia de padronização, fatores como custo de alteração de *lay out* e adição de operador, inviabilizam a busca do aumento de volume. Com base nesta experiência a metodologia apresentada assume que a distribuição das atividades não cíclicas para os operadores sem impactar o tempo de ciclo gargalo (ATT), é a decisão mais correta dentro da concepção de fazer o mesmo com menos recurso.

Outra adequação feita durante as primeiras aplicações da metodologia foi inclusão da coluna de espera forçada na ferramenta TCT apresentada na Figura 3.8. Esta adequação ocorreu durante a utilização desta ferramenta. As pessoas tinham dificuldades para interpretar a espera forçada de máquina quando esta espera ocorria dentro de um ciclo produtivo. A espera forçada é o tempo de espera que o operador é obrigado a realizar sem neste mesmo momento poder executar outro tipo de atividade. Com esta alteração foi possível medir e registrar também o tempo de espera forçada, gerando a informação necessária para representar graficamente na ferramenta TCT, eliminando qualquer dúvida sobre a existência de uma espera forçada dentro do ciclo produtivo.

Na primeira aplicação da metodologia foi utilizado o cálculo tradicional de takt time, o qual divide o tempo disponível pela demanda do cliente, não incorporando o tempo considerando as perdas geradas pelo processo. Na metodologia este indicador é utilizado para a definição de utilização de operador e máquina (ver seção 3.1 e 3.7). O fato do método tradicional não considerar a perda, o cálculo de utilização foi comprometido, pois resultou em uma interpretação errada da verdadeira utilização dos operadores e máquinas, pois as perdas que representam esperas, não impactavam no resultado de utilização de operador e máquina.

Sendo assim um novo método de cálculo do takt time foi definida. Denominado de Takt Time Meta (TTM) pela metodologia, o método de cálculo de takt time, passou a considerar o tempo de espera gerado pelas paradas de linha ao tempo disponível. Este método é apresentado de forma prática na seção 5.4.4 pela Figura 5.12. O TTM permite calcular corretamente o nível de utilização de operador e máquina, pois este método de cálculo está baseado no desempenho real da célula de fabricação. O método tradicional de cálculo não permite este cálculo, pois ele não considera o tempo que os operadores ficam ociosos, esperando por uma manutenção, pela chegada de um material, e outros tipos de esperas.

Outra adequação feita para compor a metodologia foi com relação ao conteúdo de trabalho. O conteúdo de trabalho do operador é apresentado na Figura 3.1. A princípio o conteúdo de trabalho se resumia no tempo dedicado pelo operador para realização dos elementos de trabalhos cíclicos e dos andares para concluir um ciclo produtivo. Conforme a metodologia este conteúdo foi alterado após algumas aplicações, pois havia a necessidade de incorporar as atividades não cíclicas e a espera forçada de máquina ao tempo de ciclo total de trabalho do operador. O benefício desta alteração foi a de poder observar melhor as atividades que não agregam valor como as atividades não cíclicas, a espera forçada e o andar, podendo assim ser reduzidas ou até mesmo eliminadas.

A metodologia tem a função de capacitar e preparar as pessoas que têm uma relação direta com a célula de fabricação. Com a aplicação da metodologia de padronização é possível responder as seguintes perguntas:

- os problemas são tratados com um fundamento lógico de produção enxuta?
- Qual é a verdadeira capacidade instalada da célula?
- Qual é o real nível de utilização da mão-de-obra?

- Qual é o real nível de utilização das máquinas?
- Custos de fabricação são reduzidos por meio de conceitos de supermercado de material, facilitando o gerenciamento?

Esta metodologia pode ser aplicada na padronização de diversos tipos de atividades relacionadas a uma célula de fabricação ou de montagem, tais como: operação de uma máquina, montagem de componentes em um conjunto, embalagem de produtos, abastecimento de uma célula de fabricação, etc. A Figura 4.1 apresenta graficamente a metodologia de padronização proposta.

A metodologia é formada por dois pilares que suportam a implementação e oito passos utilizados no processo de aplicação da mesma em uma célula de fabricação.

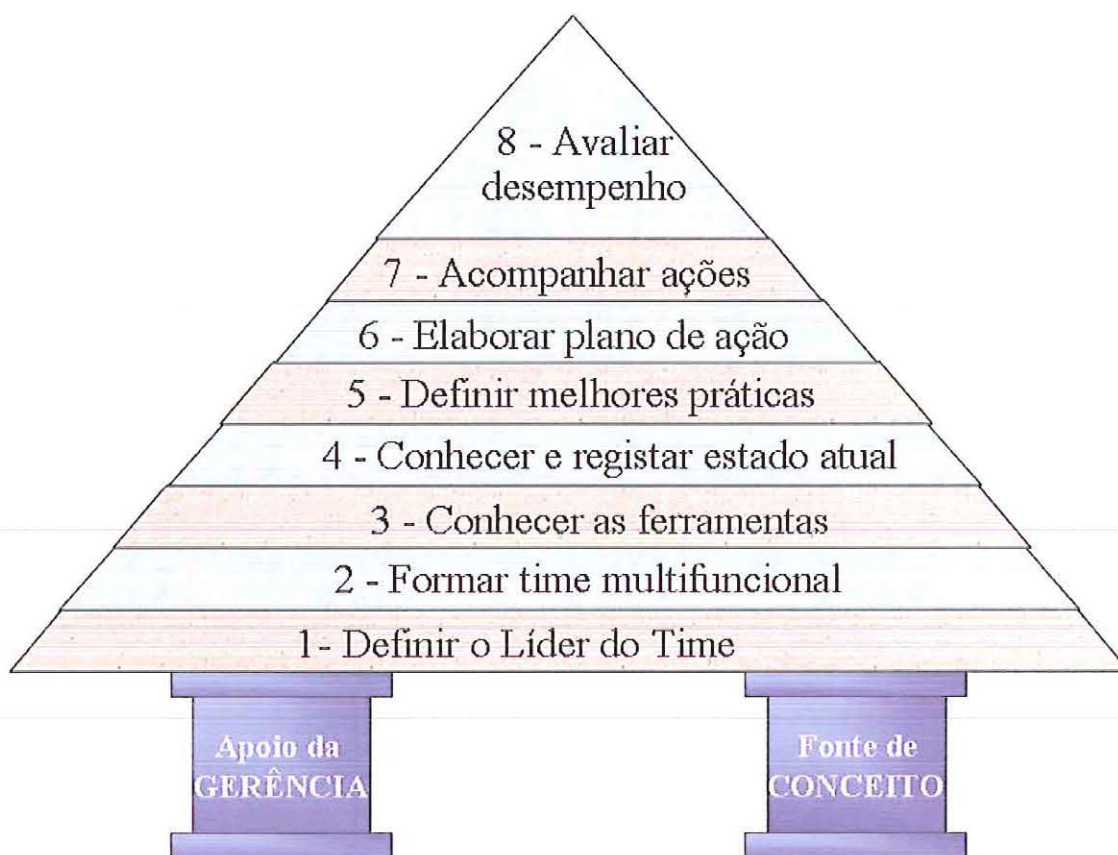


Figura 4.1 - Modelo da metodologia de padronização.

Os pilares de sustentação desta metodologia são representados pelo apoio da gerência e por uma fonte de conceito relacionada à produção enxuta. O sucesso da aplicação dos oito passos desta metodologia depende diretamente destes pilares de sustentação.

Os passos de 1 a 6 são executados dentro do método de evento *kaizen* adaptado a metodologia de padronização.

A pirâmide representando os passos de aplicação da metodologia mostra a seqüência ideal para o sucesso de sua implementação.

4.1 Pilar do Apoio da Gerência

Uma das premissas da metodologia de padronização é o apoio de forma irrestrita da gerência de manufatura. Além de sua participação na definição de qual área deve ser padronizada baseada na análise do fluxo de valor, ela também é responsável pela definição das metas que devem ser alcançadas pelo time de padronização. Estas metas devem ser definidas com base no histórico de desempenho do respectivo processo.

Para que o suporte da gerência seja eficaz, precisa também existir um bom conhecimento sobre a metodologia de padronização e sobre as ferramentas de produção enxuta utilizadas por parte da gerência. Tendo estes conhecimentos, a gerência pode suportar os times na aplicação da metodologia, visando não apenas assegurar a boa utilização dos recursos disponíveis na busca de resultados, como também participar da disseminação e solidificação de conceitos de produção enxuta para o time de implementação da padronização.

Uma das práticas da metodologia é a reunião diária da gerência com o time de padronização, na qual o time apresenta as atividades realizadas e discute o planejamento das ações do dia seguinte. Este é o momento em que a gerência interfere, auxiliando o time nas tomadas de decisões, na priorização de ações e recursos, com o objetivo de alinhar os resultados do trabalho de padronização com as estratégias da empresa.

Outra participação importante da gerência é sua presença no fechamento da primeira semana de implementação. O fechamento deve ocorrer em um horário no qual não só a gerência, mas também outras pessoas possam participar do evento. Na celebração dos resultados durante o fechamento, todo o time de implementação é reconhecido. Uma prática interessante é o reconhecimento individual do trabalho realizado por cada integrante do time, os quais recebem um certificado de participação no evento *kaizen*. Este certificado é entregue no final do evento e fechamento pela gerência, conferindo a cada participante sua capacitação nas ferramentas de produção enxuta aplicadas na semana de padronização.

O evento também deve ser usado pela gerência para destacar as contribuições do grupo com base nas habilidades e atitudes, valorizando a sinergia gerada pelo time multifuncional e a importância de sedimentar os conceitos utilizados na metodologia de padronização.

Os resultados obtidos são comemorados neste dia e monitorados pela gerência nas reuniões mensais de resultados por meio da verificação do gráfico do GAP.

4.2 Pilar da Fonte de Conceito

Outra premissa da metodologia é a presença do agente de mudança. O agente de mudança como definido por Womack (1996), deve ter o conhecimento teórico e prático necessário para suportar as atividades de implementação de uma produção enxuta. Esta mesma premissa é atribuída ao processo de padronização, no qual a figura do agente de mudança deve atuar como consultor e ao mesmo tempo como colaborador do time de implementação. Além de ser um participante ativo no processo de padronização, o agente de mudança deve assumir a postura de educador do time multifuncional que está aplicando a metodologia de padronização.

Sua habilidade para conduzir a aplicação e resolver conflitos é uma característica importante que deve ser levado em consideração na escolha de um bom agente de mudança.

Para isso, a gerência deve trabalhar na escolha correta do agente de mudança, provendo a ele educação e treinamentos necessários para uma boa formação nos conceitos de produção enxuta. A gerência deve criar estímulos para que o agente dissemine este conhecimento ao time de padronização, como também para todos os operadores do processo envolvidos. Todo este processo de disseminação de conceitos contribui na criação e manutenção do conhecimento da empresa.

Além da responsabilidade de transferir ao time de implementação dos conceitos utilizados no processo de padronização, a participação do agente de mudança na aplicação da metodologia deve assegurar que os objetivos alcançados estejam devidamente alinhados com as estratégias traçadas pela gerência.

Outra função importante do agente de mudança é auxiliar a gerência na elaboração do plano de melhoria, analisando o desempenho gerado por cada linha de produção durante as reuniões de resultados. Esta análise deve contribuir na atividade de

priorização da padronização de outras linhas de produção, visando a melhor utilização dos recursos disponíveis.

4.3 Passos para aplicação da metodologia

Esta metodologia sugere que alguns passos aconteçam na primeira semana e outros ocorram durante 2 meses.

Nesta primeira semana é utilizado o método do vento *kaizen* como um meio para introduzir a padronização no processo produtivo, o maior objetivo desta semana é converter o conhecimento tácito das atividades operacionais em conhecimentos explícitos por meio da utilização de ferramentas de padronização apresentadas no Capítulo 3.

A Figura 4.2 mostra como as atividades devem ocorrer em cada dia desta primeira semana.

EVENTO KAIZEN DE PADRONIZAÇÃO				
Dias da Semana				
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
	. Verificação do estado atual	. Implementação das oportunidades	. Implementação do estado futuro	. Ensalo da apresentação
. Abertura	. Levantamento das oportunidades	. definição do estado futuro	. Validação do estado futuro e treinamento dos operadores	. Apresentação
. Treinamento	. Planejamento da execução das oportunidades	. elaboração da documentação	. Início da elaboração da apresentação	

Figura 4.2 – Cronograma de atividades da primeira semana

Já a Figura 4.3 apresenta como deve ocorrer a aplicação durante os dois meses de implementação da metodologia considerando também esta primeira semana. Os passos de um a dois são executados uma semana antes de dar início à semana do evento *kaizen* de padronização. Os passos de três a seis são executados na primeira semana. As cinco semanas seguintes devem ser utilizadas para execução do passo sete, que é responsável pela implementação do plano de ação, com o objetivo de concluir todas as atividades pendentes levantadas na primeira semana. Este passo deve ser utilizado pelo supervisor e pelo time de padronização para fazer o acompanhamento de sua evolução,

assegurando que todos os operadores estejam executando as atividades conforme explicitadas pelo time de padronização.

Este acompanhamento é fundamental para finalizar a aplicação da metodologia e atingir as metas definidas pela gerência, mantendo a credibilidade com os operadores e com a metodologia de padronização.

O passo oito é dedicado à conclusão de todo o trabalho de padronização realizado pelo time. Ele deve ocorrer nas duas últimas semanas, quando pequenos ajustes ainda podem ser realizados e respostas a todas as perguntas relacionadas aos resultados alcançados podem ser respondidas.

SEQ	PASSO	PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA	SEMANA ANTERIOR	1º MÊS				2º MÊS				
				1 S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	
1	1,2	Definir líder e Time Multifuncional										
2	3	Conhecer as ferramentas										
3	4	Conhecer e registrar estado atual										
4	5	Definir melhores práticas										
5	6	Elaborar plano de ação										
6	7	Acompanhar ações										
7	8	Avaliar desempenho										

Figura 4.3 - Cronograma de aplicação da metodologia de padronização

Na seqüência são apresentados os oito passos para padronização de um processo produtivo:

Passo 1 - Definir líder: a escolha não apropriada de um líder para o time de padronização pode comprometer o resultado de aplicação da metodologia. O líder necessariamente não precisa ter o conceito formado sobre as ferramentas de produção enxuta, uma vez que é parte da metodologia que o facilitador, ou agente de mudança, transfira estes conhecimentos para todo o time.

Para um direcionamento não tendencioso das idéias geradas pelo time, o responsável direto do processo a ser padronizado não pode ser o líder do time multifuncional. Ele está acostumado com a rotina diária da célula de fabricação,

podendo estar imperceptível a possíveis mudanças ou até involuntariamente induzir o time a levantar problemas com base em uma única visão, a sua.

A definição do líder leva em consideração a habilidade deste para coordenar as atividades do time multifuncional e participar ativamente da execução destas. O líder e o agente de mudança devem estar totalmente alinhados com os objetivos da padronização definidos pela gerência, respeitando os tempos de execução de cada passo.

Também na responsabilidade do líder está a conclusão do plano de ação gerado na primeira semana pelo time. Este plano deve ser concluído antes da finalização da padronização conforme o cronograma apresentado pela Figura 4.3.

O líder também deve agendar reuniões semanais para rever o plano de ação junto ao time avaliando os resultados parciais e modificando o plano em consenso com o time multifuncional quando necessário. Neste período a gerência pode ser convidada pelo líder para participar de reuniões, com o objetivo de conseguir se necessário os recursos extras para obtenção dos resultados esperados.

Passo 2 – Formar time multifuncional: o time multifuncional deve ser formado por pessoas de áreas diferentes da empresa. Desta forma além de operadores do processo produtivo o time deve ter a participação de funcionários de outras áreas de apoio que tenham influência direta no processo produtivo, como: funcionários da área de planejamento e controle de produção, de segurança do trabalho, de qualidade, de engenharia de processos, de manutenção e de recursos humanos. Outras áreas não devem ser excluídas da participação, no entanto na maioria das empresas as estruturas se tornam muito enxutas e em alguns momentos a participação de funcionários de outras áreas é quase impossível.

A responsabilidade pela definição do time e principalmente do líder é do supervisor de produção. Seu compromisso na definição é assegurar que funcionários de outras áreas façam parte do time, promovendo a formação de um time multifuncional.

Todos os turnos de trabalho devem estar representados neste time com pelo menos um operador. Para processos produtivos compostos de três a doze postos de trabalho, o número de participantes deve variar entre 6 a 10 integrantes, dependendo da complexidade do processo. Um número de participantes acima ou abaixo desta quantidade pode comprometer o sucesso da padronização.

Esta metodologia também sugere que nos primeiros eventos *kaizen* de padronização, os gerentes indiquem funcionários formadores de opinião para participar

do time de implementação, visando uma melhor disseminação dos conceitos aprendidos pela a fábrica durante a aplicação da metodologia.

Passo 3 – Treinamento em ferramentas de produção enxuta, utilizadas na padronização: este passo é fundamental para padronização de uma célula de fabricação. O time de padronização deve neste passo conhecer com profundidade as ferramentas de produção enxuta da Delphi. Este passo ocorre no início da aplicação da metodologia, logo após uma cerimônia de abertura do processo de padronização. A metodologia de padronização determina que a cerimônia comece logo após o almoço da segunda feira e tenha uma duração de não mais que 20 minutos. Pessoas de todas as áreas funcionais da empresa são convidadas a participar desta abertura do evento *kaizen*. Este momento é utilizado para a apresentação dos integrantes do time multifuncional e das metas de padronização a serem alcançadas. Também deve ser o momento em que os gerentes e supervisores transmitem ao time suas expectativas quanto aos objetivos a serem alcançados com a padronização.

A cerimônia de abertura é um instrumento que valoriza a importância do evento e encoraja as pessoas que participam do processo de padronização a atingirem os objetivos previstos. Ela se faz necessária porque além de aproximar os integrantes do time com a gerência, cria uma relação de confiança e credibilidade do time. O time de implementação assume um compromisso de aplicar melhorias levantadas no processo de padronização e a gerência de apoiar o time com os recursos necessários para que a padronização tenha sucesso.

O local onde acontece esta abertura deve ser apropriado de maneira a garantir aos participantes um ambiente agradável.

Neste primeiro dia de evento *kaizen*, o time de implementação recebe um treinamento de quatro horas sobre como utilizar as ferramentas de padronização. O treinamento é dividido em uma parte teórica e uma parte prática por meio de simulação com montagem de “lego”, incorporando todo o conteúdo de trabalho de operador e trabalho de máquina apresentados na Figura 3.1 e Figura 3.2 respectivamente.

A responsabilidade pelo treinamento nas ferramentas de produção enxuta é do agente de mudança. Ele faz uso de todas as ferramentas descritas no Capítulo 3. Este treinamento visa nivelar o conhecimento sobre as ferramentas e dar início à capacitação do time para a aplicação da metodologia.

Passo 4 – Conhecer e registrar o estado atual: no segundo dia de trabalho o time deve dar início ao levantamento do estado atual do processo produtivo, conhecendo as atividades dos operadores e como elas são executadas. É o momento em que se cria um campo para que o conhecimento tácito seja socializado mantendo-se ainda tácito, sendo capturado pelo time e socializado durante a elaboração da folha de observação inicial e da folha de tomada de tempo dos elementos de trabalho.

Na seqüência, por meio de diálogo, este conhecimento tácito é externalizado pela primeira vez e convertido em conhecimento explícito utilizando a tabela de combinação de trabalho.

Após levantar as informações com as ferramentas FOI e FTT, o time deve registrar os elementos de trabalho de cada posto na TCT, Estes dados são transcritos para a ferramenta BOM, na qual o time pede analisar do estado atual da célula de fabricação. A partir daí são levantadas as oportunidades de melhorias de balanceamento de carga de trabalho, redução de ciclos de produção, redução de operadores ou de máquinas e etc.

Uma atividade importante no processo de levantamento do estado atual é fotografar a situação dos postos de trabalho antes da implementação da padronização. As fotos devem registrar pontos de melhoria como:

- apresentação de peças em cada máquina;
- situação dos estoques;
- altura de máquinas;
- conexões de material;
- condições de organização (máquina e material);
- alguma oportunidade de melhoria de segurança para o operador;
- fluxo de manufatura (movimentação de material, de operador e de informação).

Em alguns casos devido às atividades não estarem padronizadas, a definição do estado atual é uma tarefa muito difícil. Quando isto ocorre é necessário que o time defina preliminarmente uma forma padronizada para estas atividades, possibilitando a tomada de tempo de todos os elementos de trabalho executados pelo operador neste posto de trabalho.

Passo 5 – Definir melhores práticas: Neste passo o conhecimento tácito já está convertido em conhecimento explícito por meio da utilização das ferramentas e é discutido e analisado pelo time. As melhores práticas são levantadas e analisadas com base na folha de balanceamento de operador e máquina e nas oportunidades de melhoria levantadas e fotografadas pelo time. Este é o momento em que o time faz a combinação do conhecimento explícito, ou seja, o time discute com base nos conhecimentos agora registrados, as possíveis melhorias que podem ser implementadas para atingir as metas de padronização definidas pela gerência. É o início do processo de definição do estado futuro.

Estas melhorias devem estar de acordo com os requisitos de ergonomia. A quarta feira, terceiro dia da padronização, deve ser utilizada para validação e implementação das melhorias identificadas pelo time. As ações de melhorias devem ser executadas por integrantes do time e tarefas mais técnicas suportadas pelos funcionários da manutenção de fábrica.

Uma vez validadas, as melhores práticas são consideradas como práticas padrão e devem ser documentadas e estarem disponíveis no chão de fábrica junto ao processo.

Normalmente é difícil implementar rapidamente melhorias que exijam equipamentos mais bem elaborados. Para estes casos, o time deve implementar uma melhoria provisória, rápida e de baixo custo e definir o projeto de compra do equipamento definitivo em um plano de ação.

A quinta feira é dedicada para a conclusão da documentação da padronização. Neste dia o time finaliza a combinação do conhecimento explícito sobre as atividades, por meio da utilização e elaboração das ferramentas de padronização. As ferramentas que compõem documentação da padronização são:

Para cada posto cíclico

- Tabela de Combinação do Trabalho - TCT;
- Folha de Operação Padronizada - FOP;
- Folha de Elemento de Trabalho Não Cíclico - FET (quando houver);
- Utilização de Operador e Máquina - UTI;
- Avaliação Ergonômica do Posto.

Para toda a linha

- *Lay out* da célula;

- Cálculo do TTM;
- Balanceamento de Operador e Máquina – BOM;
- Plano de ação para melhoria.

Esta documentação se torna a parte principal da metodologia de padronização e serve como base para a internalização do conhecimento. Esta internalização consiste no treinamento dos operadores nas informações atualizadas das ferramentas de padronização. Este é o momento em que o conhecimento explícito começa a ser convertido em tácito, uma vez que todos os operadores de forma padronizada são treinados pelo time multifuncional em seu posto de trabalho. Estes operadores são acompanhados pelo supervisor durante os dois meses conforme a metodologia.

Passo 6 – Elaborar Plano de Ação: o plano de ação é uma ferramenta “viva” que nasce com a padronização e recebe o nome de plano de ação trinta dias, pois o objetivo do time multifuncional é concluir as ações pendentes em trinta dias. Este plano se torna um plano permanente para a célula após a aplicação da metodologia devendo ser revisado periodicamente. Ele permite o acompanhamento das ações de melhoria levantadas e executadas em uma célula de fabricação.

Durante a implementação da metodologia os prazos para execução das ações mais demoradas não devem ultrapassar o período de seis semanas como apresentado no cronograma da Figura 4.3. Um plano de ação bem elaborado e bem executado é uma ferramenta decisiva para o sucesso da padronização.

Existem muitos formatos de plano de ação, no entanto ele deve conter pelo menos três informações básicas:

- descrição da ação;
- responsável;
- prazo de execução.

O formato do plano de ação utilizado na metodologia é apresentado na Figura 4.4. Este plano além das informações descritas acima, apresenta também uma pontuação conhecida como “pontuação GUT”. O GUT representa três graus de importância da ação, sendo o grau de gravidade do problema, de urgência da correção do problema e de tendência do problema.

Os três graus de importância podem ser pontuados de 1 a 4 como apresentados abaixo:

Gravidade:

- 1 – a não execução da ação compromete a segurança do operador;
- 2 – a não execução da ação pede um treinamento específico de segurança;
- 3 – a não execução da ação pede o uso de equipamento de proteção especial;
- 4 – a não execução da ação impede o operador de executar as atividades.

Urgência:

- 1 – a ação pode ser realizada até o final de 2 meses;
- 2 – a ação precisa ser executada em 20 dias;
- 3 – a ação deve ser realizada na semana seguinte a do evento *kaizen*;
- 4 – a ação deve ser realizada na semana do evento *kaizen*.

Tendência:

- 1 – a não execução da ação não compromete a implementação da padronização;
- 2 – a não execução da ação interfere na execução de outras ações;
- 3 – a não execução da ação vai dificultar a implementação da padronização;
- 4 – a não execução da ação inviabiliza a implementação da padronização.

A pontuação considera os pesos de 1 a 4, sendo que a multiplicação destes pesos define um fator de risco na coluna “Fator” no centro da Figura 4.4, o qual permite priorizar as ações de maior influência no sucesso da padronização. Os pesos para cada item são observados nas colunas “G”, “U” e “T” também no centro do plano de ação respectivamente.

O plano apresenta informações importantes no cabeçalho como: nome do processo, a data de emissão, a data de revisão e participantes da elaboração ou revisão do plano. Na segunda coluna do plano de ação são registradas as ações levantadas pelo time de padronização. A situação das ações também pode ser atualizada e acompanhada pelos quadrantes na coluna “Status”, onde:

- um quadrante tarjado representa que a ação foi definida;
- dois quadrantes tarjados representa que a ação foi iniciada;
- três quadrantes tarjados representa que a ação foi implementada;

- quatro quadrantes tarjados representa que a ação foi eficaz.

Passo 7 – Acompanhar ações: o acompanhamento das ações inicia-se logo após a elaboração do plano de ação, na primeira semana de implementação da padronização quando o plano de ação é definido e deve ser concluído na semana antes do final do processo de padronização conforme a metodologia.

PLANO DE AÇÃO										
Processo:		Montagem 1		Participantes: Wilson, João, Paulo, Edson, e Gilson						
Data de emissão:		11/10/2004								
Data de revisão:		16/10/2005								
Item	Ações	G	U	T	Fator	Data	Status			Responsável
1	Liberar o Elevador	4	1	2	8	15/out	em análise			João
2	Analisar e mudar desenho do termopar	2	2	2	8	13/out	Parado falta material			Wilson
3	Rever fixação da mesa da agulha	3	4	1	12	15/out	em análise			Paulo
4	Treinar operador	3	3	2	18	13/out	resultado muito bom			Wilson
4	Aumenta frequência d eentrega de material	2	1	2	4	15/out	em andamento			João

Figura 4.4 - Plano de ação

Reuniões periódicas do time multifuncional devem ocorrer dentro deste período. Análise de resultados alcançados durante este período deve ser realizada pelo time, possibilitando assim uma adequação do plano de ação caso o time considere necessário.

Semanalmente o líder do time multifuncional deve reunir-se com o gerente da planta e informar sobre o andamento do plano de ação. As observações dadas pelo gerente devem fazer parte da próxima reunião.

O sucesso da implementação depende muito da conclusão das ações, pois são elas que uma vez executadas possibilita a mudança de cultura dos envolvidos no processo produtivo, visando à execução das atividades de uma forma padronizada.

A padronização das atividades permite a visualização e identificação de desperdícios com maior facilidade, pois esses por decorrência da padronização, acabam sendo produzidos de uma forma repetitiva e por tanto se torna fácil sua identificação e eliminação.

Passo 8 – Avaliar desempenho: a avaliação de desempenho consiste em comparar os indicadores de performance do processo antes da padronização e depois

dela. A metodologia incorpora também indicadores antes não utilizados pela gerência na medição de desempenho, tais como: utilização de operador e utilização de máquina.

No período de implementação de 2 meses, é possível o time realizar uma boa avaliação do impacto da padronização no desempenho da célula de fabricação.

O maior ganho de desempenho não está relacionado apenas à finalização das ações pendentes, mas principalmente a partir destas, uma vez que o supervisor de produção passa a perceber os benefícios da padronização e ter informações confiáveis de seu processo produtivo.

Esta nova situação permite ao supervisor de produção atuar com maior eficiência na resolução de problemas que prejudicam o bom desempenho de sua célula de fabricação.

5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO

A aplicação desta metodologia ocorreu na Delphi, empresa multinacional americana que atua no ramo de autopeças. A Delphi possui fábricas instaladas em vários países de vários continentes. Uma de suas plantas está localizada em Piracicaba, interior de São Paulo, onde emprega aproximadamente 310 pessoas e é fornecedora de sistemas de gerenciamento de combustíveis para linha automotiva. A Delphi desde 1998 vem praticando os princípios de produção enxuta baseado no Sistema Toyota de Produção (TPS) e importantes resultados têm sido obtidos com esta filosofia *lean*. Uma de suas metas é atingir uma utilização de 85% da mão-de-obra e 75% dos equipamentos que compõem as suas células de manufatura.

Para este propósito, a padronização das atividades das células de fabricação é considerada a base para que melhorias aconteçam. A célula de fabricação escolhida para a aplicação da metodologia foi a célula de montagem do solenóide do injetor de combustível.

Normalmente em um processo de padronização de uma célula, a maioria dos integrantes do time multifuncional já tem certo conhecimento sobre o processo e sobre o produto. Porém, é importante reforçar estes conhecimentos no início do evento *kaizen* de padronização, pois é a oportunidade criada para nivelar estes conhecimentos de produto e processo.

5.1 Conhecendo o produto

A montagem do solenóide é o primeiro processo de fabricação do injetor de combustível. Sua função é liberar e fechar o fluxo de combustível para a câmara de combustão dos motores automotivos, através de um campo magnético criado por uma bobina eletrônica.

Os componentes utilizados na montagem do solenóide estão descritos abaixo:

- tubo metálico;
- *pole piece*;
- *guide*;
- suporte;
- bobina;*body*;
- corpo injetado.

A seguir são apresentadas algumas fotos dos componentes utilizadas na montagem do solenóide em cada posto de trabalho.

A Figura 5.1 mostra da esquerda para a direita o *pole piece*, o *guide* o tubo e o suporte que são montados no posto 01.



Figura 5.1 – Componentes do posto 01

A Figura 5.2 mostra a bobina montada no posto 02.



Figura 5.2 – Componente do posto 02

A Figura 5.3 mostra o *body* e *oring* que são montados no posto 03.



Figura 5.3 – Componentes do posto 03

A Figura 5.4 mostra o solenóide com o corpo injetado finalizando o processo de montagem no posto 04.



Figura 5.4 – Corpo injetado do posto 04

5.2 Conhecendo o processo

Uma visão do processo produtivo é apresentada na Figura 5.5. O processo é composto por cinco postos de trabalho e cinco máquinas. Quatro operadores trabalham nas máquinas e um quinto operador faz a função do abastecedor, conhecido na Delphi como o aranha da célula. A função do abastecedor é realizar as atividades não cíclicas

desta célula de fabricação e também de outras células da fábrica. A utilização desta célula para aplicação da metodologia de padronização é valorizada pelo fato das operações serem em sua maioria manuais.

Três dos quatro operadores trabalham sentados como mostra a Figura 5.5. Uma das práticas relacionadas à questão ergonômica do posto é a realização de rodízio nos postos de trabalho. Em uma primeira análise do estado atual, esta prática não estava bem definida, pois não havia uma análise ergonômica dos postos e na maioria das vezes o rodízio era realizado pelos operadores sem seguir uma frequência definida.

Os operadores afirmam preliminarmente que o gargalo da linha é o posto 01 e que o operador do posto 02 tem uma carga de trabalho inferior aos demais. Neste posto segundo eles, o operador quando está trabalhando pode deixar o posto para ir ao banheiro ou tomar café com tranqüilidade. Esta prática foi observada várias vezes pelo time de implementação da padronização, pois na maioria das vezes o processo operava com apenas três operadores e o ritmo do processo não era afetado.

A demanda de janeiro para 2005 é de cento e dois mil e oitocentos solenóides. Este processo trabalha em regime de três turnos e tem realizado um volume razoável de horas extras nos últimos meses.

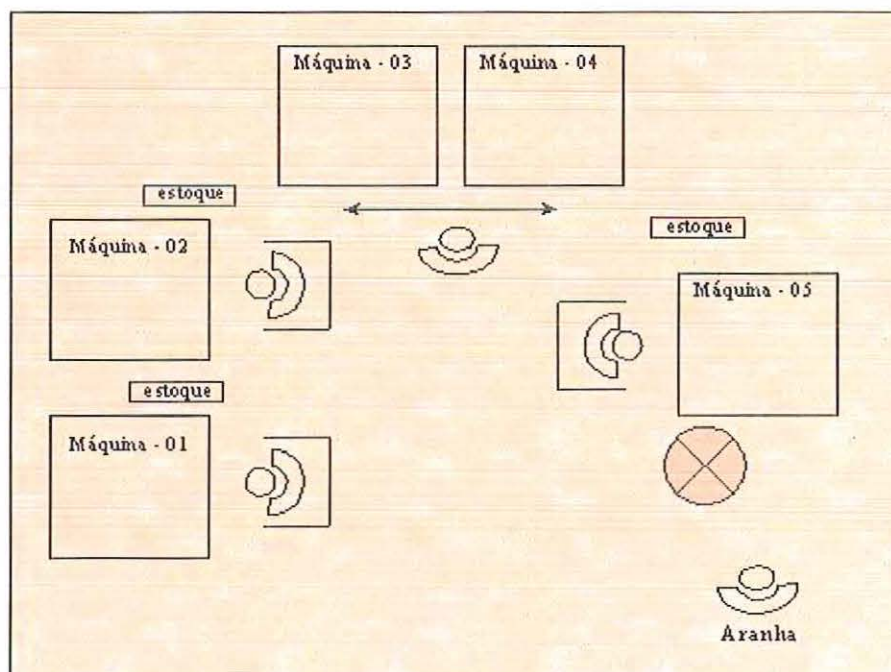


Figura 5.5 – Lay out do processo do solenóide.

5.3 Apoio da gerência

A participação da gerência apoiando a metodologia foi fundamental para a aplicação da metodologia de padronização. Entre várias atividades de apoio realizadas pela gerência, é importante destacar algumas. A primeira foi o suporte dado na formação do time multifuncional, assegurando junto aos supervisores a participação de um representante de cada área escolhida em consenso.

Outro apoio da gerência foi o desafio colocado para o time multifuncional. Este desafio consistiu em produzir mais peças com menos horas de trabalhos dos operadores, buscando um ganho de 15% em relação à situação atual encontrada pelo time.

Também um apoio importantíssimo foi assegurar que o time de implementação pudesse interferir no processo, podendo pará-lo se necessário para levantar os elementos de trabalho na terça feira, como também durante a validação do estado futuro na quinta feira. A liberação da célula de fabricação ocorreu conforme a metodologia dentro do evento *kaizen*. Normalmente esta é uma decisão que a gerência deve participar, uma vez que a parada pode vir a causar impacto no faturamento mensal.

Outro apoio dado pela gerência foi disponibilizar recursos como compra de material e mecânicos necessários para garantir a implementação destas melhorias para o estado futuro da célula de fabricação.

Durante a primeira semana, a gerência participou das reuniões diárias do time multifuncional, conhecendo o processo com mais profundidade e participando nas tomadas de decisão do time. Teve uma contribuição importante no direcionamento dos recursos para atingir os objetivos da padronização.

Esta interação da gerência com o time de implementação permitiu também uma maior aproximação com os funcionários de chão de fábrica, criando assim um ambiente favorável à integração, confiança e aprendizado.

5.4 Fonte de conceito

A metodologia de padronização foi conduzida por um facilitador designado pela gerência. Este facilitador, considerado um agente de mudança, recebeu treinamento específico das ferramentas de padronização, e com conhecimento e habilidade transferiu os conceitos destas ferramentas ao time multifuncional. O facilitador além de preparar o time, participou de toda as atividades de implementação durante a primeira semana.

Um papel importante do facilitador é manter como elo de ligação entre os anseios da gerência e a expectativa do time. Esta intermediação contribui não apenas na criação do conhecimento dos operadores e time multifuncional, mas também pela criação do conhecimento junto à gerência e supervisores que passaram a conhecer o processo de montar solenóide com mais profundidade, reforçando a premissa de que não há melhoria sem padronização.

5.5 Passos para aplicação da metodologia

Na seqüência é apresentada a aplicação dos passos da metodologia de padronização. Visando facilitar a compreensão ao leitor, este capítulo vai utilizar exemplos apenas do posto de trabalho 02. Os demais postos estão referenciados neste capítulo em apêndices no final deste trabalho.

5.5.1 Definir líder

O líder foi definido com a participação da gerência, a qual procurou junto a supervisão escolher um líder formador de opinião conforme sugerido na metodologia.

5.5.2 Formar time multifuncional

A participação da supervisão de produção e do facilitador na formação do time multifuncional foi extremamente importante. Por se tratar de um primeiro evento de padronização, a formação do time levou em consideração a participação de operadores também formadores de opinião, tendo como objetivo a disseminação dos conceitos de produção enxuta aprendidos para os demais operadores da célula de fabricação.

Baseado na quantidade de máquinas o time foi formado por:

Líder:	Engenheiro de manufatura
Co-líder:	Coordenador de produção
Integrantes:	Operador do 1º turno
	Operador do 2º turno
	Operador do 3º turno
	Engenheiro de qualidade
	Abastecedor de linha
	Técnico da Engenharia Industrial
	Analista de Recursos Humanos

O time de implementação teve como facilitador o supervisor do Sistema de Manufatura da Delphi.

5.5.3 Conhecer as ferramentas

O treinamento do time multifuncional nas ferramentas de padronização ocorreu na segunda feira no período da tarde logo após a abertura do evento de padronização. O facilitador apresentou todas as ferramentas de produção enxuta descritas no Capítulo 3. Este treinamento teve duração de 4 horas, no qual o conhecimento teórico foi passado ao time e sedimentado por meio de simulação com lego de um posto de trabalho. Este treinamento capacitou o time multifuncional no preenchimento de todas as folhas e tabelas que se constituem nas ferramentas de produção enxuta utilizadas na metodologia de padronização.

Muitos conceitos de perdas geradas pelo processo produtivo foram discutidos no treinamento. Durante este treinamento o time de implementação teve a oportunidade de entender a razão das empresas terem que implementar o trabalho padronizado em seus processos e como este processo é realizado.

5.5.4 Conhecer e registrar o estado atual

Ainda na segunda feira foi planejada a distribuição das tarefas entre os participantes do time, visando o levantamento das atividades (elementos de trabalho) e tomada de tempo de cada posto de trabalho.

Na terça feira de manhã o time deu início no levantamento do estado atual, utilizando algumas das ferramentas de análise apresentadas no Capítulo 3. Estas ferramentas estão descritas abaixo:

Para cada posto de trabalho cíclico o time utilizou:

- folha de observação inicial;
- folha de tomada de tempo;
- folha de elemento de trabalho não cíclico, quando houver;
- tabela de combinação de trabalho.

Para cada posto de trabalho não cíclico (posto do abastecedor) o time utilizou:

- folha de observação inicial;

- folha de elemento de trabalho não cíclico para cada atividade do abastecedor.

Para o processo como um todo o time utilizou:

- balanceamento de operador e máquina.

Também foram levantadas e registradas as oportunidades de melhoria relacionadas à segurança e organização da célula.

As ferramentas acima utilizadas e as melhorias levantadas definem o estado atual do processo de montagem do solenóide.

Conforme a metodologia, a primeira ferramenta utilizada para definição do estado atual foi a folha de observação inicial apresentada na Figura 5.6. Por meio desta ferramenta foi possível conhecer todos os elementos de trabalho realizado pelo operador do posto 02, conforme relatado no lado direito da folha. Para este posto o operador executa apenas dois elementos de trabalho. O operador deste posto não executa nenhuma atividade não cíclica.

O tamanho do estoque observado pelo time é de no máximo 60 peças, não sendo possível estocar mais peças. O operador trabalha sentado pegando o componente a ser montado no lado esquerdo da bancada e colocando o produto acabado no lado direito da bancada. Não foi sinalizado nenhum cuidado especial com qualidade, segurança ou com operação crítica, devido a montagem destas peças neste posto não exigir.

Uma representação gráfica foi feita no lado esquerdo da folha mostrando a localização da máquina, material e operador

A primeira observação feita pelo time foi que o operador do posto 02 trabalha em um tempo de ciclo menor que os demais postos, ficando ocioso em alguns momentos. O mesmo poderia ser mais bem utilizado.

Algumas melhorias na apresentação de peças junto à máquina poderiam ser realizadas.

Uma vez conhecido os elementos de trabalho do operador nos postos de trabalho, o time deu início à utilização da segunda ferramenta, a folha de tomada de tempo.

Os tempos de cada elemento foram levantados e registrados conforme a metodologia. Foi adotado como tempo ideal o menor valor dentre as medições que mais se repetiram.

DELPHI		FOLHA DE OBSERVAÇÃO INICIAL - FOI																																																				
Posto de trabalho		Operação			Estoque																																																	
02		Critica	Inspeção	Segurança	Quantidade	Símbolo																																																
		▼	◇	+	60	⊗																																																
					Elementos de trabalhos cíclicos																																																	
					<p>1- Montar bobina na máquina a cada 2 peças</p> <p>2- Transferir e corrigir bobinas a cada 200 peças</p>																																																	
					Atividades NÃO Cíclicas																																																	
					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Atividades NÃO Cíclicas</th> </tr> <tr> <th>Nr.</th> <th>Produção real / turno</th> <th>A cada quantas peças</th> <th>A cada quantos minutos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Atividades NÃO Cíclicas				Nr.	Produção real / turno	A cada quantas peças	A cada quantos minutos																																								
Atividades NÃO Cíclicas																																																						
Nr.	Produção real / turno	A cada quantas peças	A cada quantos minutos																																																			

Figura 5.6 – Folha de Observação Inicial – posto 02 (estado atual)

A folha de tomada de tempo apresentada na Figura 5.7 mostra 5,4 segundos para o primeiro elemento e 5,6 segundos para o segundo elemento. O tempo de ciclo de máquina foi medido e registrado, sendo 4,2 segundos para o ciclo puro de máquina, e também o tempo manual de mais 2,7 para carregar a máquina e de mais 2,7 segundos para descarregar a máquina, ou seja, a máquina produz uma peça a cada 9,6 segundos.

A terceira ferramenta utilizada para definição do estado atual foi a tabela de combinação de trabalho apresentada na Figura 5.8. No estado atual é possível observar que o operador leva 11 segundos para executar o trabalho manual para cada peça, ou para um ciclo de trabalho. Pelo fato deste operador trabalhar sentado e em apenas uma máquina, o tempo gasto pelo operador com andar é zero.

No caso, o operador 2 também não executa atividades não cíclicas, o que poderia fazer com que ele deixasse o posto de trabalho e desta forma então precisasse andar.

Esta ferramenta também registra o ciclo puro de máquina que é 4,2 segundos por peça.

CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO

DELPHI													FOLHA DE TOMADA DE TEMPO		
Produto: INJETOR						Folha 01 / 01				Data 10/01/2005					
Processo: MONTAGEM DO COLENOÍDE				Elementos cíclicos (X)		Elementos não cíclicos ()		Posto de trabalho: 02							
OPERADOR															
Seq	Elemento	Ponto inicial	Ponto Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor que mais se repete Tempo Elemento	Menor que mais se repete Tempo Andar
1	Descarregar e carregar máquina 2 a cada 2 peças	Tirar as 2 peças da máquina 2	Pegar 2 bobinas	5,7	5,6	5,4	5,5	5,4	5,3	5,4	5,4	5,6	5,5	5,4	
2	Montar bobina a cada 2 peças	Pegar 2 bobinas	Tirar as 2 peças da máquina 2	5,3	5,6	5,4	5,6	5,4	5,1	5,6	5,6	5,2	5,8	5,6	
MÁQUINA															
Seq	Máquina	Carregar	Ciclo Puro	Descarregar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor valor que mais repete
1	Máquina 02 para 2 peças	2,7	4,2	2,7	4,1	4,2	4,2	4,2	4,1						4,2

Figura 5.7 – Folha de Tomada de Tempo – posto 02 (estado atual)

Importante quando desenhar os tempos no gráfico começar sempre com o elemento de trabalho manual que combina com a máquina de ciclo maior.

Para o estado atual não é necessário representar nesta tabela o TTM como também o ATT, pois neste estágio da padronização ainda não se conhece qual é o gargalo do processo. Os operadores apenas afirmam que o gargalo é a máquina 1, porém com a utilização das ferramentas a metodologia permitirá descobrir o posto de trabalho gargalo.

O TTM e o ATT são utilizados quando for apresentada a aplicação da ferramenta de balanceamento de operador e máquina para o estado atual.

Por meio da ferramenta de combinação de trabalho, fica claro que a máquina sempre espera pelo operador 2 e que o ciclo deste posto é 11 segundos por peça.

Não há espera forçada, como também, não há atividades não cíclicas sendo executada neste posto de trabalho. Outra informação registrada por esta ferramenta é que o operador não anda para executar os elementos de trabalho.

- Folha de tomada de tempo – Posto 04 (atual);
- Tabela de combinação de trabalho – Posto 04 (atual);
- Trabalho não cíclico – estocar produto acabado – Posto 04 (atual).

A seguir estão apresentadas as ferramentas utilizadas para definir o estado atual do posto não cíclico, ou seja, do posto do abastecedor. A primeira ferramenta utilizada no trabalho não cíclico é a folha de observação inicial. Nela registra-se o levantamento de todas as atividades não cíclicas realizadas pelo abastecedor.

A Figura 5.9 mostra a aplicação desta ferramenta para o abastecedor. Ele realiza 7 atividades não cíclicas no estado atual. As atividades 1,2,4,5 e 6 são realizadas dentro da sala onde a célula de fabricação opera, . A atividade 7 na sala da máquina *washer* e a atividade 3 no laboratório.

Durante a observação das atividades já foram registradas pelo time a produção real por turno e a cada quantas peças cada atividade é executada na parte inferior da folha.

O representante do time responsável pelo preenchimento desta ferramenta acompanhou o abastecedor em todas as atividades não cíclicas.

A segunda ferramenta utilizada foi a folha de tomada de tempo, a mesma utilizada para os postos cíclicos, porém na medição dos tempos dos elementos não cíclicos não é necessário medir dez vezes o tempo de cada elemento. Mas sim cinco vezes.

O valor considerado foi obtido conforme o método descrito na seção 3.3. Utilizando a FTT, registraram-se os elementos e os andares e na seqüência foram tomados os tempos para cada uma das demais atividades. Este trabalho não apresenta as FTTs das demais atividades do abastecedor por considerar uma prática já assimilada.

Para a atividade no exemplo da Figura 5.9, a atividade do abastecedor foi dividida em dois elementos e dois andares conforme Figura 5.10. O primeiro elemento levou 18 segundos para ser executado, o segundo elemento levou 790 segundos. O primeiro andar levou 15 segundos e o retorno até o posto de trabalho levou 60 segundos. A diferença no tempo de andar de 15 segundos para 60 segundos é explicada por estar embutido no segundo andar um tempo para o operador guardar as cartas de controle. A Figura 5.10 mostra a aplicação desta ferramenta.

DELPHI **FOLHA DE OBSERVAÇÃO INICIAL - FOI**

Posto de trabalho: *Armadilha*

Operação: Crítica Inspeção Segurança

Estoque: Quantidade: Símbolo:

Elementos de trabalhos cíclicos

Elementos de trabalhos NÃO cíclicos

Atividades NÃO cíclicas

1. *Preparação da armadilha*
 2. *Montagem da armadilha*
 3. *Montagem da armadilha*
 4. *Montagem da armadilha*
 5. *Montagem da armadilha*
 6. *Montagem da armadilha*
 7. *Montagem da armadilha*

Atividades NÃO cíclicas			
Nr.	Produção real / turno	A cada quantas peças	A cada quantos minutos
1	1500	1500	
2	1500	1500	
3	1500	380	
4	1500	300	
5	1500	300	
6	1500	250	
7	1500	250	

Figura 5.9 – Folha de Observação Inicial – Abastecedor (estado atual)

DELPHI **FOLHA DE TOMADA DE TEMPO**

Produto: *SOLENOIDE DO INSECTOR* Folha: *01101* Data: *10/01/05*

Processo: *Medir Peças na Sala de Inspeção* Elementos cíclicos () Elementos não cíclicos (x) Posto de trabalho: *ARMADILHA*

OPERADOR

Seq	Elemento	Ponto Inicial	Ponto Final											Menor que mais se repete Tempo Elemento	Menor que mais se repete Tempo Andar		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	<i>Pegar peça da moq 1</i>	<i>Pegar primeira peça</i>	<i>Pegar última peça</i>	16	18	18	20	19								18	
11	<i>Retor. peça para a sala de medição</i>	<i>Pegar última peça</i>	<i>Colocar peça no estante</i>	13	14	16	17	14									15
2	<i>Encaixar medidor</i>	<i>colocar peça no estante</i>	<i>medir última peça</i>	82	79	78	75	75								79	
11	<i>Voltar p/a fôrme</i>	<i>medir última peça</i>	<i>guardar corte etc. contator</i>	59	57	60	61	63									60

MÁQUINA

Seq	Máquina	Carregar	Ciclo Puro	Descarregar											Menor valor que mais repete		
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			

Figura 5.10 – Folha de Tomada de Tempo – Abastecedor (estado atual)

A terceira ferramenta muito importante para atividades não cíclicas é a folha de elemento de trabalho não cíclico (FET). Esta ferramenta foi utilizada para registrar os elementos de trabalho para cada atividade não cíclica realizada pelo abastecedor.

Neste capítulo é apresentado a FET de apenas uma atividade não cíclica, que é a atividade de medir peças na sala de medição. Esta ferramenta demonstra claramente o fluxo do abastecedor durante a execução desta atividade, se transformando em um material de treinamento muito importante para operadores novos no posto de trabalho. As FETs das demais atividades estão apresentadas no apêndice D, no final deste trabalho.

A FET auxilia no cálculo de tempo por peça gasto pelo abastecedor para executar esta atividade em um turno. Este tempo será utilizado para definir qual é o tempo de ciclo do abastecedor para este processo. O tempo de ciclo do abastecedor resulta da somatória de todos os tempos por peça de cada atividade não cíclica. Este tempo total é transformado em tempo por peça e foi registrado na ferramenta de balanceamento de operador e máquina que será apresentado mais a frente.

A Figura 5.11 apresenta a ferramenta de elementos de trabalho não cíclicos.

DELPHI FOLHA DO ELEMENTO DE TRABALHO NÃO CÍCLICO - FET

Atividade: *Medir peças na sala de medição* Seqüência do trabalho: Segurança p/ Operador Cheque de Qualidade Processo Crítico p/ produto

POSTO: *Monta* Símb. No. Elemento de trabalho Pontos Chave: Razão

1	Ligar peças na MQ 133	MQ 1 - 1 p	
A	Levar peças para sala	MQ 2 - 2 p	
2	Colocar quad. de suporte de vidro e arrast. 25 para no carro	MQ 3 - 1 p	
A	Retornar para o posto de trabalho e preparar o carro		

Nr.	Produção Real / Turno	A cada quantas peças	Freq.	Tempo (seg) da atividade	Tempo total por turno	Seg/pp
1	1500	300	5	18	90	0,06
A				15	75	0,05
2				990	3950	3,63
A				68	300	0,20
Seg/peças						2,94

Tempo total do Trabalho: 1,22 Horas/turno

Elaborado por: Pinto

Data: 16/01/05

Tempo de máquina			
MQ.	Tempo Manual	Tempo Autom.	Tempo Total

Figura 5.11 – Folha de Elemento de Trabalho não cíclico – Abastecedor (est. atual)

Após o levantamento de todos os dados, o time pode dar início então ao processo de definição do ciclo mais longo, ou seja, do ATT do processo.

Outra atividade feita a partir dos dados levantados foi a de calcular o TTM para a célula de fabricação. O TTM é utilizado para calcular o nível de utilização dos operadores e máquinas no estado atual e poder depois comparar com o estado futuro.

O TTM utilizado na ferramenta de balanceamento de operador e máquina foi calculado pela ferramenta de cálculo de TTM. Esta ferramenta apresentada na Figura 5.12 considerou o volume mensal anteriormente citado de cento e dois mil e oitocentos solenóides, trabalhando com um desempenho real de 70% e com um ATT de 12,6 segundos.

Este ATT é o tempo de ciclo mais longo da célula ditado pelo posto 03, conforme mostra a Figura 5.13 de Balanceamento de operador e máquina. Na Figura 5.12, o TTM calculado foi de 18 segundos por peça e o processo trabalhava com 3 dias adicionais em cada turno por mês.

O TTM mostra que o processo está trabalhando em regime de hora extra, o que caracteriza uma grande oportunidade de redução de custo.

Com a ferramenta de balanceamento de operador e máquina o leitor pode observar, que o ciclo mais longo de 12,6 segundos da máquina 3 ditado o ritmo da célula. O operador desta máquina tem uma espera forçada enquanto a máquina termina um ciclo produtivo.

Conforme a metodologia, o TTM e o ATT tem o valor duplicado devido aos operadores 2 e 4 e máquinas 2 e 5 fabricarem 2 peças por ciclo produtivo, ou seja, há dois recursos disponíveis nestes dois postos de trabalhos.

Com o ATT conhecido o time calculou o TTM para ao estado atual com base em um desempenho de processo de 70%. Este baixo desempenho é resultado de vários problemas gerados pelo processo no mês anterior. Calculado o TTM, o time elaborou a folha de balanceamento de operador e máquina (BOM). Nesta folha a letra P é atribuída ao operador e MQ atribuída à máquina.

Esta ferramenta apresentada na Figura 5.13, mostra todos os tempos de cada operador e máquina para o estado atual. O ciclo mais lento do processo pode ser facilmente observado, que neste caso é tempo de ciclo da máquina 3.

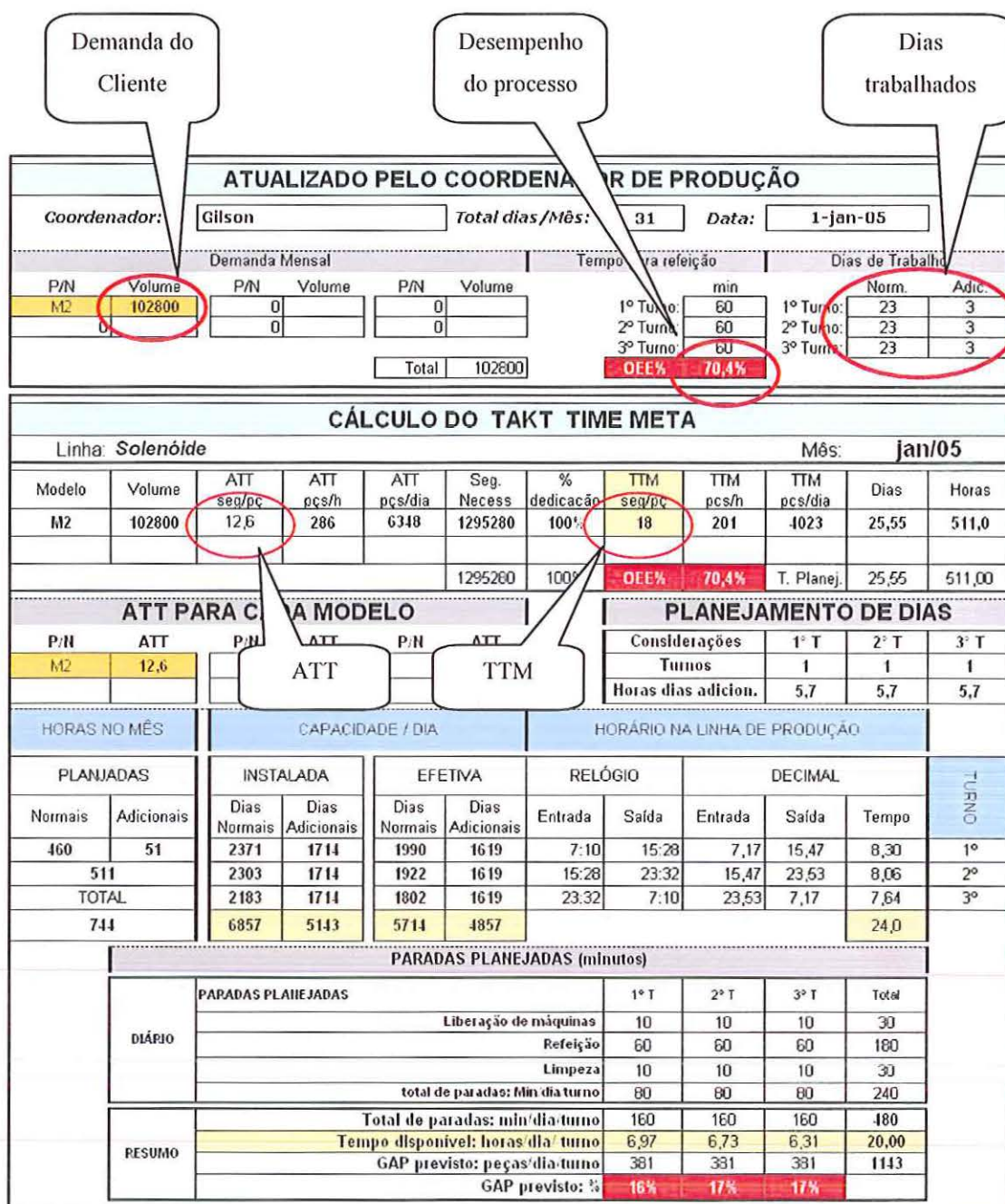


Figura 5.12 – Folha de cálculo do Takt Time Meta (estado atual)

Considerando o TTM calculado de 18 segundos por peça e os tempos de ciclos de operador e máquina (CT) e (ET), o time pode calcular a utilização de operador e máquina para o estado atual.

O BOM permitiu ao time estudar a possibilidade de balancear as atividades entre os operadores reduzindo algum ciclo de trabalho de operador ou de máquina.

Esta ferramenta não confirmou a afirmação dos operadores de que o gargalo do processo era a máquina 1, pois o tempo de ciclo da máquina 1 era 10 segundos por peça e a ferramenta identificou que o tempo de ciclo mais lento era 12,6 segundos por peça ditada pela máquina 3. Ou seja, a máquina 1 era 2,6 segundos por peça mais rápido que a máquina 3. Esta constatação valoriza o uso de técnicas em um evento *kaizen* em detrimento à experiência dos operadores apresentada por Berg (1997) na seção 2.2.1.

Outra observação importante é que o operador 2 produzia duas peças em 11 segundos, sendo 5,5 segundos por peça. Desta forma o operador 2 tinha uma espera de 7,1 segundos por peça em relação ao ciclo gargalo do processo (ATT) que era 12,6 segundos por peça durante o ciclo produtivo. Porém esta espera longa do operador 2 e esperas menores de outros operadores com relação ao ciclo do processo, contribuíram para um baixo nível de utilização de operador e máquina.

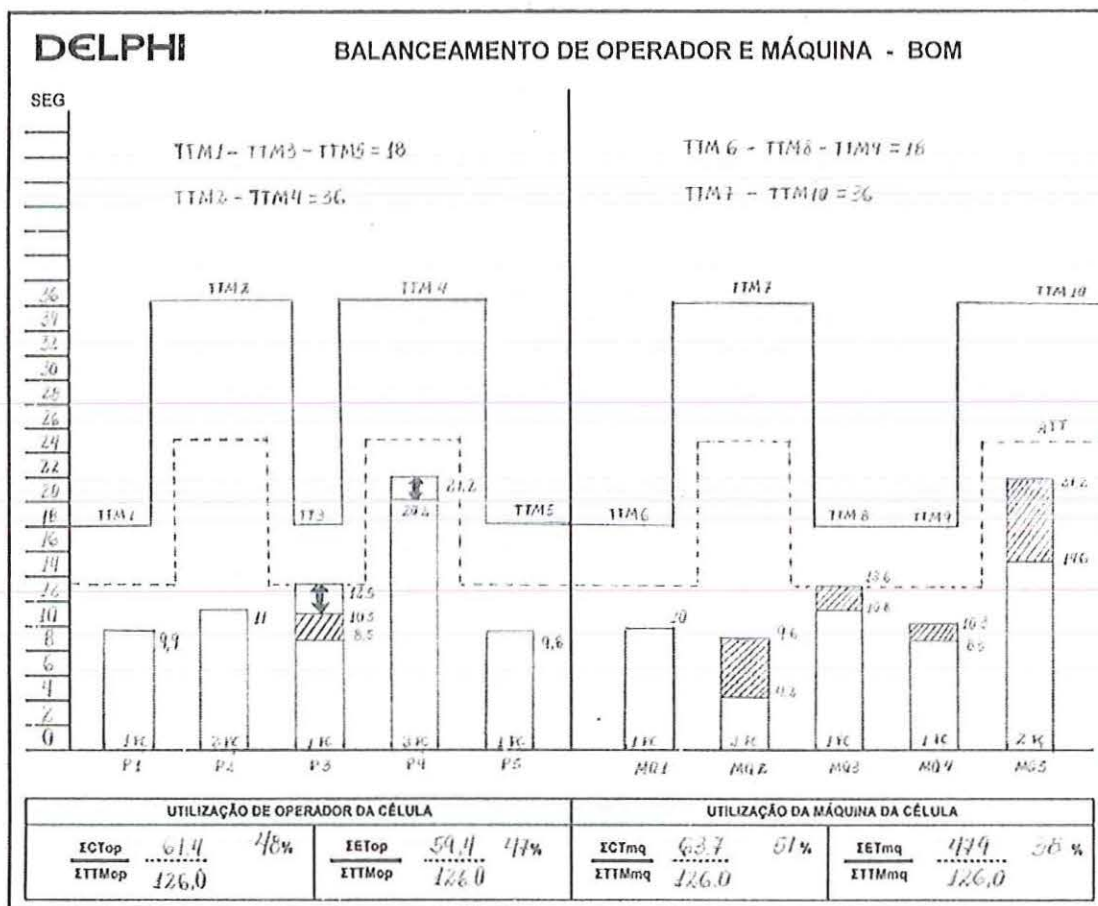


Figura 5.13 – Balanceamento de Operador e Máquina (estado atual)

A utilização de operador ficou em 48% para o CT e 47% para o ET. A utilização de máquina ficou em 51% para o CT e 38% para o ET, conforme apresentado na parte inferior da Figura 5.13.

Lembrando que a diferença entre a utilização de CT e ET representa as atividades que não agregam valor e que poderiam representar oportunidades de melhoria a serem trabalhadas.

O resultado de utilização do estado atual mostrava que um melhor balanceamento de atividades entre os operadores e uma redução do tempo de ciclo da máquina gargalo poderiam contribuir para o time atingir a meta de 15% de aumento de produtividade.

Um melhor balanceamento das atividades dos operadores e uma redução do tempo do ciclo gargalo são importantes também para aumento do nível de utilização de operador e máquina. Lembrando que o cálculo de utilização tem como denominador o TTM, que é calculado com base no desempenho do processo, ou seja, o cálculo leva em consideração o tempo atribuído às perdas.

Portanto, tão importante quanto um bom balanceamento de atividades e uma redução de tempo de ciclo de máquina gargalo, a redução das perdas também possibilita que a célula produza a mesma quantidade de peças com menos dias planejados para trabalhar, implicando na redução do TTM.

A prática para redução de perdas será abordada no tópico de definição de melhores práticas mais à frente.

Após a utilização das ferramentas necessárias para definição do estado atual, o time fotografou as possibilidades de melhorias que poderiam contribuir com um melhor balanceamento de operador e máquina para o estado futuro. Procurou-se fotografar as oportunidades de melhoria que abordssem aspectos de segurança, ergonomia e organização do posto de trabalho.

A Figura 5.14 mostra o tamanho do estoque de peças acabadas na máquina 2 em forma de disco. O disco representa o pulmão do estado atual. Existe uma sinalização que facilita a identificação da peça fabricada a mais tempo pelo posto 02, que possibilita a execução da prática de FIFO, devendo ser consumida primeiro pelo posto 03.

A Figura 5.14 permite ao time estudar a possibilidade de aumentar o tamanho deste pulmão, visando uma melhor utilização do operador do posto 02. Esta maior utilização poderia estar vinculada ao fato do operador 2 poder deixar o posto de trabalho em alguns momentos, sem provocar a falta de peças para o posto 03 para realizar

algumas atividades não cíclicas neste período, ao invés de ficar aguardando o posto 03 consumir as peças do pulmão.

Para que esta mudança fosse possível, além do aumento do tamanho do pulmão em peças acabadas da máquina 2 seria necessário também aumentar o estoque de peças acabadas do posto 01, pois o tempo de ciclo do posto 02 é menor que do posto 01. Desta maneira o estoque da máquina 1 deveria ser aumentado para assegurar que quando o operador 2 estivesse montando as peças para o posto 3 não haveria falta de peças produzidas pelo posto 1.

As figuras que mostram as melhorias realizadas no posto 01 estão apresentadas no apêndice E deste trabalho conforme abaixo:

- estoque de peças acabadas máquina 1 - Posto 01;
- apresentação de peças máquina 1 - Posto 01.



Figura 5.14 - Estoque de peça acabada da máquina 2 – estado atual

A Figura 5.15 mostra como os componentes na máquina 2 são apresentados. Os componentes são bobinas eletrônicas que chegam do fornecedor em uma embalagem apropriada, que facilita o trabalho do operador. Foi observado pelo time que as bobinas poderiam ficar um pouco mais próximas do operador, facilitando o trabalho deste e conseqüentemente melhorando a ergonomia no posto de trabalho.

No estado atual o abastecimento da bobina na máquina 2 era realizado pelo abastecedor. Em algumas vezes devido o abastecedor não estar perto deste posto no

exato momento da necessidade do abastecimento, o próprio operador 2 realizava esta atividade, deixando o posto e parando sua máquina. A observação desta prática já foi apresentada na elaboração da FOI do posto 02 deste capítulo. Também perceberam que quando o operador deixava seu posto, para abastecer em substituição ao abastecedor, o resto do processo não parava e sim continuava operando normalmente devido ao estoque de peças mantida pelo operador 2.

Com estas observações o time de padronização evidenciou que o operador 2 realmente tinha menos atividades cíclicas que os demais operadores do processo e por esta razão poderia receber mais carga de trabalho sem prejudicar o tempo de ciclo do processo.



Figura 5.15 - Apresentação de peças na máquina 2 – estado atual

Observações realizadas pelo time quanto ao pulmão de peças do estado atual entre o posto 01 e o posto 02 também foi importante para o processo de padronização e estão apresentadas no apêndice E no final deste trabalho.

Ainda no estado atual, o time também observou a fragilidade no sistema de apontamento de produção. Os operadores não faziam o apontamento de produção hora a hora, muitas vezes o caderno não estava preenchido. Uma das razões era que o caderno de produção não estava baseado no ATT. Estas anormalidades talvez justificassem o baixo desempenho da célula de fabricação. Com base nesta verificação, o time direcionou ações para a criação de um novo caderno de apontamento baseado na ferramenta apresentada na seção 3.9.

Também foi observada pelo time de padronização uma oportunidade relacionada a melhorias do sistema de apresentação de peças ao operador. Estas melhorias serão apresentadas na seção seguinte que aborda a definição das melhores práticas, dando início ao projeto do estado futuro.

5.5.5 Definir melhores práticas

Este passo ocorreu conforme programado na quarta feira de acordo com a metodologia. Após levantar todas as informações do estado atual descritas no passo 4, o time deu início à definição do estado futuro, começando pela ferramenta de balanceamento de operador e máquina.

O primeiro ponto observado era que a máquina 3 ditava o ritmo do processo, sendo o gargalo da célula, portanto, qualquer tempo que pudesse ser reduzido no ciclo desta máquina poderia contribuir positivamente com o desafio de alcançar 15% a mais de produtividade. Esta oportunidade foi tratada com muita atenção pelo time de padronização, que com mudança na posição inicial do cilindro, reduziu o ciclo desta máquina em 1 segundo. O tempo de ciclo do estado atual era 12,6 segundos por peça e passou para 11,6 segundos por peça no estado futuro. Esta melhoria foi executada pelo time na quarta feira.

Além desta oportunidade levantada, o time também avaliou a possibilidade de atribuir mais atividades para o operador 2. Pensando nesta hipótese, muitas atividades não cíclicas do abastecedor foram transferidas para o operador 2, o qual poderia executá-las sem prejudicar o tempo de ciclo do processo. Com esta prática, o time de padronização eliminou o posto de trabalho do abastecedor nesta célula, distribuindo a maioria das atividades não cíclicas do abastecedor para o operador do posto 02, sendo que apenas uma atividade não cíclica do abastecedor foi transferida para um abastecedor de outra célula, o qual estava sendo menos utilizado. Este outro abastecedor não é tratado nesta padronização, pois faz parte de outra célula de fabricação.

A redução de ciclo da máquina 3 resultou na redução do ATT da célula de fabricação e com a absorção de mais atividades pelo operador do posto 02 foi possível eliminar a função do abastecedor da célula. Com o tempo de ciclo gargalo menor 1 segundo foi possível reduzir o tempo disponível, eliminando as horas adicionais no mês para a mesma demanda.

Estas modificações contribuíram para aumentar o nível de utilização de operador e máquina. Para confirmar o melhor nível de utilização de operador e máquina, um novo

TTM foi calculado considerando agora não mais 12,6 segundos como o ATT, mas sim 11,6 segundos conquistados pelo time.

Fazendo uma analogia com a teoria de Nonaka e Takeushi (1997), o exercício realizado pelo time de implementação ao definir o melhor balanceamento, reduzindo tempos de ciclos e combinando operações pode ser entendido como sendo a associação do conhecimento explícito com conhecimento explícito, pelo fato de se fazer uma análise através dos dados levantados pelas ferramentas de padronização. Esta associação é evidenciada inicialmente durante a avaliação do balanceamento de operador e máquina do estado atual, quando o time parte de uma situação atual e propõem melhorias para o estado futuro. Esta associação do conhecimento explícito visa definir uma nova prática dentro da célula de fabricação.

A Figura 5.16 apresenta a aplicação da ferramenta folha de cálculo de TTM, o qual é utilizado no cálculo de utilização e no balanceamento de operador e máquina para o estado futuro.

Este cálculo considera o mesmo volume mensal de cento e dois mil e oitocentos solenóides, trabalhando com um desempenho agora de 72%, ou seja, um desempenho melhor em 2% devido ao time de padronização acreditar que com a padronização da célula de fabricação este ganho de desempenho já é real. Como descrito anteriormente o cálculo considera o novo ATT de 11,6 segundos por peça.

O TTM calculado foi de 16 segundos por peça como mostrado na Figura 5.16. Desta forma foi possível eliminar a necessidade de se trabalhar 3 dias adicionais no mês por turno, os quais eram considerados como horas extras.

Abaixo seguem as oportunidades levantadas e executadas pelo time a partir da análise da folha de balanceamento de operador e máquina:

- redução do ciclo da máquina 3 que era o mais longo do processo;
- transferência das atividades do posto do abastecedor para o posto de trabalho 02;
- definição da quantidade de peças do estoque de produto acabado do posto 02 para o posto 3, melhorando o acondicionamento das peças e possibilitando que o posto 02 executasse atividades não cíclicas da célula de fabricação;

ATUALIZADO PELO COORDENADOR DE PRODUÇÃO												
Coordenador		Gilson		Total dias /Mês		31		Data:		1-jan-05		
Demanda Mensal				Tempo para refeição				Dias de Trabalho				
P/N	Volume	P/N	Volume	P/N	Volume	min		1º Turno:		Norm.	Adic.	
M2	102800	0	0	0	0	1º Turno: 60		1º Turno: 23				
0	0	0	0	0	0	2º Turno: 60		2º Turno: 23				
						3º Turno: 60		3º Turno: 23				
Total								OEE%		72,0%		
CÁLCULO DO TAKT TIME META												
Linha: Solenóide								Mês: jan/05				
Modelo	Volume	ATT seg/pc	ATT pcs/h	ATT pcs/dia	Seg Necess	% dedicação	TTM seg/pc	TTM pcs/h	TTM pcs/dia	Dias	Horas	
M2	102800	11,6	310	6207	1192480	100%	16	223	4470	23,00	460,0	
						1192480	100%	OEE%	72,0%	T. Planej.	23,00	460,00
ATT PARA CADA MODELO						PLANEJAMENTO DE DIAS						
P/N	ATT	P/N	ATT	P/N	ATT	Considerações	1º T	2º T	3º T			
M2	11,6					Turnos	1	1	1			
						Horas dias adicton.	5,7	5,7	5,7			
HORAS NO MÊS		CAPACIDADE / DIA				HORÁRIO NA LINHA DE PRODUÇÃO						
PLANJADAS		INSTALADA		EFETIVA		RELÓGIO		DECIMAL			TURNO	
Normais	Adicionais	Dias Normais	Dias Adicionais	Dias Normais	Dias Adicionais	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Tempo		
460	0	2576	0	2162	0	7:10	15:28	7:17	15:47	8,30		
460		2501	0	2088	0	15:28	23:32	15:47	23:53	8,06		
TOTAL		2371	0	1957	0	23:32	7:10	23:53	7:17	7,64		
744		7448	0	6207	0					24,0		
PARADAS PLANEJADAS (minutos)												
DIÁRIO	PARADAS PLANEJADAS						1º T	2º T	3º T	Total		
	Liberação de máquinas						10	10	10	30		
	Refeição						60	60	60	180		
	Limpeza						10	10	10	30		
total de paradas: min/dia/turno						80	80	80	240			
RESUMO	Total de paradas: min/dia/turno						160	160	160	480		
	Tempo disponível: horas/dia/turno						6,97	6,73	6,31	20,00		
	GAP previsto: peças/dia/turno						414	414	414	1241		
	GAP previsto: %						16%	17%	17%			

Figura 5.16– Folha de cálculo do TTM (estado futuro)

- definição da quantidade de peças ideal no estoque de produto acabado entre o posto 1 e 2;
- transferência da atividade de teste de laboratório do posto do abastecedor para um outro abastecedor menos utilizado de outra célula de fabricação;
- melhoria da apresentação das peças nos postos de trabalho para garantir a manutenção dos tempos de execução dos elementos de trabalhos levantados.

Após a execução das melhorias, na quinta feira o time deu inicio à validação da nova configuração. A validação consistiu na consolidação dos tempos dos elementos de trabalho executados por cada posto. Com os novos dados o time pode definir o estado futuro, projetando a TCT, a FOP, a UTI e o BOM para o estado futuro.

As ferramentas FOI e FTT também foram utilizadas na definição do estado futuro, porém não são apresentadas neste trabalho pelo fato do leitor já ter conhecido como utilizá-las no estado atual.

Estas ferramentas do estado futuro, que devem estar presentes no posto de trabalho, estão apresentadas na seqüência desta seção para o posto 02. As ferramentas dos demais postos se encontram nos apêndices conforme relacionados abaixo:

Apêndice F:

- tabela de combinação de trabalho – Posto 01 (estado futuro);
- folha de operação padronizada - Posto 01 (estado futuro);
- folha de utilização de operador e máquina - Posto 01 (estado futuro).

Apêndice G:

- tabela de combinação de trabalho – Posto 03 (estado futuro);
- folha de operação padronizada - Posto 03 (estado futuro);
- folha de utilização de operador e máquina - Posto 03 (estado futuro).

Apêndice H:

- tabela de combinação de trabalho – Posto 04 (estado futuro);
- folha de operação padronizada - Posto 04 (estado futuro);
- folha de utilização de operador e máquina - Posto 04 (estado futuro).

A TCT é a primeira ferramenta que deve permanecer no posto de trabalho. Para o estado futuro, as atividades do abastecedor foram transferidas para o operador do posto 02, o qual absorveu muitas atividades não cíclicas do abastecedor aumentando seu ciclo de trabalho e conseqüentemente sua utilização, o qual passou de 11 segundos para montar duas peças para 21,2 segundos para montar duas peças.

Na ferramenta tabela de combinação de trabalho o ciclo ATT, que no estado atual era 25,2 segundos, no estado futuro é 23,2 segundos para duas peças como

mostrado na Figura 5.17. Também foram registradas todas as atividades não cíclicas realizadas agora pelo operador 2 e não mais pelo abastecedor. O total destas atividades por peças é de 10,2 segundos representados no gráfico como sendo o último elemento de trabalho, por uma linha mais grossa.. Com esta modificação o operador 2 passou a ser mais utilizado no posto de trabalho.

Cada atividade não cíclica foi definida utilizando a ferramenta folha do elemento de trabalho não cíclico. A Figura 5.18 apresenta a aplicação desta ferramenta para uma atividade não cíclica, que é a de medir peças na sala de inspeção. A atividade de fazer teste no laboratório foi transferida para um abastecedor de outra célula, o qual demonstrava ociosidade.

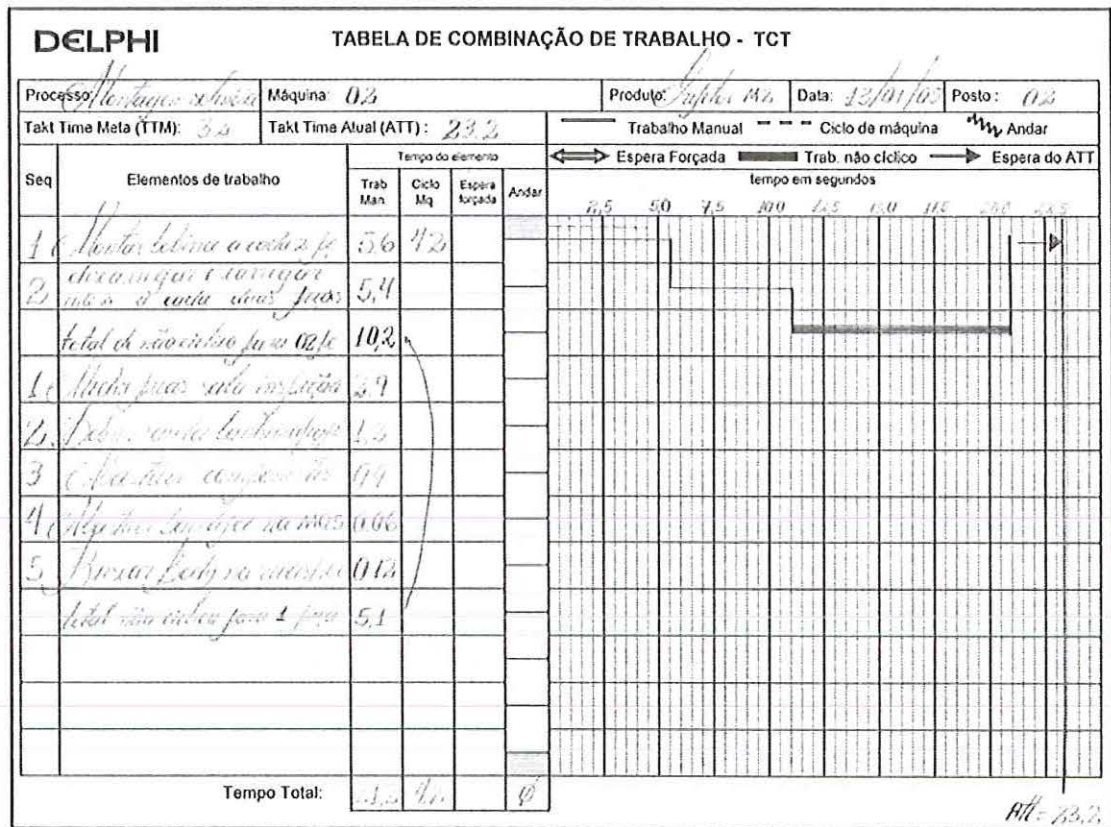


Figura 5.17 – Tabela de Combinação de Trabalho – posto 02 (estado futuro)

A atividade de liberação de linha foi distribuída para os 4 operadores executá-la dentro do tempo planejado para liberações. A aplicação desta ferramenta para as demais atividades não cíclicas é apresentada nos apêndices deste trabalho, sendo:

Apêndice I:

- trabalho não cíclico – abastecer componentes – Posto 02 (estado futuro);

Apêndice I:

- Trabalho não cíclico – abastecer componentes – Posto 02 (estado futuro);
- Trabalho não cíclico – abastecer bandeja máquina 5 – Posto 02 (estado futuro);
- Trabalho não cíclico – cobrir saída de banheiro – Posto 02 (estado futuro);
- Trabalho não cíclico – buscar body na washer - Posto 02 (estado futuro).

DELPHI			FOLHA DE OPERAÇÃO PADRONIZADA - FOP															
Operação Crítica	Inspeção	Segurança	Estoque padrão		Posto de trabalho: 02			Data: 13/01/05										
			Quantidade	Símbolo	TTH	ATT	CTop	ETop	Espera (ATT - CTop)	Espera Forçada								
▼	◇	⊕	300	⊗	32	23,2	2,12	11	2,0	—								
<p>Elementos de trabalhos cíclicos</p> <p>1- Montar bobina a cada dois dias.</p> <p>2- Descarregar e carregar máquina a cada dois dias.</p> <p>Atividades NÃO cíclicas</p> <p>3.1- Estudar peças na sala de máquina</p> <p>3.2- Ir até saída para banheiro</p> <p>3.3- Abastecer componentes</p> <p>3.4- Montar bandeja noja na MO 5</p> <p>3.5- Juncar body na washer.</p>																		
<p>Informações de estoque</p> <table border="1"> <tr> <td>Estoque</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>Quantidade</td> <td>100</td> <td>50</td> <td>300</td> </tr> </table>											Estoque	A	B	⊗	Quantidade	100	50	300
Estoque	A	B	⊗															
Quantidade	100	50	300															

Figura 5.19 – Folha de Operação Padronizada – Posto 02 (estado futuro)

Também para cada posto de trabalho foi definida a utilização do operador e máquina para o estado atual. A utilização do operador 2 no estado atual ficou em 66% e a da máquina ficou 28%, o que significa que a máquina 2 poderia ser compartilhada com novas oportunidades de negócio.

Esta ferramenta aplicada no posto 02 é apresentada na Figura 5.20. O ganho de utilização para o posto quando comparado com o estado atual não foi calculado neste trabalho, porém há um indicador de melhoria por posto de trabalho que poderia ser mostrado.

Neste trabalho este ganho é observado de forma consolidada na ferramenta folha de balanceamento de operador e máquina (BOM). Onde é possível visualizar este ganho dentro do processo e conhecer o nível de utilização de operador e máquina como um todo.

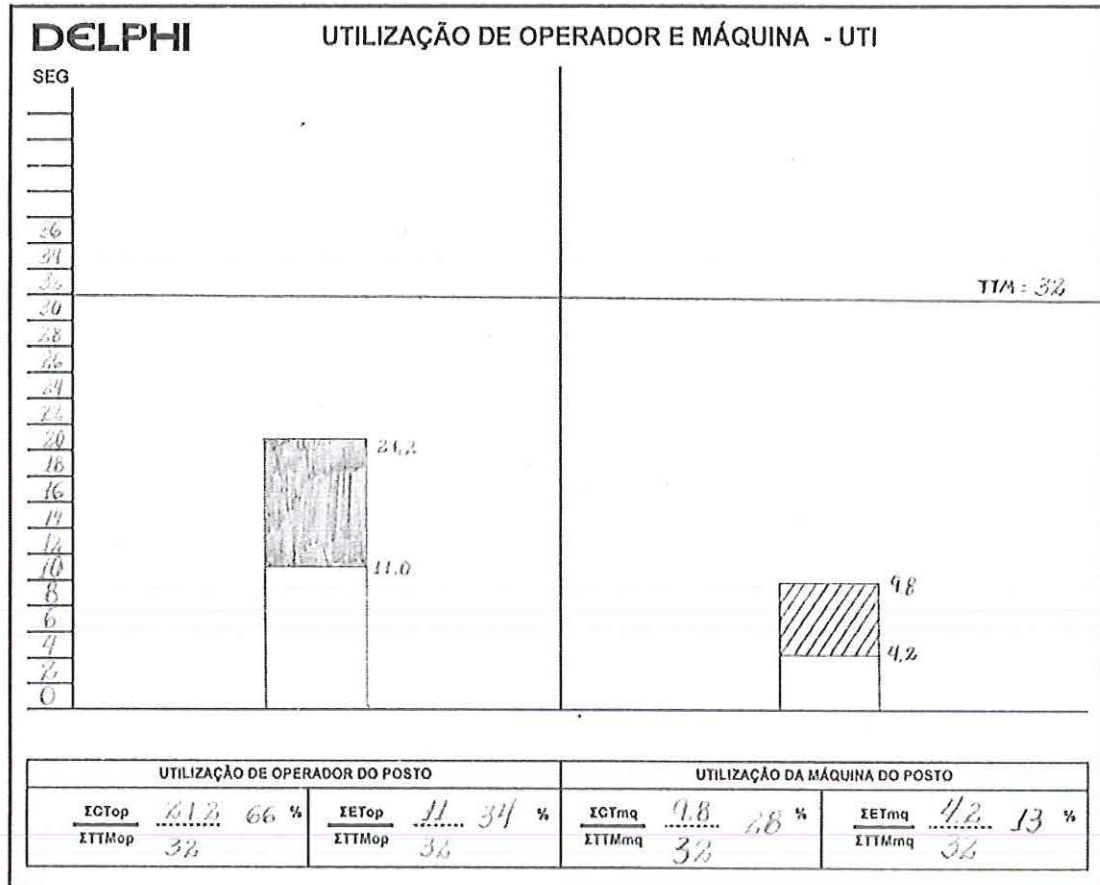


Figura 5.20 – Utilização de Operador e Máquina – Posto 02 (estado futuro)

A seguir a Figura 5.21 mostra a aplicação da ferramenta BOM para o estado futuro. Esta ferramenta é a mais importante no processo de padronização, pois ela define de maneira muito simples e clara a real capacidade instalada e a perda gerada pelo processo. Nesta ferramenta a perda é medida em segundos por peça, calculada pela diferença entre o ATT e o TT.

O cálculo de utilização é baseado sempre no TTM e não no ATT, pois o processo em função das suas perdas trabalha em um ciclo real de 16 segundos por peça e não na sua capacidade instalada de 11,6 segundos por peça. Sendo assim a utilização calculada mostra a realidade de fabricação da célula.

Esta Ferramenta introduziu na Delphi um novo indicador de desempenho chamado Utilização de Operador e Máquina. Ela é responsável por mudar a maneira como os gerentes medem sua eficiência, pois no conceito anterior a Delphi buscava atender o cliente colocando ou tirando operadores do processo com base na necessidade do cliente, o que não permitia enxergar o motivo real das perdas. No novo conceito apresentado pela metodologia, adiciona-se ou retira-se tempo disponível da célula de fabricação para adequar a demanda do cliente.

No conceito antigo, o cálculo de TTM recebia influência direta da variação da demanda do cliente. O ATT que representa a capacidade instalada era aumentado ou diminuído, uma vez que para adequar o volume produzido à demanda do cliente, operadores eram adicionados ou retirados da célula de fabricação.

No conceito novo apresentado pela metodologia, um número constante de operadores na célula é mantido, com isso o ATT também permanece constante. Desta forma a adequação de recursos à variação de demanda do cliente não mais ocorre com a retirada ou inclusão de operadores, mas sim com a retirada ou inclusão de horas de trabalho. Esta forma de calcular o novo TTM assegura que o processo sempre opere com base em um tempo de ciclo padrão, o ATT, possibilitando que áreas de apoio tenham maior previsibilidade para atividades como a aquisição de matérias e embalagens, o atendimento a janelas de entrega, os ganhos de novos negócios e atividades de manutenções mais planejadas.

O objetivo do coordenador de produção é adequar quantas horas a célula deve trabalhar e não mais quantos operadores ele deve alocar na célula. O número de operadores padrão de uma célula de fabricação está relacionado exclusivamente com o maior tempo de ciclo de máquina, uma vez que esta limita a capacidade instalada, não sendo produtivo neste caso aumentar o número de operadores para aumentar o volume produzido.

A utilização do operador que no estado atual era 48% de CT e 47% de ET alterou no estado futuro para 64% de CT e 52% de ET. A utilização de máquina que no estado atual era de 51% de CT e 38% de ET alterou para 56% de CT e 42% de ET.

Esta melhoria foi possível por transferir as atividades não cíclicas para o operador do posto 02 eliminando o abastecedor e reduzindo o ciclo da máquina 03.

Para permitir que o operador 2 deixasse seu posto de trabalho para executar as atividades não cíclicas sem que o posto 03 parasse de operar por falta de peças do posto

02, o time determinou a quantidade de peças que o operador 2 deveria manter no estoque para não parar o gargalo da célula, que é o posto 03.

O cálculo foi realizado considerando o que o operador 2 poderia realizar dentro de um período de 60 minutos, levando em consideração o tempo de ciclo do gargalo do posto 03, o tempo de ciclo do posto 02 e a soma dos tempos de execução de cada atividade não cíclica.

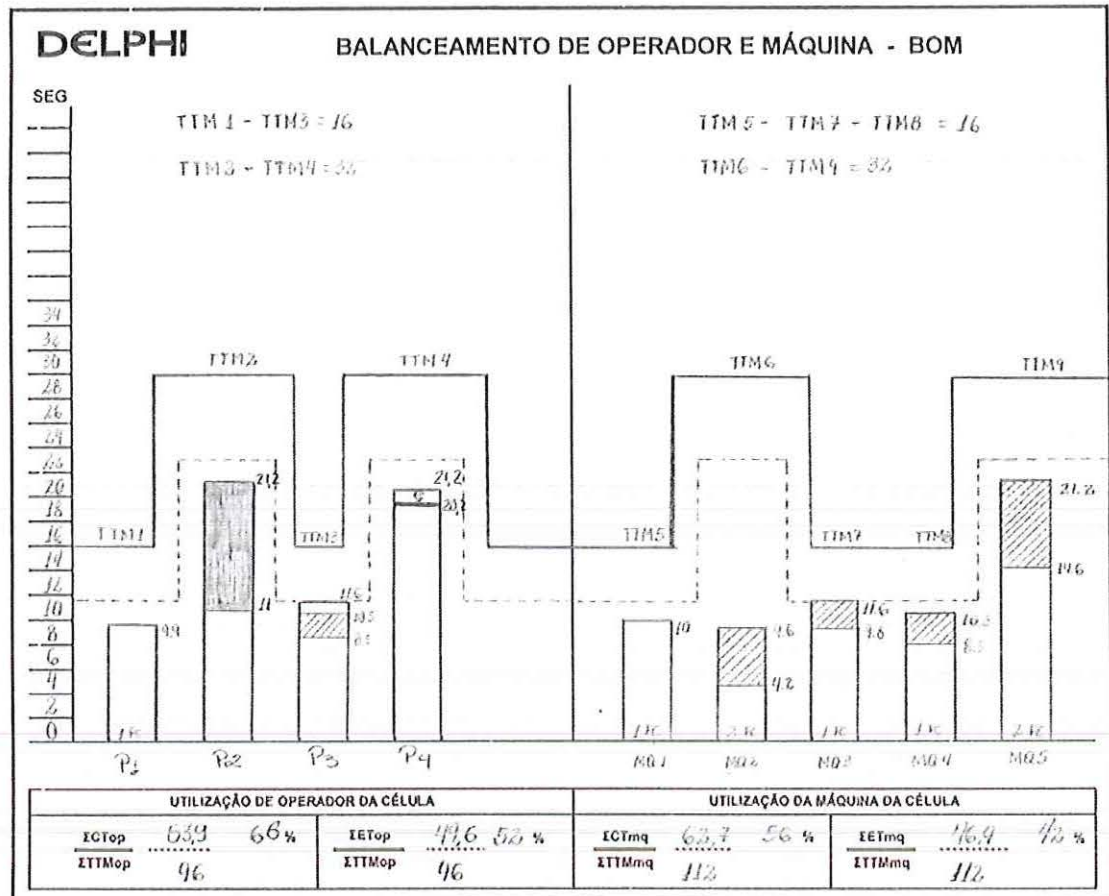


Figura 5.21 – Balanceamento de Operador e Máquina (estado futuro)

Abaixo está representado o cálculo do tamanho do pulmão entre o posto 02 e posto 03.

Dados importantes:

- ciclo do posto 03 (gargalo do processo) é 11,6 segundos/peça;
- ciclo do posto 02 é de 5,5 seg/peça;
- o tempo total das atividades não cíclicas total 50.8 minutos.

A capacidade instalada de cada posto é:

- para o posto 03

$$3600 \text{ seg} \mid 11,6 \text{ seg/peça} = 310 \text{ peças/hora} \quad (1)$$

- para o posto 02

$$3600 \text{ seg} \mid 5,5 \text{ seg/peça} = 654 \text{ peças/hora} \quad (2)$$

O time concluiu que o posto 02 tem uma capacidade instalada de 344 peças por hora a mais que o posto 03. Baseado nas frequências de execução das atividades não cíclicas o time observou que poderia dividir a execução das atividades não cíclicas em duas metades. Desta forma metade do tempo dedicado pelo operador 2 às atividades não cíclicas seria realizada na primeira hora e a segunda metade na hora subsequente e desta forma sucessivamente.

Este tempo definido como sendo a metade do tempo da soma de todas as atividades não cíclicas define a quantidade de peças no pulmão entre o posto 02 e o posto 03 que deve assegurar que a célula opere normalmente, mesmo que o operador do posto 02 venha a deixar seu respectivo posto para realizar a atividade não cíclica.

Abaixo está descrito o cálculo final do tamanho do pulmão entre o posto 02 e o posto 03.

Dados:

- tempo para realizar todas as atividades não cíclicas 50,8 min.
- tempo de ciclo do processo consumidor é 11,6 seg/peça

Considerando-se o tempo para executar metade das atividades não cíclicas em cada hora, tem-se:

Tempo para executar as atividades não cíclicas em uma hora:

$$50,8 \text{ min} \mid 2 = 25,4 \text{ min} \quad (1)$$

Quantidade de peças consumidas pelo posto 03 em 25,4 min:

$$(25,4 \text{ min} \times 60 \text{ seg/min}) \div 11,6 \text{ seg/peça} = 131 \text{ peças} \quad (2)$$

Considerando que em alguns momentos devido ao desempenho do processo, o fluxo de peças pode variar, o operador 2 poderá precisar realizar todas as atividades não cíclicas dentro de uma única hora. Esta necessidade devido a uma não confiabilidade do processo exige que este pulmão seja aumentado para garantir o abastecimento do posto 03.

Desta maneira, para início do processo padronizado o tamanho do pulmão calculado será dobrado para que a outra metade das atividades não cíclicas quando realizadas dentro da mesma hora pelo operador 2 não resulte em falta de peças para o posto 03.

Sendo assim a quantidade de peças no pulmão entre o posto 02 e o posto 03 é:

- $131 \text{ peças} \times 2 = 262 \text{ peças}$

A Figura 5.22 mostra a mudança realizada no estoque de peças entre o posto 02 e o posto 03. O disco que antes da padronização estocava 150 peças, agora foi dimensionado para capacidade máxima de estocagem de 262 peças.



Figura 5.22 - Estoque de peça acabada da máquina 2 – estado futuro

O time também trabalhou na melhoria do pulmão entre o posto 01 e o posto 02. Uma ilustração desta melhoria é apresentada no apêndice D.

Dando seqüência na definição das melhores práticas, de acordo com a metodologia o time elaborou o caderno de apontamento de produção. O caderno utiliza o novo ATT, que é de 11,6 segundos por peça. Este caderno é composto de três partes: o caderno de produção diário, que acompanha a produção hora a hora, o Pareto onde se aponta de forma gráfica os motivos de paradas e o caderno da média horária, o qual acompanha a produção por turno.

A aplicação do caderno de produção diária é apresentada na Figura 5.23. Ele define a meta de produção horária com base no novo ATT, a qual deve ser atingida pela célula de fabricação.

O ATT da célula que antes era definido pelos engenheiros de processo, agora de acordo com a metodologia, é definido e validado por todos os participantes do time de implementação da padronização, valorizando a visão do operador de produção, que é o maior conhecedor das atividades. Este tipo de participação é possível devido ao ambiente criado pela metodologia, na qual não existe hierarquia e todos podem opinar sem constrangimento.

No caderno de produção diária se fez uso de cores diferentes durante o apontamento para identificar os apontamentos realizados por cada turno, sendo a cor azul para o primeiro turno, a vermelha para o segundo e a preta para o terceiro.

Dando seqüência ao caderno de apontamento de produção, é a apresentada a seguir a segunda parte. A Figura 5.24 mostra uma aplicação do apontamento de paradas, denominado de reporte de *pareto*.

Da mesma forma que o caderno de produção diária, as cores utilizadas para o apontamento definem os turnos.

Importante perceber que no apontamento do primeiro turno, o tempo que justificava os motivos das paradas não estava condizente com a quantidade de peças não produzidas. Conforme a quantidade de peças não produzidas e o tempo apontado de paradas, o operador deixou de justificar 10 minutos de peças não produzidas. Uma vez que o operador não identificou nenhuma parada tradicional, esta diferença foi lançada no reporte de *pareto* como sendo parada não tradicional, ou seja, como *overcycle*, ver Figura 5.24.

Concluindo a apresentação do caderno de apontamento, a terceira parte é o caderno de média horária apresentada na Figura 5.25. Na parte superior foi registrado a melhor hora de produção realizada por cada turno. Esta melhor hora de produção é utilizada para confirmar a capacidade instalada. Observando a Figura 5.25, é possível verificar que os três turnos no dia 20/01/05 atingiram a meta horária conforme o ATT, ou seja, 310 peças por hora. Já no dia 28/02/05 apenas o segundo e terceiro turnos atingiram a meta horária, definida pelo ATT, o primeiro turno produziu apenas 119 peças.

CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO

DELPHI CADERNO DE PRODUÇÃO DIÁRIA							
PLANTA : Componentes				LINHA: Solenóide			
Meta do Dia : 6.154		Resultado do dia: 5.710			DATA: 29/07/09		
Período	Modelo	T. disp	ATT	Produção	Produção Acumulada	DIF.	Motivo da Variação
		(impref. liberação)	11,6	L. disp 60		L. disp 60	
		ATT	ATT				
1º Turno		6,97 horas					
7 às 8	910	40	207	196	196	-61	12' Ajuste máquina
8 às 9	//	60	310	310	506	0	OK
9 às 10	//	60	310	310	816	0	OK
10 às 11	//	60	310	310	1126	0	OK
11 às 12	//	0	0	-	-	-	-
12 às 13	//	60	310	254	1380	-59	12' Manutenção máquina
13 às 14	//	60	310	310	1690	0	OK
14 às 15	//	60	310	310	1997	0	OK
15 às 16	//	18	93	93	2090	0	OK
SOMA :		418	2162	2090			
2º Turno		6,73 horas					
15 às 16	//	22	114	114	114	0	0' Manutenção máquina 2
16 às 17	//	60	310	310	424	-71	10' Manutenção máquina 2
17 às 18	//	60	310	310	734	0	OK
18 às 19	//	60	310	310	1044	0	OK
19 às 20	//	0	0	-	-	-	-
20 às 21	//	60	310	310	1354	0	OK
21 às 22	//	60	310	310	1664	0	OK
22 às 23	//	60	310	310	1974	0	OK
23 às 00	//	22	114	114	2088	-62	1' Manutenção máquina 1
SOMA :		404	2090	2088		-62	
3º Turno		6,30 horas					
23 às 00	910	18	93	0	0	-93	18' MAN MAQ 1
00 às 01	//	60	310	263	263	47	9' AJUSTE MAQ 2
01 às 02	//	60	310	310	573	0	OK
02 às 03	//	0	0	-	-	-	-
03 às 04	//	60	310	310	883	0	OK
04 às 05	//	60	310	310	1193	0	OK
05 às 06	//	60	310	196	1389	-114	22' REUNIÃO TIME
06 às 07	//	60	310	310	1700	0	OK
SOMA :		378	1955	1700		-254	

Figura 5.23 – Caderno de produção diária (estado futuro)

Também na parte central do caderno, o gráfico de média de produção horária desenhado pelos operadores permite comparar o desempenho entre os turnos. O gráfico mostra que o primeiro turno apresentou o menor desempenho comparado aos demais. Esta informação é importante para direcionar recursos e investigar as razões do baixo desempenho, buscando oportunidades de melhorias em cada turno.

CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO

As avaliações ergonômicas dos demais postos estão apresentadas nos apêndices conforme abaixo:

Apêndice J:

- análise ergonômica – Posto 01 (futuro);
- análise ergonômica - Posto 03 (futuro);
- análise ergonômica - Posto 04 (futuro).

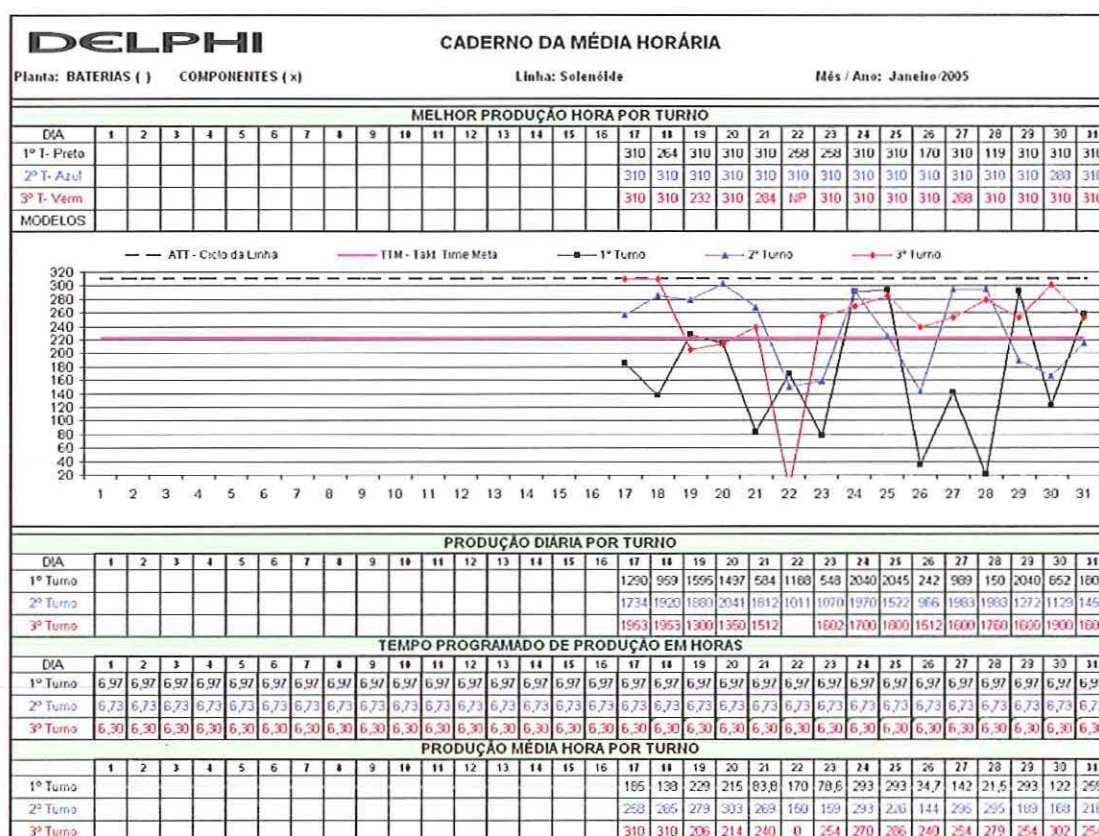


Figura 5.25 – Caderno da média horária (estado futuro)

Baseado nas análises ergonômicas de cada posto de trabalho, o time pode identificar que os postos de trabalhos operam dentro de uma condição ergonômica apropriada.

Considerando que o tempo de ciclo do operador 2 é mais rápido e que agora realiza atividades não cíclicas, o que reduz o tempo de exposição a atividades repetitivas, foi assumido pelo time que apenas o rodízio de posição nos postos a cada uma hora valida o estado futuro da célula..Este rodízio além de melhorar ainda mais a condição de trabalho do operador, promoveu o desenvolvimento de novas habilidades

dos operadores, possibilitando a formação dos operadores multifuncionais. Dando seqüência na aplicação das ferramentas de produção enxuta utilizadas na metodologia de padronização, é apresentada na Figura 5.27 uma visão da ferramenta de auditoria de padronização, a qual de acordo com a metodologia deve ser realizada mensalmente para assegurar que todas as melhorias implementadas sejam mantidas e respeitadas.

Índice de Moore e Garg				
LINHA	Solenóide - Injetores	AUDITOR	MARCELO LIMA	
POSTO	02	DATA	14/01/05	
Classificação	Caracterização	Índice	Enc.	Observações
Intensidade do esforço (IE)				
Leve	Tranquilo	1.0	1,0	
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0		
Pesado	Esforço nítido; sem expressão facial	6.0		
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0		
Próx. do Limite	Usa tronco e membros	13.0		
Duração do Esforço (DE)				
< 10% do ciclo		0.5		
10-29% do ciclo		1.0		
30-49% do ciclo		1.5	1,5	
50-79% do ciclo		2.0		
> 80% do ciclo		3.0		
Frequência do Esforço (FE)				
< 4 por minuto		0.5		
4 - 8 por minuto		1.0	1,0	
9 - 14 por minuto		1.5		
15-19 por minuto		2.0		
> 20 por minuto		3.0		
Postura da Mão-Punho (PMP)				
Muito boa	Neutro	1.0		
Boa	Próxima do neutro	1.0		
Razoável	Não neutro	1.5	1,5	
Ruim	Desvio nítido	2.0		
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0		
Ritmo do trabalho (RT)				
Muito lento	= < 80%	1.0		
Lento	81-90%	1.0		
Razoável	91-100%	1.0	1,0	
Rápido	100-115%	1.5		
Muito rápido	> 115%	2.0		
Duração do trabalho (DT)				
= < 1 hora por dia		0.25		
1-2 horas por dia		0.50	0,5	
2-4 horas por dia		0.75		
4-8 horas por dia		1.0		
> 8 horas por dia		1.5		
ÍNDICE (IE x DE x FE x PMP x RT x DT)			=	1,13
Interpretação	< 3.0 Seguro	1,13	RESULTADO	
	3.0 - 5.0 Incerto			
	5.0 - 7.0 Alguns riscos			
	> 7.0 Prejudicial			

Figura 5.26 – Análise ergonômica - Posto 02 (futuro)

A primeira auditoria foi realizada em fevereiro e o resultado foi 83%, o fato de não atingir o índice de 100% foi justificada pela falha no apontamento de paradas que justificassem a falta de peças produzidas, ou seja, não foi apontado o tempo de *overcycle*.

5.5.6 Montar plano de ação

Conforme a metodologia, a Figura 5.28 mostra um plano de ação elaborado pelo time de padronização durante a primeira semana de trabalho.

Auditoria de padronização			Resultado: 83 %	
Planta: Delphi	Produto: Solenóide	Auditor: Marcelo	Data: 15/02/05	
ITENS AUDITADOS			SIM	NÃO
1. A pasta de padronização está disponível no local de trabalho?			x	
2. A folha de takt time meta do mês atual e mês anterior está atualizada?			x	
3. O gráfico de PARETO do Mês anterior está atualizado?			x	
4. O gráfico de GAP até o mês anterior está atualizado?			x	
5. O plano de ação do mês anterior anterior está atualizado?			x	
6. O operador opera conforme folha de operação padronizada?			x	
7. A folha de auditoria de padronização do mês anterior está na pasta?			x	
8. O caderno de reporte de produção está disponível na produção?			x	
9. O reporte da média horária está atualizado?			x	
10. O reporte de produção diário está atualizado?			x	
11. O tempo de paradas em peças é igual a quantidade de peça perdida?				x
12. O PARETO apontado condiz com as paradas do reporte de produção?			x	
Plano de ação				
Item	Ações	responsável	prazo	
1	Treinar operadores no apontamento correto de paradas	Supervisor	28/02	

Figura 5.27 – Auditoria de padronização

O objetivo deste plano de ação foi levantar todas as pendências do evento kaizen que por alguma razão não foram finalizadas na primeira semana. Este plano é também chamado de plano de ação 30 dias, pois todas as ações devem ser encerradas em trinta dias.

Além das atividades pendentes da primeira semana da aplicação da metodologia de padronização, o time estabeleceu ações para acompanhamento do processo padronizado.

Fazendo novamente uma analogia com a teoria de Nonaka e Takeushi (1997), este acompanhamento tem o objetivo de assegurar que os operadores mentalizem o conhecimento que agora é explícito transformando-o novamente e conhecimento tácito. Este processo de conversão do conhecimento depende muito do treinamento dos operadores no processo agora padronizado.

O treinamento e acompanhamento dos operadores na execução das atividades é fator decisivo para o sucesso da padronização.

CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO

PLANO DE AÇÃO										
Processo: Montagem 1		Participantes: Gilson, Tânia, Antonio, Plíneo, Ricardo, Pedro, Marcelo, Fábio, Emídio								
Data de emissão: 15/2/2005										
Data de revisão: 15/2/2005										
item	Ações	G	U	T	Fator	Data	Status			Responsável
1	Instalação de torneira para abastecimento do exaustor do lado da linha	4	1	2	8	15/fev	em execução			João
2	Trocar a lupa	2	2	2	8	15/fev	realizado			Wilson
3	Finalizar instalação da bandeja do estoque posto 02	3	4	1	12	15/fev	em execução			Paulo
4	Treinar operador na nova padronização	3	3	2	18	15/fev	realizado			Wilson
5	Treinar operadores no novo reporte de produção	2	1	2	4	15/fev	em andamento			João
6	Validar padronização com base nos resultados	3	1	2	6	14/mar	aguardando o prazo			Time
7	Validar reporte de produção	2	2	2	8	14/fev	aguardando o prazo			Gilson
8	Montar o gráfico de GAP para o processo no sistema	2	2	2	8	14/fev	aguardando o prazo			Gilson

Figura 5.28 – Plano de Ação

5.5.7 Acompanhar ações

O ponto chave do sucesso da padronização é a execução das ações pendentes em 30 dias. O acompanhamento das ações feito no Solenóide pelo líder do time de padronização foi muito consistente. Os operadores que participaram da primeira semana de padronização foram partes importantes no acompanhamento direto das ações junto ao processo. Algumas reuniões foram executadas pelo líder da padronização com o supervisor de produção e operadores do processo produtivo para adequação de algumas práticas não seguidas pelos operadores.

Todas as atividades do plano 30 dias foram realizadas pelos responsáveis dentro do prazo. A única anormalidade relacionada ao plano de ação ocorreu no período de acompanhamento, quando foi realizada a substituição de alguns operadores que participaram do evento *kaizen* durante este processo. Esta anormalidade resultou na ineficácia do treinamento.

A razão apresentada pelo supervisor de produção com respeito à substituição do operador era que alguns operadores precisavam sair de férias. Porém apesar deste problema, a participação e o comprometimento do supervisor de produção neste processo garantiram a implementação de todas as demais ações.

Também a maneira padronizada de trabalhar dos operadores principalmente a do posto 02, assumindo mais atividades que pertenciam ao abastecedor, contribuíram na manutenção das melhorias propostas.

5.5.8 Avaliar desempenho

Para avaliar o desempenho do processo padronizado o time utilizou os conceitos da ferramenta de gráfico analítico de perda (GAP) apresentado na seção 3.8.

Durante a primeira semana da aplicação da metodologia o time fez uma melhoria nesta ferramenta, a qual é apresentada na Figura 5.29.

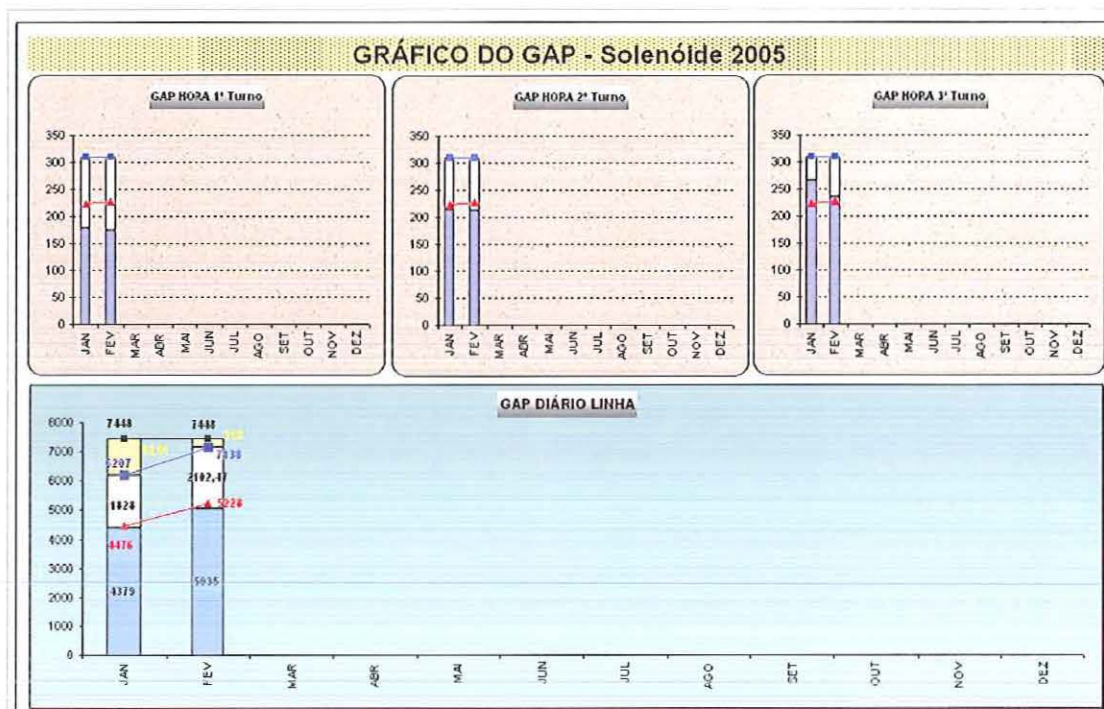


Figura 5.29 – Gráfico Analítico de Perda - GAP

Observando gráfico do GAP na parte inferior da figura, a barra azul representando a produção real diária de 4379 peças em janeiro e de 5035 peças em fevereiro, mostrando melhora significativa no volume de produção diária.

Esta melhoria se deu devido ao supervisor enxergar a necessidade e possibilidade para o mês seguinte de operar a célula nos horários de refeições, reduzindo o tempo de paradas planejadas representadas no gráfico pela cor amarela, a qual mostra uma diminuição de 1241 peças em janeiro para 310 peças por dia em fevereiro.

Como comentado anteriormente, o processo padronizado permite ao supervisor de produção e demais funcionários de áreas de apoio enxergar oportunidades de melhorias. Com este objetivo, o GAP quantifica a perda por uma barra branca que pode se transformada em oportunidades.

Em janeiro a barra branca totalizava uma perda 1828 peças por dia e em fevereiro esta perda foi aumentada para 2102 peças por dia. Isso mostra que a perda gerada pelo processo aumentou. No entanto com o aumento do tempo disponível por meio do revezamento do horário de refeição, com a retirada de um operador que fazia a função do abastecedor da célula de fabricação e com a redução de tempo de ciclo da máquina 3, o ganho de produtividade ocorreu e pode ser visto na tabela 8.

Os gráficos na parte superior da Figura 5.29 permitem conhecer o desempenho horário de cada turno. A perda representa pela barra branca indica a quantidade de peças perdidas por hora e a azul a quantidade de peças produzidas por hora em cada turno. Esta perda apresentada deve ser entendida pelo time de fabricação e eliminada.

Importante destacar que a padronização tem a função de definir a forma de trabalho da célula de fabricação e perdas geradas pelo processo devem ser mais facilmente observadas e eliminadas por meio de um plano de ação eficaz.

Esta seção apresenta os resultados dos indicadores de produção enxuta antes e depois da aplicação da metodologia. Os indicadores escritos em letras pretas são aqueles já existentes antes da metodologia e os escritos em letras vermelhas são novos indicadores apresentados e utilizados pela metodologia de padronização. Estes resultados são apresentados na Tabela 8.

A eliminação do abastecedor resultou em 20% de redução de mão-de-obra. Com esta redução de mão-de-obra e a manutenção do volume produzido foi possível alcançar um resultado de melhoria de produtividade de 25%.

Em fevereiro com a redução do ciclo gargalo (ATT) de 12,6 seg/pç para 11,6 seg/pç e também revezando o processo no horário de almoço, o processo conseguiu produzir 656 peças a mais que janeiro (ver Figura 67). Esta nova realidade eliminou em torno de 300 horas extras que eram necessárias antes da padronização do processo.

A transferência de suas atividades para o operador do posto 02 aumentou o nível de utilização de mão-de-obra. Outro resultado importante, porém não tão significativo foi o aumento de utilização de máquina gerada pela redução do ciclo da máquina 3, ciclo gargalo.

Tabela 8 – Resultados da padronização

indicadores					
sigla	nome	antes	jan-05	fev-05	GANHO antes - fev/05
pç/hrxh	peças por hora homem	41,4	54,1	51,7	25%
Mam power	Operador por Tunro	5	4	4	20%
HE/mês	Hora exta/mês	300	-	0	100%
OEEinstalado	Eficiência geral do processo	-	58%	67%	-
OEEefetivo	Eficiência efetiva do processo	-	71%	67%	-
$\Sigma C_{Top}/\Sigma TTM_{op}$	Utilização de operador geral	48%	-	64%	16%
$\Sigma E_{Top}/\Sigma TTM_{op}$	Utilização de operador efetiva	47%	-	52%	5%
$\Sigma CT_{mq}/\Sigma TTM_{mq}$	Utilização de máquina geral	51%	-	56%	5%
$\Sigma ET_{mq}/\Sigma TTM_{mq}$	Utilização de máquina efetiva	38%	-	42%	4%
Auditória	Auditoria de padronização	0	-	83%	83%

A transferência de suas atividades para o operador do posto 02 aumentou o nível de utilização de mão-de-obra. Outro resultado importante, porém não tão significativo foi o aumento de utilização de máquina gerada pela redução do ciclo da máquina 3, ciclo gargalo.

O nível de utilização de operador e máquina será maior a partir da redução de perdas no processo, agora facilmente identificadas. Com a redução dessas perdas por meio de um plano de ação consistente, o OEE efetivo deve aumentar e conseqüentemente reduzir o TTM. Reduzindo o TTM, que é o denominador da fórmula que calcula o nível de utilização de operador e máquina, o resultado de utilização de operador e máquina melhora.

6 CONCLUSÃO

A metodologia de padronização foi seletiva em termos de utilização de ferramentas da produção enxuta atualmente existentes dentro do *Delphi Manufacturing System*. Sem essa seletividade, seria difícil adequar a metodologia ao tempo disponível no Evento *Kaizen*, de forma a manter o nível de precisão e de detalhamento de informações relativas às atividades dos operadores, como também, organizar estas informações de maneira clara e padronizada, projetando desta forma um estado futuro da célula de fabricação.

Com a aplicação da metodologia de padronização foi possível responder as perguntas apresentadas início do Capítulo 4. Ficou evidenciado através dos resultados obtidos que conceitos de produção enxuta e tratamento lógico aos problemas foram aprendidos e aplicados pelo time multifuncional. Uma das evidências foi a da utilização da ferramenta de balanceamento de operador e máquina, a qual alterou a configuração do time operacional de cinco para quatro operadores, balanceando a carga de trabalho de cada operador e possibilitando avaliar e reduzir o tempo de ciclo gargalo de 12,6 para 11,6 segundos por peça.

O novo ciclo gargalo responde a pergunta sobre qual deveria ser a capacidade instalada. Com o uso da planilha de cálculo de takt time meta, Figura 5.16, a capacidade instalada de 7558 peças por dia e a capacidade efetiva de 6207 peças por dia foram conhecidas de forma científica e precisa.

Utilizando os CTs e ETs da ferramenta de balanceamento de operador e o TTM da planilha de cálculo do takt time meta, o time multifuncional pode calcular e conhecer o nível de utilização de operador e máquina apresentado na Tabela 8 .

Com relação a última pergunta apresentada no início do Capítulo 4, a qual valoriza uso de supermercados como uma contribuição para uma melhor gestão do chão de fábrica, a metodologia criou para esta célula um pulmão entre o posto 01 e o posto 02 permitindo qualquer pessoa enxergar se a célula opera em situação normal ou não, uma vez que a falta ou excesso de peças do pulmão indicam perdas no processo.

Sendo assim, o sucesso da aplicação da metodologia garantiu a possibilidade da ocorrência de um processo de padronização dentro de um evento *kaizen*, o qual tem a duração de uma semana. De acordo com esta metodologia, durante as semanas subsequentes ao evento *kaizen* que completam dois meses de implementação, o time multifuncional pode treinar os operadores e garantir que um novo padrão de trabalho possa ser assimilado pelo time de produção. A assimilação dos operadores ocorre pela conversão do conhecimento explícito formado durante a semana do evento *kaizen* para o conhecimento tácito durante a execução das atividades, é o “aprender fazendo”.

A forma como a metodologia foi aplicada contribuiu para uma melhor interação entre as áreas envolvidas no processo de fabricação, uma vez que as implementações são realizadas por times multifuncionais, não predominando a hierarquia formal da organização. Desta forma todos puderam participar intensamente. Os operadores se sentiram valorizados durante todo o processo, pois suas opiniões e preocupações com relação às atividades foram ouvidas pelo grupo e levadas em consideração na definição do estado futuro. Na aplicação aqui apresentada e em outras realizadas, esta possibilidade de participação e envolvimento de todos os integrantes do grupo no evento *kaizen* despertou o sentimento de propriedade do processo e de comprometimento com o desafio de manter as melhorias implantadas pela metodologia.

No caso, a metodologia permitiu um questionamento consensual entre a área de eng. industrial e produção sobre a real capacidade instalada da célula do solenóide. A participação dos operadores, os quais mais conhecem as atividades de produção, foi fundamental para que todos os tempos de ciclos definidos no estado futuro fossem confiáveis e possíveis de serem atingidos.

Também foram colocados em uso na Delphi novos indicadores de desempenho. Estes indicadores receberam a denominação de Utilização de Operador e de Máquina (CT do Operador, ET do Operador, CT de máquina e ET de máquina), conforme apresentados no capítulo 3.

Uma nova maneira de apresentar o cálculo de desempenho do processo surgiu com a implantação da metodologia, representado pelo Gráfico Analítico de Perda, também apresentado no capítulo 3.

Este gráfico é utilizado atualmente por todas as linhas da Delphi que passaram pelo processo de padronização. Ele se tornou uma informação muito utilizada não apenas pela área da manufatura para análise de desempenho e priorização de recursos, mas também pelos engenheiros das áreas de desenvolvimento de produto e área

comercial, uma vez que respostas rápidas sobre a capacidade instalada são possíveis e precisas.

Conforme já mencionado anteriormente, a metodologia foi aplicada em outras células de fabricação na Delphi, sendo hoje uma prática comum na busca de melhoria de produtividade.

Embora os resultados alcançados pela metodologia tenham sido significativos, algumas dificuldades durante o desenvolvimento e aplicação da metodologia devem ser destacadas. A primeira delas foi com relação à mudança de paradigma de que a linha não poderia ficar muito tempo parado para se efetuar as melhorias observadas na primeira semana. Com a aplicação da metodologia em várias células, os quais trouxeram resultados positivos, este paradigma de não parar a célula foi minimizado e hoje é quase imperceptível na gestão.

Uma segunda dificuldade foi com relação à liberação de um operador por turno para os eventos kaizen de padronização. Havia no início uma preocupação muito forte por parte do supervisor de produção de estar comprometendo a entrega de peças ao cliente ao liberar operadores para o evento kaizen da primeira semana. Esta preocupação foi reduzida com uma melhor programação de produção e um melhor planejamento da execução da semana kaizen de padronização.

Outra dificuldade encontrada foi com relação à falta de acompanhamento do plano de ação e auditorias sistemáticas no período após o evento kaizen. O acompanhamento para garantir que o novo padrão de trabalho está sendo respeitado e executado pelos operadores é decisivo para a internalização do conhecimento e sucesso da metodologia. Hoje está é a maior dificuldade, já que os recursos para atuar em todos os problemas são reduzidos e a priorização das atividades pode comprometer o andamento das ações da padronização por serem colocadas em segundo plano. Na Delphi as auditorias de padronização são realizadas semanalmente pelos supervisores de maneira aleatória assegurando que todas as linhas venham a ser analisadas em um intervalo de tempo adequado. Também mensalmente a engenharia industrial realiza uma auditoria pra cada célula de fabricação já padronizada.

Considerando os resultados obtidos e dificuldades encontradas na aplicação da metodologia, é importante destacar alguns pré-requisitos básicos para que a aplicação da metodologia venha a ter sucesso.

- A liderança precisa conhecer a metodologia e saber dos benefícios da mesma

- É necessário um agente de mudança para o processo de padronização, o qual tenha conhecimentos sobre os conceitos de produção enxuta e possa transmiti-los e tenha disposição e habilidade para coordenar a aplicação da metodologia.
- Devido aos paradigmas que impedem a parada de uma célula para execução de melhoria, ou liberação de operadores para a primeira semana do evento kaizen, o desejo da padronização deve acontecer de cima para baixo, ou seja, do gerente para o operador.
- Especialistas com o processo como um mecânico, um electricista e um caldeireiro, devem estar disponíveis para trabalhar com as melhorias não apenas durante a semana do evento kaizen, mas depois dele também.
- Uma sala dedicada para o evento kaizen na primeira semana deve ser providenciada.
- Deve haver um tipo de recompensa pelos resultados obtidos e propostos já no final da primeira semana, quando o evento kaizen é encerrado.

A figura 6.1 apresenta alguns resultados alcançados por outras linhas após a aplicação da metodologia de padronização.

Resultados															
Célula	Quantidade de operadores		peças produzidas		Utilização de operador		Utilização de máquina		Produtividade			$\frac{\Sigma CT_{op}}{\Sigma TM_{op}}$	$\frac{\Sigma ET_{op}}{\Sigma TM_{op}}$	$\frac{\Sigma CT_{mq}}{\Sigma TM_{mq}}$	$\frac{\Sigma ET_{mq}}{\Sigma TM_{mq}}$
	Antes	Depois	Antes (Pc/day)	Depois (Pc/day)	$\frac{\Sigma CT_{op}}{\Sigma TM_{op}}$	$\frac{\Sigma ET_{op}}{\Sigma TM_{op}}$	$\frac{\Sigma CT_{mq}}{\Sigma TM_{mq}}$	$\frac{\Sigma ET_{mq}}{\Sigma TM_{mq}}$	Antes (Pc/Hr/Op)	Depois (Pc/Hr/Op)	%	Resultado geral			
DCP	21	21	1300	1553	75%	61%	65%	68%	61,9	74,2	19,8	70%	64%	50%	38%
SENSOR	12	10	1600	1963	64%	62%	30%	30%	133	197	47,6				
SOLENOIDE	15	12	4077	4443	76%	72%	69%	50%	272	371	36,4				
THROTTLE BODY	39	33	1765	2331	66%	65%	33%	20%	45	61	33,4				
CCP	12	15	1626	2164	76%	68%	56%	32%	136	144	6,5				
FROCK SENSOR	6	6	1400	1990	69%	61%	61%	53%	233	332	42,1				
FUEL RAIL	9	9	1140	1635	65%	54%	59%	41%	127	182	43,4				

Figura 6.1 – Resultados obtidos após a aplicação da metodologia

Fonte: Delphi (2005)

6.1 Trabalhos futuros

Um dos trabalhos futuros poderia ser a criação de mecanismos mais efetivos de acompanhamento das células de fabricação após a semana do evento *kaizen*, permitindo uma melhor sedimentação das melhores práticas implementadas, minimizando o risco de ocorrência de retrocessos em termos de resultados. Isso poderia ocorrer através da introdução de medidas específicas de desempenho para os operadores das células, em consonância com políticas adequadas de gestão e acompanhamento dessas métricas.

Um outro trabalho, relativamente óbvio, seria a extensão desta metodologia para outras atividades diretamente ligadas ao processo produtivo, tais como: manutenção planejada, troca rápida de modelos e ferramentas e abastecimento de linhas de produção.

Sendo assim, baseado nos resultados positivos da aplicação desta metodologia, entendemos que ela deve ser mais bem explorada, através de adequações de seu uso ao maior número possível de situações dentro do ambiente fabril, acrescentando assim mais um elemento para o aumento da competitividade industrial.

REFERÊNCIAS

- BAGGALEY, B.; MASKELL, B. (2003). Value stream management for lean companies, part II. *Journal of Cost Management*, London, v.17, n.3, p.24-30, May/June.
- BERGER, A. (1997). Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. *Integrated Manufacturing Systems*, Bradford, v.8, n.2, p.110-117.
- BORG scale. (2005). Disponível em: <<http://www.brianmac.demon.co.uk/borgscale.htm>>. Acesso em: 5 July.
- CAMPOS, V.F. (1992). *Qualidade total: padronização de empresas*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni.
- CHIPPEWA VALLEY TECHNICAL COLLEGE (2005). Business & industry: kaizen blitz. Disponível em: <<http://www.cvtc.edu/Business/NWMOC/NWMOCp3.htm>>. Acesso em: 26 May 2005.
- CORIAT, B. (1994). *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização*. Rio de Janeiro: UFRJ/Revam.
- CUERGO CORNELL UNIVERSITY. ERGONOMICS WEB (2005). JSI Workshut. Disponível em: <<http://ergo.human.cornell.edu/ahJSI.html>>. Acesso em: 5 jun. 2005.
- DELPHI (2003). *Manufacturing academy I: US operations*. Saginaw.
- _____. (2003a). *Ergonomia industrial: os caminhos da perfeição*. São Paulo: Proderg.
- DELPHI manufacturing systems: flow manufacturing system design-version 3.1. (2001). Indianápolis: Delphi.
- DELPHI manufacturing systems: operational availability-version 3.1. (2001a). Indianápolis: Delphi.
- ERGONOMICS TODAY (2005). The strain index Job analysis methods: QXA. Disponível em: <http://ergoweb.com/news/detail.cfm?id=583>. Acesso em 5 jun. 2005.
- FERRO, J.R. (2002). Lean thinking e competitividade. Disponível em: <<http://www.aesetorial.com.br/automotivo/artigos>>. Acesso em: 16 may 2003.
- _____. (2003). *A essência da ferramenta "mapeamento do fluxo de valor"*. São Paulo: Lean Institute Brasil. Disponível em: <www.lean.org.br/pg1.htm>. Acesso em: 16 may 2003.
- FORRESTER, R. (1995). Implications of lean manufacturing for human resource strategy. *Work Study*, Birmingham, v.44, n.3, p.20-24, May/June.

GUNG, R.R.; STEUDE, H.J. (1999). A Workload balancing model for determining set-up time and batch size reductions in GT flow line workcells. *International Journal of Production Research*, London, v.37, n.4, p.769-791, Mar.

HINES, P.; RICH, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, Bradford, v.17, n.1, p.46-64.

HINES, P.; TAYLOR, D. (2000). *Going lean: a guide to implementation*. Cardiff: Cardiff business school; Lean Enterprise Research Center.

HUMMELS, H.; LEEDE J. (2000). Teamwork and morality: comparing lean production and sociotechnology. *Journal of Business Ethics*, Dordrecht, v.26, n.1, p.75-88, July.

IMAI, M. (1996). *Gemba Kaizen: estratégias e técnicas do kaizen do piso de fábrica*, São Paulo. IMAN.

KAIZEN TRAINING (2005). Kaizen blitz (Kaikaku). Disponível em: <http://www.kaizen-training.com/how/kaizen_blitz.html>. Acesso em: 26 May 2005.

LEAN INSTITUTE BRASIL (2003). *Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean*. Tradução de: Adriana C.C.Maciel. São Paulo.

LEWIS, M.A. (2000). Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, Bradford, v.20, n.8, p.959-978.

LIDA, I. (1995). *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo: Edgard Blücher.

MAMTC GIVING MANUFACTURERS THE EDGE (2005). What's new: get a quick success with a kaizen blitz. Disponível em: <<http://www.mamtc.com/lean/story04.asp>>. Acesso em: 26 May 2005.

MANUFACTURA esbelta. (2005). Disponível em: <<http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta2.shtml>>. Acesso em 26 May 2005.

MTM-LINK system: systems highlight: MTM-1. *MTM Newsletter*, v.9, n.9, Aug. 2003. Disponível em: <www.mtm.org/public/pages/v9i9.pdf>. Acesso 5 July 2005.

NONAKA, I.; TAKEUSHI, H. (1997). *Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscila Martins Celete. Rio de Janeiro: Campus.

OHNO, T. (1988). *Sistema de produção Toyota*. Porto Alegre: Boockman.

PALMEIRA, J.N.; TENÓRIO, F.G. (2002). *Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total*. Rio de Janeiro: FGV.

PHENG, L.S.; CHUAN, C.J. (2001). Just-in-time management in precast concrete construction: a survey of the readiness of main contractors in Singapore. *Integrate*

Manufacturing Systems, Singapore, v.12, n.6, p.416-429. Disponível em: <<http://www.emerald-library.com/ft>>. Acesso em: 06 Dec, 2001.

PIERO, F.A.D. (2003). Lean production - todos sabem o que é isso? Vila Velhas: Universidade de Vila Velha. Disponível em: <http://www.rondonia.com/artigo_todos_isso.htm>. Acesso em: 20 maio 2003.

PRASAD, S.; BABBAR, S. (2000). International operations management research. *Journal of Operations Management*, Amsterdam, v.18, n.2, p.209-247, Feb.

PRUIJT, H. (2003). Teams between neo-taylorism and anti-taylorism. *Economic and Industrial Democracy*, London, v.24, n.1, p.77-101, Feb.

ROTHER, M.; HERRIS, R. (2001). *Creating continuous flow: an action guide for managers, engineers and production associates*. Massachusetts: The Lean Institute.

ROTHER, M.; SHOOK, J. (1999). *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. Tradução de José Roberto Ferro e Telma Rodriguez. São Paulo: Lean Institute Brasil.

SHAH, R.; WARD, P.T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, Amsterdam, v.21, n.2, p.129-149, Mar.

SHINGO, S. (1996). *O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Tradução de Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman.

_____. (2000). *Sistema de troca rápida de ferramentas: uma revolução nos sistemas produtivos*. Tradução de Eduardo Schaan e Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman.

SLACK, N. et al.(1999). *Administração da produção: edição compacta*. Tradução de Ailton Bonfim Brandão et al. São Paulo. Atlas.

SMITH, G.R.; HERBEIN, W.C.; MORRIS, R.C. (1999). Front-end innovation at alliedsignal and alcoa. *Research Technology Management*, Lancaster, v.42, n.6, p. 15-24, Nov./ Dec.

SODERQUIST, K.; MOTWANI, J. (1999). Quality issues in lean production implementation: a case study of a french automotive supplier. *Total Quality Management*, Abingdon, v.10, n.8, p.1107-1122, Dec.

SOUTH CAROLINA MANUFACTURING EXTENSION PARTNERSHIP (2005). *Lean manufacturing training: kaizen blitz*. Disponível em: <http://www.scnep.org/lean_temp.asp?kaizen>. Acesso em: 26 May 2005.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. (1999). Decoding the DNA of the toyota production system. *Haward business review*, Boston, v.77, n.5, p.97-106, Sept./ Oct.

STRATEGOS – Consultants, Engineers, Strategists (2005). Kaizen – what dos it mean? Disponível em:<<http://www.strategosinc.com/kaizen.htm>>. Acesso em: 26 May 2005.

THOMAS, H.R. et al. (2003). Improving labor flow reliability for better productivity as lean construction principle. *Journal of Construction Engineering and Management*, New York, v.123, n.3, p.251-261, May/June.

THIOLLENT, M. (1992). Metodologia da pesquisa-ação. Tradução de José Garcia Filho e Suely Bastos. São Paulo: Cortez ; Ed. Autores Associados.

WEERDMEESTER, J.D.B. (1995). Ergonomia prática. São Paulo: Edgard Blücher.

WOMACK, J.D.; JONES, D.T.; ROOS, D. (1992). A máquina que mudou o mundo. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. (1996). A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscila Martins Celeste. Rio de Janeiro: Campus.

YINGLING, J.C.; DETTY, R.B.; SOTTILE, J. (2000). Lean manufacturing principles and their applicability to the mining industry. *Mineral Resources Engineering*, London, v.9, n.2, p.215-238, Apr./ June.

APÊNDICES

1

2

3

Apêndice A

- Folha de observação inicial - Posto 01 (atual)
- Folha de tomada de tempo – Posto 01 (atual)
- Tabela de combinação de trabalho – Posto 01 (atual)

DELPHI

FOLHA DE OBSERVAÇÃO INICIAL - FOI

Posto de trabalho
01

Operação		Segurança	Estoque	
Crítica	Inspeção		Quantidade	Símbolo

*Estoque de
peças
Linha*

Máquina 01

*Estoque de peças e ferramentas
Qualquer tipo*



Elementos de trabalhos cíclicos

- 1 - Montar o motor no pé
peça e soldar*
- 2 - Colocar o motor no pé peça e soldar
isto é feito rapidamente e com o motor
apoiado no*
- 3 - Montar o motor no componente e
colocar no estoque.*

Atividades NÃO Cíclicas

Atividades NAO Cíclicas			
Nr.	Produção real / turno	A cada quantas peças	A cada quantos minutos

DELPHI**FOLHA DE TOMADA DE TEMPO**

Produto: <u>INJETOR</u>	Folha: <u>01101</u>	Data: <u>10/01/2005</u>
Processo: <u>MONTAGEM DO SOLENÓIDE</u>	Elementos cíclicos (X)	Elementos não cíclicos ()
Posto de trabalho: <u>01</u>		

OPERADOR

Seq	Elemento	Ponto inicial	Ponto Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor que mais se repete	Menor que mais se repete
														Tempo Elemento	Tempo Andar
01	Montar o delta pelo piece	Pegar pelo piece	Colocar no mt	3,6	(3,5)	3,1	3,8	(3,5)	(3,5)	3,6	3,4	(3,5)	3,1	3,5	
02	Colocar Tubos e soldar conjunto	Colocar no mt	Acionar injetor	(3,1)	3,4	(3,1)	3,0	2,9	(3,1)	(3,1)	3,3	3,0	(3,1)	3,1	
03	Montar suporte e estaca	Acionar injetor	Pegar pelo piece	2,8	(3,3)	2,9	3,6	(3,3)	3,5	2,9	3,0	(3,3)	3,0	3,3	

MÁQUINA

Seq	Máquina	Carregar	Ciclo Puro	Descarregar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor valor que mais repete
01	AC-14.001	-	10	-	9,9	10,0	10,0	11,0	10	-	-	-	-	-	10

DELPHI

TABELA DE COMBINAÇÃO DE TRABALHO - TCT

Processo: <i>Módulo eletrônico</i>		Máquina: <i>01</i>		Produto: <i>Super 112</i>		Data: <i>10/01/05</i>	Posto: <i>01</i>					
Takt Time Meta (TTM):		Takt Time Atual (ATT):		Trabalho Manual		Ciclo de máquina		Andar				
Seq	Elementos de trabalho	Tempo do elemento				tempo em segundos						
		Trab Man.	Ciclo Mq.	Espera forçada	Andar	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5
<i>1</i>	<i>Montar e colocar o feltro</i>	<i>3,5</i>	<i>10</i>									
<i>2</i>	<i>Colocar todo o módulo</i>	<i>3,1</i>										
<i>3</i>	<i>Montar suporte e colocar liga</i>	<i>3,3</i>										
Tempo Total:		<i>9,9</i>	<i>10</i>									





Apêndice B

- Folha de observação inicial - Posto 03 (atual)
- Folha de tomada de tempo – Posto 03 (atual)
- Tabela de combinação de trabalho – Posto 03 (atual)

DELPHI

FOLHA DE OBSERVAÇÃO INICIAL - FOI

Posto de trabalho
03

Operação		Segurança	Estoque	
Crítica	Inspeção		Quantidade	Símbolo
				

Máquina-03

Máquina-04

*Estoque
de
subconjunto*



Elementos de trabalhos cíclicos

- 1- desmontagem e limpeza máquina 3
a cada 3 dias peça.*
- 2- troca de a máquina 4 a cada 1 dia
peça.*
- 3- limpeza e limpeza máquina 4 a
cada 1 dia peça.*
- 4- troca de a máquina 3 a cada 1 dia
peça.*
- 5- Montar e testar na máquina
a cada 1 dia e 1 dia.*

Atividades NÃO Cíclicas

Atividades NÃO Cíclicas			
Nr.	Produção real / turno	A cada quantas peças	A cada quantos minutos

DELPHI**FOLHA DE TOMADA DE TEMPO**

Produto: INJETOR	Folha: 01 01	Data: 10/01/2005
Processo: MONTAGEM DE SOLENOÍDE	Elementos cíclicos (X)	Elementos não cíclicos ()
Posto de trabalho: 03		

OPERADOR

Seq	Elemento	Ponto inicial	Ponto Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor que mais se repete	Menor que mais se repete
														Tempo Elemento	Tempo Andar
1	Descarregar e carregar máquina 3 a cada 1 peça	Tirar peça da máq 3	Colocar peça na máq 3	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	
A	andar até máquina 4	colocar peça Máq 3	Tirar peça Máq 4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0		1,0
2	Descarregar e carregar máquina 4 a cada 1 peça	Tirar peça Máq 4	Colocar peça no est. foque	1,9	1,8	2,0	2,1	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1	1,9	2,0	
A	andar até máquina 3	colocar peça no Est. foque	pegar aring	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0
3	Montar aring e body a cada 1 peça	pegar aring	Tirar peça da máq 3	4,5	4,7	4,7	4,6	4,6	4,7	4,8	4,7	4,6	4,7	4,7	

MÁQUINA

Seq	Máquina	Carregar	Ciclo Puro	Descarregar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor valor que mais repete
1	Máquina 03	0,9	10,8	0,9	10,9	10,8	10,9	10,6	10,7						10,8
2	Máquina 04	1,0	8,3	1,0	8,3	8,3	8,3	8,2	8,1						8,3





Apêndice C

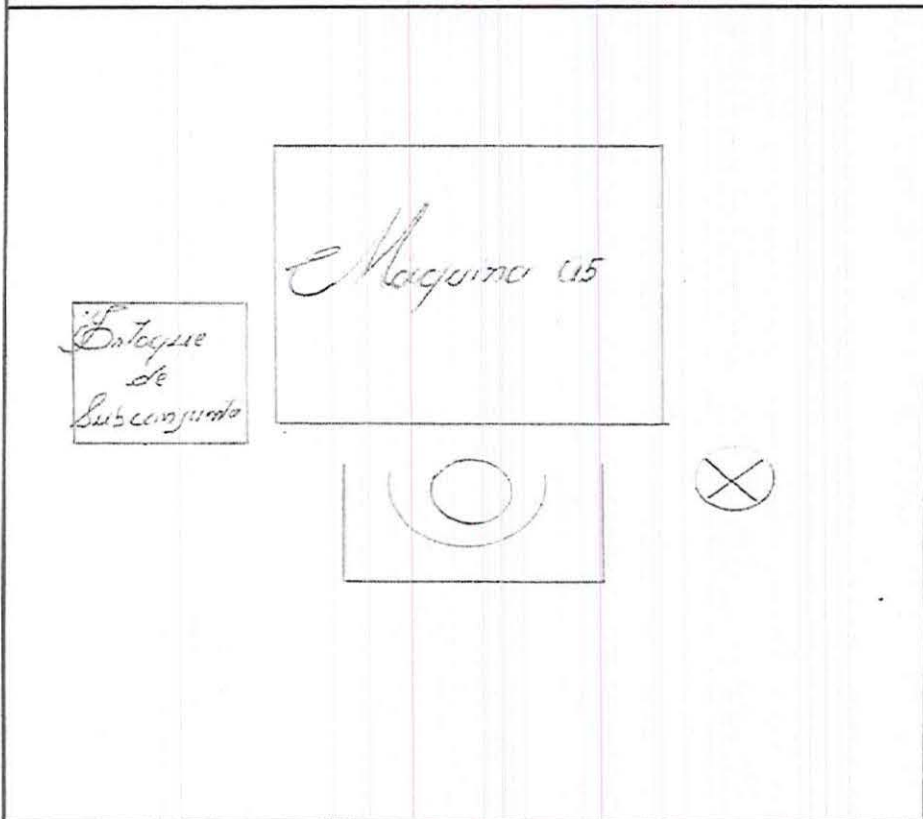
- Folha de observação inicial - Posto 04 (atual)
- Folha de tomada de tempo – Posto 04 (atual)
- Tabela de combinação de trabalho – Posto 04 (atual)
- Trabalho não cíclico – estocar produto acabado – Posto 04 (atual)

DELPHI

FOLHA DE OBSERVAÇÃO INICIAL - FOI

Posto de trabalho
04

Operação			Estoque	
Crítica	Inspeção	Segurança	Quantidade	Símbolo
			-	



Elementos de trabalhos cíclicos

- 1- *Montagem e remoção de peças em a cada dois dias.*
- 2- *Uma inspeção visual no produto montado a cada dois dias.*
- 3- *Uma inspeção visual no subconjunto a cada dois dias.*

Atividades NÃO Cíclicas

- 1- *Ativar bomba de produção a cada dois dias.*

Atividades NÃO Cíclicas			
Nr.	Produção real / turno	A cada quantas peças	A cada quantos minutos
1	1500	210	20

DELPHI

FOLHA DE TOMADA DE TEMPO

Produto: INJETOR	Folha: 01/01	Data: 10/10/2005
Processo: montagem de Solenóide	Elementos cíclicos (x)	Elementos não cíclicos ()
Posto de trabalho: 04		

OPERADOR

Seq	Elemento	Ponto inicial	Ponto Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor que mais se repete	Menor que mais se repete
														Tempo Elemento	Tempo Andar
1	Descarregar e carregar m12 e cada 2 peças	tirar primeiro peça da maq. 5	Colocar subconjunto para injetar	6,7	6,6	6,6	6,7	6,6	6,8	6,6	6,5	6,4	6,5	6,6	
2	Inspeccionar produto acabado a cada 2 peças	colocar subconjunto para injetar	colocar produto acabado no bandeda	5,4	5,5	5,6	5,6	5,5	5,6	5,4	5,4	5,6	5,6	5,6	
3	Inspeccionar subconjunto a cada 2 peças	colocar produto acabado no bandeda	tirar primeiro peça da maq. 5	8,0	7,8	7,9	8,0	8,1	8,0	8,0	8,2	8,0	8,1	8,0	

MÁQUINA

Seq	Máquina	Carregar	Ciclo Puro	Descarregar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Menor valor que mais repete
1	Maquina - 05	3,3	14,6	3,3	14,5	14,6	14,6	14,7	14,6	—	—	—	—	—	14,6

DELPHI

TABELA DE COMBINAÇÃO DE TRABALHO - TCT

Processo: <i>Montagem do eixo</i>		Máquina: <i>135</i>	Produto: <i>Carro m2</i>	Data: <i>10/01/05</i>	Posto: <i>04</i>								
Takt Time Meta (TTM):		Takt Time Atual (ATT):		Trabalho Manual - - - Ciclo de máquina <i>Andar</i>									
Seq	Elementos de trabalho	Tempo do elemento				tempo em segundos							
		Trab Man.	Ciclo Mq.	Espera forçada	Andar	← Espera Forçada Trab. não cíclico → Espera do ATT 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0 17.5 20.0							
1	<i>CRUCHAMENTO CARRO</i> <i>15 de cada lado 140g 140g</i>	6.6	14.6										
2	<i>2 m de cada lado 140g 140g</i> <i>20 de cada lado 200g</i>	5.6											
3	<i>2 m de cada lado 140g 140g</i> <i>20 de cada lado 200g</i>	8.0											
4	<i>total de 200g 140g 140g</i> <i>20 de cada lado 200g</i>	0.2											
1	<i>Instalar fechante no eixo</i>	0.1											
	<i>total de não cíclico 140g 140g</i>	0.1											
Tempo Total:		<i>202</i>	<i>14.6</i>		<i>0</i>								

Apêndice D

- Liberação de linha – FET (abastecedor)
- Abastecer componentes – FET (abastecedor)
- Abastecer bandejas Mq 5 – FET (abastecedor)
- Fazer teste no Laboratório – FET (abastecedor)
- Cobrir saída de banheiro – FEF (abastecedor)
- Buscar *body* na *Washer* – FET (abastecedor)

DELPHI**FOLHA DO ELEMENTO DE TRABALHO NÃO CÍCLICO - FET**

Atividade: *Liberação de linha* Seqüência do trabalho Segurança p/ Operador Cheque de Qualidade Processo Crítico p/ produto C

POSTO: <i>Armação</i>	Símb.	No:	Elemento de trabalho	Pontos Chave:	Razão
		1	<i>liberar mq-1</i>		
		2	<i>liberar mq-2</i>		
		3	<i>liberar mq-3</i>		
		4	<i>liberar mq-4</i>		
		5	<i>liberar mq-5</i>		
			<i>O operador é muito responsável com a atividade não cíclica.</i>		

Nr..	Produção Real / Turno	A cada quantas peças	Freq.	Tempo (seg) da atividade	Tempo total por turno	Seg/pç
1	1500	1500	0,1	131	131	0,09
2				90	90	0,06
3				96	96	0,06
4				82	82	0,05
5				140	140	0,09

Seg/peças **0,34**Tempo total do Trabalho: **0,14** HorasElaborado por: *Alvino*Data: **10/01/05**

Tempo de máquina			
MQ.	Tempo Manual	Tempo Autom.	Tempo Total



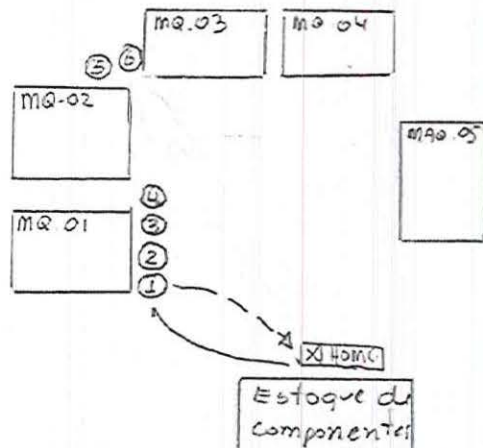
DELPHI**FOLHA DO ELEMENTO DE TRABALHO - NÃO CÍCLICO**ESTADO ATUAL
POSTO DE TRABALHO
ARANHAAtividade não Cíclica: *Abastecer componentes*

Sequência do trabalho ○

Segurança p/ Operador +

Cheque de Qualidade ◇

Processo Crítico p/ produto ▽



Símb.	No:	Elementos de trabalho	Pontos Chave:	Razão
◇	1	Abast. pole piece 4xTurno		
◇	2	Abast. Guide 1x Turno		
◇	3	Abast. Suporte 4xTurno		
◇	4	Abast. Tubo 8xTurno		
◇	5	Abast. bobina 3xTurno		
◇	6	Abast. Body 5xTurno		

Nr.	PRODUÇÃO REAL / TURNO	A CADA QUANTAS PEÇAS	FREQ.	TEMPO (SEG) DA ATIVIDADE	TEMPO TOTAL POR TURNO	SEG/ PÇ
1	1500	380	4	15	60	0,04
2	1500	1500	1	15	15	0,004
3	1500	380	4	35	60	0,04
4	1500	200	2	15	120	0,03
5	1500	500	3	20	60	0,04
6	1500	300	5	20	100	0,7

Tempo total do Trabalho: **0,37** HorasElaborado por: **Plinio**Data: **10/01/05**

Tempo de máquina			
MQ.	Tempo Manual	Tempo Autom.	Tempo Total

Total da atividade não cíclica (seg/peça por ciclo) **0,9**

DELPHI**FOLHA DO ELEMENTO DE TRABALHO NÃO CÍCLICO - FET**

Atividade: *Carregar body na washer* Seqüência do trabalho Segurança p/ Operador Cheque de Qualidade Processo Crítico p/ produto C

POSTO:	Simb.	No:	Elemento de trabalho	Pontos Chave:	Razão
<i>Arnoranka</i>					
<i>saia da washer</i>		A	<i>Ir para esta região até a sala da washer</i>		
①		1	<i>Jogar esta roupa body</i>		
		A	<i>Voltar até a sala de montagem</i>		
②		2	<i>Colocar a roupa com body na caixa de trabalho</i>		
<i>X home</i>					
<i>Sala do Lalenôide</i>					

Nr.	Produção Real / Turno	A cada quantas peças	Freq.	Tempo (seg) da atividade	Tempo total por turno	Seg/pç
A	1500	300	5	15	75	0.05
1				8	40	0.02
A				15	75	0.05
2				10	50	0.02

Seg/peças *0.12*Tempo total do Trabalho: *0.05* HorasElaborado por: *J. Almeida*Data: *10/01/05*

Tempo de máquina			
MQ.	Tempo Manual	Tempo Autom.	Tempo Total

Apêndice E

- Estoque de peças acabadas maquina 1 – Foto 01
- Apresentação de peças máquina 1 - Foto 02



Foto 01

Fonte: Delphi 2005

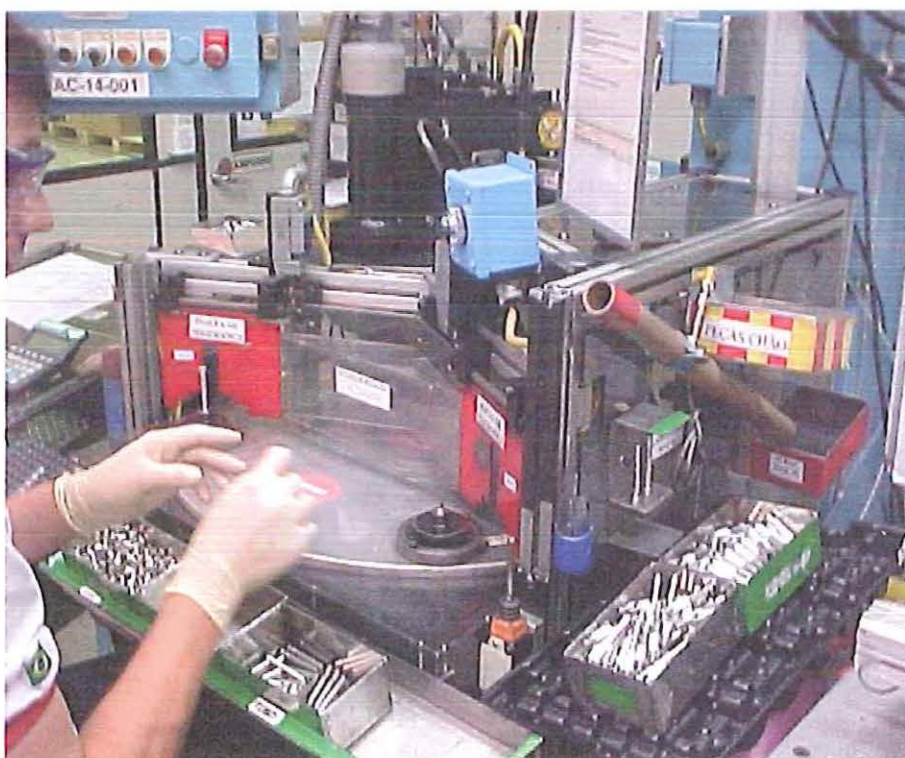


Foto 02

Fonte: Delphi 2005

Apêndice F

- Tabela de combinação de trabalho – Posto 01 (estado futuro)
- Folha de operação padronizada - Posto 01 (estado futuro)
- Folha de utilização de operador e máquina - Posto 01 (estado futuro)

DELPHI

FOLHA DE OPERAÇÃO PADRONIZADA - FOP

Operação Crítica	Inspeção	Segurança	Estoque padrão		Posto de trabalho: <i>01</i>			Data: <i>13/01/05</i>		
			Quantidade	Simbolo	TTM	ATT	CTop	ETop	Espera (ATT - CTop)	Espera Forçada
▼	◇	+	<i>100</i>	⊗	<i>16</i>	<i>11,6</i>	<i>99</i>	<i>99</i>	<i>1,7</i>	-

Estoque de pole piece A

Magnum - 01

Estoque guide E

1

Estoque suporte C

2

Estoque tubo D

3

Estoque conjunto manivela E

Substituição sobre estoque.

<i>Estoque</i>	A	B	C	D	E	⊗
<i>Quantidade</i>	<i>400</i>	<i>400</i>	<i>1600</i>	<i>250</i>	<i>50</i>	<i>100</i>

Elementos de trabalhos cíclicos

- 1. Montar e ajustar a pole piece*
- 2. Af. sobre o tubo e suporte*
- 3. Montar suporte e manivela.*

Atividades NÃO cíclicas

DELPHI

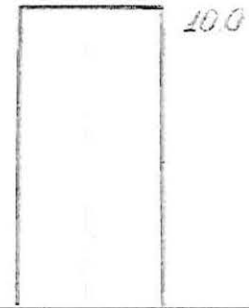
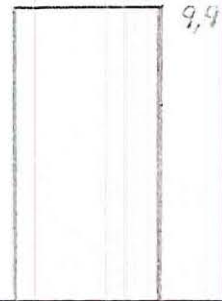
UTILIZAÇÃO DE OPERADOR E MÁQUINA - UTI

POSTO: 1

SEG

- 18
- 17
- 16
- 15
- 14
- 13
- 12
- 11
- 10
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0

TTM = 16



PI

MI

UTILIZAÇÃO DE OPERADOR DO POSTO				UTILIZAÇÃO DA MÁQUINA DO POSTO			
$\frac{\Sigma \text{Top}}{\Sigma \text{TTMop}}$	$\frac{9.9}{16}$	62 %		$\frac{\Sigma \text{Top}}{\Sigma \text{TTMop}}$	$\frac{9.9}{16}$	62 %	
				$\frac{\Sigma \text{Tmq}}{\Sigma \text{TTMmq}}$	$\frac{10}{16}$	63 %	
							$\frac{\Sigma \text{Tmq}}{\Sigma \text{TTMmq}}$
							$\frac{10}{16}$
							63 %

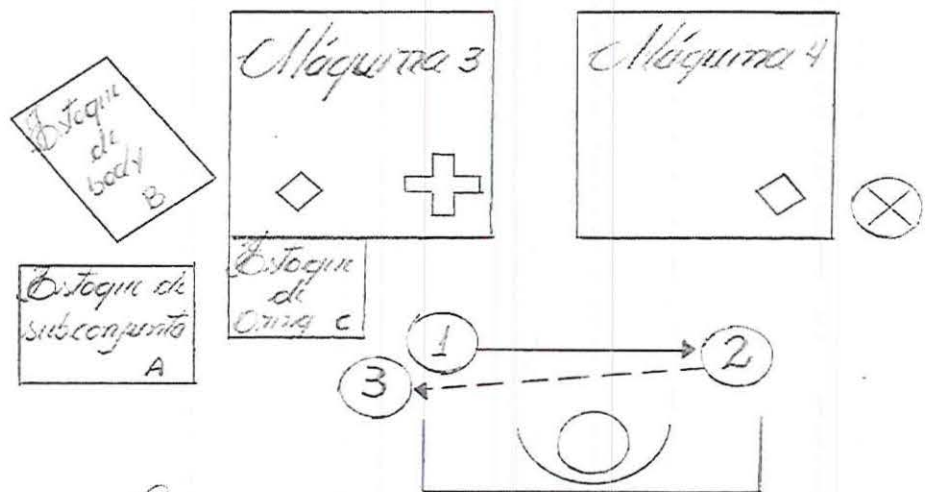
Apêndice G

- Tabela de combinação de trabalho – Posto 03
(estado futuro)
- Folha de operação padronizada - Posto 03
(estado futuro)
- Folha de utilização de operador e máquina -
Posto 03 (estado futuro)

DELPHI

FOLHA DE OPERAÇÃO PADRONIZADA - FOP

Operação Crítica	Inspeção	Segurança	Estoque padrão		Posto de trabalho: 03			Data: 13/01/05		
			Quantidade	Simbolo	TTM	ATT	CTop	ETop	Espera (ATT - CTop)	Espera Forçada
▼	◇	+	50	⊗	16	11.6	10.5	8.5	1.1	1.1



Elementos de trabalhos cíclicos

- 1- desmontar e montar ma 3
- 2- desmontar e montar ma 4
- 3- Montar spring e body no tubo (subconjunto)

Atividades NÃO cíclicas

Informação de estoque

Estoque	A	B	C	⊗
Quantidade	300	50	1500	50

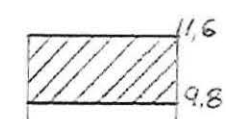
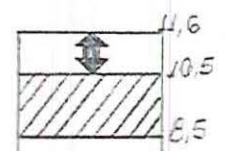
DELPHI

UTILIZAÇÃO DE OPERADOR E MÁQUINA - UTI

SEG

- _____
- _____
- _____
- _____
- 18
- 17
- 16
- 15
- 14
- 13
- 12
- 11
- 10
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0

TTM 16



UTILIZAÇÃO DE OPERADOR DO POSTO				UTILIZAÇÃO DA MÁQUINA DO POSTO				
$\frac{\Sigma CT_{op}}{\Sigma TT_{op}}$	$\frac{10.6}{16}$	65 %	$\frac{\Sigma ET_{op}}{\Sigma TT_{op}}$	$\frac{8.5}{16}$	53 %	$\frac{\Sigma CT_{mq}}{\Sigma TT_{mq}}$	$\frac{11.6}{16}$	73 %
						$\frac{\Sigma ET_{mq}}{\Sigma TT_{mq}}$	$\frac{9.8}{16}$	61 %

Apêndice H

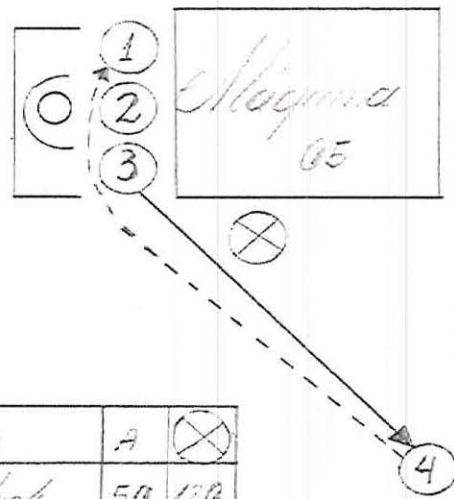
- Tabela de combinação de trabalho – Posto 04
(estado futuro)
- Folha de operação padronizada - Posto 04
(estado futuro)
- Folha de utilização de operador e máquina -
Posto 04 (estado futuro)

DELPHI

FOLHA DE OPERAÇÃO PADRONIZADA - FOP

Operação Crítica	Inspeção	Segurança	Estoque padrão		Posto de trabalho: 04			Data: 13/10/05		
			Quantidade	Símbolo	TTM	ATT	CTop	ETop	Espera (ATT - CTop)	Espera Forçada
▼	◇	+	120	⊗	32	23.2	24,2	20,2	2,0	0,9

Estoque de subconjunto



<i>Estoque</i>	A	⊗
<i>Quantidade</i>	50	120

Elementos de trabalhos cíclicos

- 1- Descarregar e limpar mg. 5 a cada dois dias.
- 2- Fazer nível no predito a cada dois dias.
- 3- Limpar o subconjunto a cada dois dias.

Atividades NÃO cíclicas

- 4- Fazer predito verificado.

DELPHI

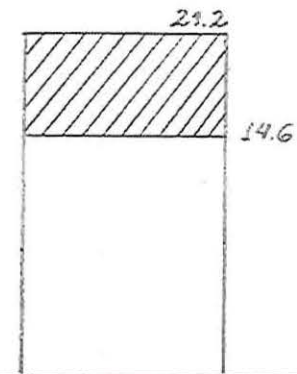
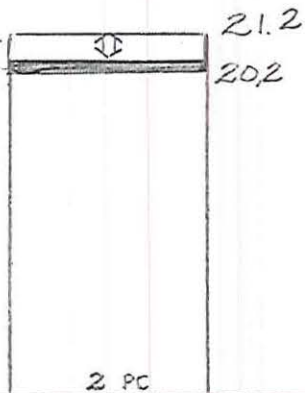
UTILIZAÇÃO DE OPERADOR E MÁQUINA - UTI

SEG

- 36
- 34
- 32
- 30
- 28
- 26
- 24
- 22
- 20
- 18
- 16
- 14
- 12
- 10
- 8
- 6
- 4
- 2
- 0

TTM = 32

E.F = 0,8 ←
N.C = 0,2 ←



P4

UTILIZAÇÃO DE OPERADOR DO POSTO				UTILIZAÇÃO DA MÁQUINA DO POSTO				
$\frac{\Sigma CT_{op}}{\Sigma TT_{Mop}}$	$\frac{21,2}{32}$	66 %	$\frac{\Sigma ET_{op}}{\Sigma TT_{Mop}}$	$\frac{20,2}{32,0}$	63 %	$\frac{\Sigma CT_{mq}}{\Sigma TT_{Mmq}}$	$\frac{21,2}{32,0}$	66 %
						$\frac{\Sigma ET_{mq}}{\Sigma TT_{Mmq}}$	$\frac{14,6}{32,0}$	45 %

Apêndice I

- Trabalho não cíclico – abastecer componentes – Posto 02 (estado futuro)
- Trabalho não cíclico – abastecer bandeja máquina 5 – Posto 02 (estado futuro)
- Trabalho não cíclico – cobrir saída de banheiro – Posto 02 (estado futuro)
- Trabalho não cíclico – buscar body na washer - Posto 02 (estado futuro)

DELPHI**FOLHA DO ELEMENTO DE TRABALHO NÃO CÍCLICO - FET**Atividade: *Montar componentes*

Seqüência do trabalho

 Segurança p/ Operador

Cheque de Qualidade



Processo Crítico p/ produto

POSTO: *02*

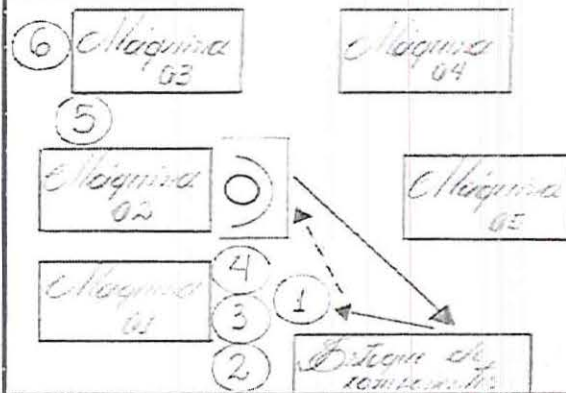
Simb.

No:

Elemento de trabalho

Pontos Chave:

Razão



<input type="checkbox"/>	1	<i>Montar jole buca 4x turno</i>
<input type="checkbox"/>	2	<i>Montar ganchô 2x turno</i>
<input type="checkbox"/>	3	<i>Montar suporte 4x turno</i>
<input type="checkbox"/>	4	<i>Montar tubo 8x turno</i>
<input type="checkbox"/>	5	<i>Montar bobina 3x turno</i>
<input type="checkbox"/>	6	<i>Montar body 5x turno</i>

Nr.	Produção Real / Turno	A cada quantas peças	Freq.	Tempo (seg) da atividade	Tempo total por turno	Seg/ppç
1	1500	380	4	15	60	0.04
2		1500	4	15	15	0.04
3		380	4	15	60	0.04
4		200	8	15	120	0.08
5		500	3	20	60	0.04
6		300	5	20	100	0.07

Seg/peças *0.9*Tempo total do Trabalho: *0.37* HorasElaborado por: *J. Lima*Data: *11/01/05*

MQ.	Tempo de máquina		
	Tempo Manual	Tempo Autom.	Tempo Total

DELPHI**FOLHA DO ELEMENTO DE TRABALHO NÃO CÍCLICO - FET**Atividade: *Limpar body na washor*

Seqüência do trabalho



Segurança p/ Operador



Cheque de Qualidade



Processo Crítico p/ produto

POSTO: *02*

Símb.

No:

Elemento de trabalho

Pontos Chave:

Razão

Washor

1

2

X home

sala do selênio

- A Andar até a sala da washor
1. Jogar coto com body.
- A Voltar até a sala de montagem
2. Colocar coto de body na caixa de acrílico

Nr.	Produção Real / Turno	A cada quantas peças	Freq.	Tempo (seg) da atividade	Tempo total por turno	Seg/pp
1	1500	300	5	10	50	0,02
1				8	40	0,02
A				15	75	0,05
2				10	50	0,02

Seg/peças *0,12*Tempo total do Trabalho: *0,01* HorasElaborado por: *Almeida*Data: *11/01/05*

Tempo de máquina			
MQ.	Tempo Manual	Tempo Autom.	Tempo Total

Apêndice J

- Análise ergonômica – Posto 01 (futuro)
- Análise ergonômica - Posto 03 (futuro)
- Análise ergonômica - Posto 04 (futuro)

Índice de Moore e Garg

LINHA	Solenóide - Injetores	AUDITOR	MARCELO LIMA	
POSTO	01	DATA	14.01.05	
Classificação	Caracterização	Índice	Enc.	Observações
<i>Intensidade do esforço (IE)</i>				
Leve	Tranquilo	1.0		
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0	3.0	
Pesado	Esforço nítido; sem expressão facial	6.0		
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0		
Próx. do Limite	Usa tronco e membros	13.0		
<i>Duração do Esforço (DE)</i>				
< 10% do ciclo		0.5		
10-29% do ciclo		1.0		
30-49% do ciclo		1.5	1.5	
50-79% do ciclo		2.0		
> 80% do ciclo		3.0		
<i>Frequência do Esforço (FE)</i>				
< 4 por minuto		0.5		
4 - 8 por minuto		1.0	1.0	
9 - 14 por minuto		1.5		
15-19 por minuto		2.0		
> 20 por minuto		3.0		
<i>Postura da Mão-Punho (PMP)</i>				
Muito boa	Neutro	1.0		
Boa	Próxima do neutro	1.0		
Razoável	Não neutro	1.5	1.5	
Ruim	Desvio nítido	2.0		
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0		
<i>Ritmo do trabalho (RT)</i>				
Muito lento	=< 80%	1.0		
Lento	81-90%	1.0		
Razoável	91-100%	1.0	1.0	
Rápido	100-115%	1.5		
Muito rápido	> 115%	2.0		
<i>Duração do trabalho (DT)</i>				
=< 1 hora por dia		0.25		
1-2 horas por dia		0.50	0.5	
2-4 horas por dia		0.75		
4-8 horas por dia		1.0		
> 8 horas por dia		1.5		
ÍNDICE (IE x DE x FE x PMP x RT x DT) =			3,38	
<i>Interpretação</i>	< 3.0 Seguro			
	3.0 - 5.0 Incerto	3,38	RESULTADO	
	5.0 - 7.0 Alguns riscos			
	> 7.0 Prejudicial			

Índice de Moore e Garg

LINHA	Solenóide - Injetores	AUDITOR	MARCELO LIMA
POSTO	03	DATA	14/01/05

Classificação	Caracterização	Índice	Enc.	Observações
Intensidade do esforço (IE)				
Leve	Tranquilo	1.0		
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0	3,0	
Pesado	Esforço nítido; sem expressão facial	6.0		
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0		
Próx. do Limite	Usa tronco e membros	13.0		
Duração do Esforço (DE)				
< 10% do ciclo		0.5		
10-29% do ciclo		1.0		
30-49% do ciclo		1.5	1,5	
50-79% do ciclo		2.0		
> 80% do ciclo		3.0		
Frequência do Esforço (FE)				
< 4 por minuto		0.5		
4 - 8 por minuto		1.0	1,0	
9 - 14 por minuto		1.5		
15-19 por minuto		2.0		
> 20 por minuto		3.0		
Postura da Mão-Punho (PMP)				
Muito boa	Neutro	1.0		
Boa	Próxima do neutro	1.0		
Razoável	Não neutro	1.5	1,5	
Ruim	Desvio nítido	2.0		
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0		
Ritmo do trabalho (RT)				
Muito lento	=< 80%	1.0		
Lento	81-90%	1.0		
Razoável	91-100%	1.0	1,0	
Rápido	100-115%	1.5		
Muito rápido	> 115%	2.0		
Duração do trabalho (DT)				
=< 1 hora por dia		0.25		
1-2 horas por dia		0.50	0,5	
2-4 horas por dia		0.75		
4-8 horas por dia		1.0		
> 8 horas por dia		1.5		
ÍNDICE (IE x DE x FE x PMP x RT x DT) =			3,38	
Interpretação	< 3.0 Seguro			RESULTADO
	3.0 - 5.0 Incerto	3,38		
	5.0 - 7.0 Alguns riscos			
	> 7.0 Prejudicial			

Índice de Moore e Garg

LINHA	Solenóide - Injetores	AUDITOR	MARCELO LIMA	
POSTO	04	DATA	14/01/05	
Classificação	Caracterização	Índice	Enc.	Observações
<i>Intensidade do esforço (IE)</i>				
Leve	Tranquilo	1.0	1,0	
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0		
Pesado	Esforço nítido; sem expressão facial	6.0		
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0		
Próx. do Limite	Usa tronco e membros	13.0		
<i>Duração do Esforço (DE)</i>				
< 10% do ciclo		0.5		
10-29% do ciclo		1.0	1,0	
30-49% do ciclo		1.5		
50-79% do ciclo		2.0		
> 80% do ciclo		3.0		
<i>Frequência do Esforço (FE)</i>				
< 4 por minuto		0.5		
4 - 8 por minuto		1.0		
9 - 14 por minuto		1.5	1,5	
15-19 por minuto		2.0		
> 20 por minuto		3.0		
<i>Postura da Mão-Punho (PMP)</i>				
Muito boa	Neutro	1.0		
Boa	Próxima do neutro	1.0	1,0	
Razoável	Não neutro	1.5		
Ruim	Desvio nítido	2.0		
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0		
<i>Ritmo do trabalho (RT)</i>				
Muito lento	=< 80%	1.0		
Lento	81-90%	1.0		
Razoável	91-100%	1.0	1,0	
Rápido	100-115%	1.5		
Muito rápido	> 115%	2.0		
<i>Duração do trabalho (DT)</i>				
=< 1 hora por dia		0.25		
1-2 horas por dia		0.50		
2-4 horas por dia		0.75	0,75	
4-8 horas por dia		1.0		
> 8 horas por dia		1.5		
ÍNDICE (IE x DE x FE x PMP x RT x DT) =			1,13	
<i>Interpretação</i>	< 3.0 Seguro	1,13	RESULTADO	
	3.0 - 5.0 Incerto			
	5.0 - 7.0 Alguns riscos			
	> 7.0 Prejudicial			