



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA – APLICAÇÃO EM UMA FÁBRICA DE TAMPAS PLÁSTICAS

Trabalho de Conclusão de curso elaborado por:

Natália Asfora Frej

Professora Orientadora: Luciana Hazin

RECIFE, JUNHO/2008.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA – APLICAÇÃO EM UMA FÁBRICA DE TAMPAS PLÁSTICAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado na Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE – como requisito
parcial para obtenção do Grau em
Engenharia de Produção.

RECIFE, JUNHO/2008.

F864a

Frej, Natália Asfora.

Análise das ferramentas da produção enxuta : aplicação em uma fábrica de tampas plásticas / Natália Asfora Frej. - Recife: O Autor, 2008.

vii, 63 folhas.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia da Produção, 2008.

Inclui bibliografia e Anexo.

1. Engenharia da Produção. 2. Produção Enxuta. 3. Just inTime. 4. kanban I. Título.

UFPE

658.5

CDD (22. ed.)

BCTG/2008-123

RESUMO

A Manufatura Enxuta foi criada, desenvolvida e implantada inicialmente no Japão e visa à eliminação de desperdícios. Este tema tornou-se muito importante no atual cenário de competitividade e globalização no qual se encontram as grandes empresas. Para implantação da Produção Enxuta, são necessárias diversas ferramentas e técnicas, além de conscientização e treinamento dos funcionários da organização, pois todos precisam estar envolvidos neste processo. Todas as ferramentas da Produção Enxuta são desdobramento dos dois pilares principais, o *Just In Time* e a Autonomia. Dentre as ferramentas, serão abordadas neste trabalho principalmente o Sistema *Kanban*, a Produção Puxada, a Manutenção Autônoma, o Trabalho Padronizado e a metodologia *kaizen*. A empresa alvo do estudo de caso implantou todas estas ferramentas através de um sistema próprio de gerenciamento da produção e aqui serão analisados este processo e suas principais consequências.

Palavras Chaves: Produção Enxuta, *Just In Time*, *Kanban*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Relevância do Tema	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura do Trabalho	3
2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	4
2.1 Origens	4
2.2 Conceitos e Princípios	6
2.3 As Sete Perdas e os Dois Pilares	8
2.4 As Principais Ferramentas	11
2.4.1 Sistema <i>Kanban</i>	11
2.4.2 Produção Puxada	16
2.4.2.1 Sistema Puxado com Supermercado	18
2.4.2.2 Sistema Puxado Seqüencial	18
2.4.2.3 Sistema Puxado Misto Seqüencial e com Supermercado	19
2.4.3 Manutenção Produtiva Total (TPM)	19
2.4.3.1 Manutenção Autônoma	22
2.4.4 Trabalho Padronizado	24
2.4.5 Melhoria Contínua (<i>Kaizen</i>)	26
3 ESTUDO DE CASO	29
3.1 Descrição da Empresa	29
3.2 Alcoa Business System (ABS)	31
3.2.1 Implantação do ABS na CSI Itapissuma	33
3.3 Sistema <i>Kanban</i> para matéria-prima	34
3.3.1 Situação Inicial	35
3.3.2 Implantação do <i>Kanban</i>	35
3.3.3 Melhorias Obtidas	37
3.3.4 Análise Crítica	37
3.4 <i>Pull System</i> junto ao principal cliente	38
3.4.1 Situação Inicial	38

3.4.2 Implantação do <i>Pull System</i>	39
3.4.3 Melhorias Obtidas.....	40
3.4.4 Análise Crítica.....	40
3.5 Manutenção Autômoma	41
3.5.1 Situação Inicial.....	43
3.5.2 Implantação da MA.....	43
3.5.3 Melhorias Obtidas.....	45
3.5.4 Análise Crítica.....	46
3.6 Trabalho Padronizado no Departamento de Produção	46
3.6.1 Situação Inicial.....	47
3.6.2 Implantação do Trabalho Padronizado	47
3.6.3 Melhorias Obtidas.....	49
3.6.4 Análise Crítica.....	49
3.7 Kaizen do Estoque/ Expedição.....	50
3.7.1 Situação Inicial.....	50
3.7.2 Realização do <i>Kaizen</i>	51
3.7.3 Melhorias Obtidas.....	52
3.7.4 Análise Crítica.....	53
4 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Pilares de sustentação da Produção Enxuta.....	09
Figura 2.2 Estrutura geral do Sistema Toyota de Produção.....	11
Figura 2.3 Esquema de um <i>kanban</i> de retirada.....	14
Figura 2.4 Lógica de empurrar/puxar a produção.....	16
Figura 2.5 Pilares do TPM.....	21
Figura 3.1 Produtos da Alcoa Alumínio S.A.	30
Figura 3.2 Esquema geral do ABS.....	33
Figura 3.3 <i>Masterbach</i> utilizado na produção de tampas.....	34
Figura 3.4 Quadro para controle de <i>kanban</i> de <i>masterbach</i>	37
Figura 3.5 Quadro para controle do <i>Pull System</i>	39
Figura 3.6 Planilha para controle do estoque/consumo do cliente.....	40
Figura 3.7 Esquema geral da célula de produção.....	42
Figura 3.8 <i>Check list</i> do primeiro passo da MA.....	44
Figura 3.9 Quadro de Manutenção Autônoma.....	44
Figura 3.10 Auditoria de certificação do Primeiro Passo da MA.....	45
Figura 3.11 Formulários para implantação do TP.....	45
Figura 3.12 Situação da área de estoque anteriormente ao <i>Kaizen</i>	48
Figura 3.13 Situação da área de estoque após o <i>Kaizen</i>	51
Figura 3.14 Representação do "mapa" do estoque.....	52
Figura 3.15 Quadro de acompanhamento do estoque.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 Diferenças entre o ABS x Sistema Tradicional.....	32
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Quantidades máxima, mínima e da loja de <i>máster</i>	36
Tabela 3. Indicadores da <i>scoring liner 01</i> antes e após o TPM.....	45

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente globalização no mundo atual, a concorrência entre as empresas vem aumentando bastante e estas precisam buscar formas de se tornarem mais competitivas. Um sistema que muitas empresas vêm adotando como forma de minimizarem seus custos e reduzirem os desperdícios é a Produção Enxuta (SILVA; SANTANA, 2005; MORAES *et al.*, 2003; CARDOZA; CARPINETTI, 2005).

Produção Enxuta é um termo que se refere ao Sistema Toyota de Produção, o qual teve início na década de 1950, no Japão, mais especificamente na fábrica de automóveis da Toyota e focava a eliminação dos desperdícios (GODINHO; FERNANDES, 2004). Antes desse período, a produção em massa era mais utilizada pelas indústrias, cujo precursor foi Henry Ford. As empresas americanas, especialmente a *Ford Company* e a *General Motors*, obtiveram bastante sucesso através da produção em larga escala.

Para a implementação do Sistema Toyota de Produção, várias ferramentas e técnicas que buscam eliminar atividades que não agregam valor foram criadas, como *kanban*, manufatura celular, 5s, manutenção produtiva total, inspeção autônoma, etc (ELIAS; MAGALHÃES, 2003). Este trabalho focará em cinco destas ferramentas: Manutenção Autônoma, Produção Puxada, Sistema *Kanban*, *Kaizen* e Trabalho Padronizado.

Para maximizar os benefícios provenientes da Produção Enxuta, suas ferramentas devem ser implantadas não só na produção, mas em outros departamentos como manutenção, qualidade, segurança etc, proporcionando maior integração e estabilidade dentro das empresas (WOMACK, 2007).

1.1 Relevância do Tema

A Produção Enxuta é um tema bastante relevante para a Engenharia de Produção, pois suas ferramentas proporcionam uma série de benefícios para as empresas que as utilizam. Estas podem obter redução nos custos com estoques, diminuição de material em processamento, redução do tempo para realização das atividades, melhor utilização da mão-de-obra, obtenção de um fluxo contínuo e eficiente e até promoção de uma produção mais limpa (BRITTO; PEREIRA, 2004; PRADO; PEREIRA, 2006; PEREIRA; PIRES, 2001; CARNEIRO, 2003).

De acordo com a literatura (BRITTO; PEREIRA, 2004; PRADO; PEREIRA, 2006; PEREIRA; PIRES, 2001; CARNEIRO, 2003), empresas de diferentes portes e setores

obtiveram vantagens com a utilização desse sistema, incluindo empresa do setor de bebidas, do ramo têxtil, fabricante de armações de óculos, setor automotivo, fabricante de cosméticos, dentre outras.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar a implantação da Produção Enxuta em uma indústria multinacional de tampas plásticas, apresentando um estudo de caso. O estudo mostra as melhorias obtidas na empresa com a implementação de algumas ferramentas da Manufatura Enxuta e suas consequências.

Como objetivos específicos, o trabalho traz as origens, conceitos, princípios e as ferramentas da Produção Enxuta, fazendo um comparativo com o sistema de produção tradicional, e ainda os benefícios da mesma para as empresas que a utilizam.

1.3 Metodologia

A pesquisa realizada neste projeto pode ser classificada como aplicada, visto que está vinculada a uma organização e objetiva estudar um caso prático. Segundo Teixeira (2005), pesquisa aplicada é aquela na qual os conhecimentos adquiridos são utilizados para aplicação prática voltados para a solução de problemas concretos da vida moderna.

Quanto ao gênero, a pesquisa é empírica, sendo de caráter avaliativo. Pesquisa empírica é aquela dedicada ao tratamento da "face empírica e fática da realidade", que produz e analisa dados, facilitando a aproximação prática e oferecendo maior concretude às argumentações (DEMO, 1994 e DEMO, 2000, *apud* BAFFI, 2002). Pesquisa avaliativa constitui uma forma de pesquisa aplicada que "... procura determinar se as mudanças, através de uma intervenção, realmente aconteceram..." (PEPE, 2003).

Primeiramente, é realizada uma pesquisa bibliográfica para apresentar diversas referências teóricas a respeito do tema antes de introduzir o estudo de caso. Pesquisa bibliográfica é aquela elaborada a partir de material já publicado, como livros, publicações em periódicos e artigos científicos (TEIXEIRA, 2005). A fundamentação teórica sobre a Produção Enxuta traz muitas informações sobre suas origens, principais conceitos e ferramentas.

Posteriormente, o método do estudo de caso é adotado pelo fato de se pretender estudar as aplicações das ferramentas da Manufatura Enxuta em uma indústria fabricante de tampas plásticas. De acordo com Teodoro [s.d.], estudo de caso é um estudo aprofundado e exaustivo

de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado. Para esta autora, seu uso é mais adequado quando se exploram situações da vida real.

Para este levantamento, foram utilizados os seguintes métodos:

- Entrevistas com os funcionários da empresa, nas quais estes relataram suas experiências anteriores à implantação das ferramentas, o processo de implantação e falaram sobre os benefícios e as dificuldades encontradas;
- Observação e acompanhamento de alguns dos processos de implantação e funcionamento das ferramentas, como participação no *kaizen*, visita à empresa cliente do *Pull System* e acompanhamento das atividades diárias dos operadores;
- Análise de documentos utilizados nos processos da empresa, incluindo formulários e material de treinamento apresentado aos funcionários.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está desenvolvido em uma estrutura de quatro capítulos. O primeiro contém a introdução e apresentação do trabalho, destacando a relevância do tema, os objetivos gerais e específicos do estudo, e a metodologia utilizada para seu desenvolvimento.

No segundo capítulo, é apresentada uma fundamentação teórica sobre o tema da Produção Enxuta baseada na literatura pesquisada. Os tópicos abordados nos itens 2.1 e 2.2 são as origens do Sistema Toyota de Produção, seus principais conceitos e princípios. No tópico 2.3 são apresentadas as sete perdas consideradas durante o desenvolvimento da Manufatura Enxuta e seus dois pilares de sustentação.

O tópico 2.4 traz o resultado de uma pesquisa teórica sobre cinco das principais ferramentas da Produção Enxuta, o Sistema *Kanban*, a Produção Puxada, a Manutenção Produtiva Total, com ênfase na Manutenção Autônoma, o Trabalho Padronizado e a Melhoria Contínua.

No capítulo 3, é apresentado o estudo de caso realizado na Alcoa Alumínio S.A., mais especificamente em seu negócio fabricante de tampas plásticas. Os subitens 3.1 e 3.2 trazem uma caracterização da empresa e de seu sistema de gerenciamento da produção. Os demais detalham a implantação das diversas ferramentas do Sistema Toyota de Produção na indústria, destacando as situações anterior e atual, os benefícios obtidos e traz uma análise crítica do processo.

Por fim, o capítulo 4 traz as principais conclusões do estudo desenvolvido e sugestões para futuros trabalhos.

2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Nesse capítulo, são apresentadas as origens da Produção Enxuta, seus dois pilares de sustentação e as principais ferramentas utilizadas em sua implementação, de acordo com a visão de diversos autores da literatura.

2.1 Origens

O engenheiro americano Frederick Winslow Taylor foi a primeira pessoa a preocupar-se com a eficiência industrial, buscando eliminar os desperdícios nas indústrias e elevar os níveis de produtividade das mesmas através da aplicação de métodos e técnicas da engenharia industrial (CHIAVENATO, 2003).

Taylor é conhecido como o fundador da Administração Científica, Escola que teve início no começo do século XX, buscando aplicar métodos científicos aos problemas da Administração para aumentar a eficiência industrial, provocando uma verdadeira revolução no pensamento administrativo e no mundo industrial daquela época (CHIAVENATO, 2003).

Os principais objetivos de Taylor eram resolver dois problemas principais: o crescimento acelerado e desorganizado das empresas de sua época; e o aumento da eficiência e competência das organizações. Ele considerava que as indústrias possuíam três males principais: vadiagem sistemática dos operários; desconhecimento, pela gerência, de rotinas de trabalho e tempo necessário para sua realização; e falta de uniformidade das técnicas e métodos de trabalho (SILVA, 2007).

Os primeiros estudos de Taylor, que culminaram com a publicação de sua obra *Shop Management*, em 1903, correspondiam a técnicas de racionalização do trabalho operário, por meio do Estudo de Tempos e Movimentos. Taylor afirmava que o trabalho seria melhor e mais economicamente executado se fosse subdividido em todos os movimentos essenciais necessários para a realização da tarefa e posteriormente analisado. A análise consistia em eliminar os movimentos inúteis à execução da tarefa e determinar o tempo padrão para realização do trabalho (CHIAVENATO, 2003).

Desta forma, foi possível reestruturar as operações industriais, economizando energia e tempo, e ainda proporcionando a divisão do trabalho e especialização do operário, com o objetivo de elevar sua produtividade. Surgiu, neste período, a linha de montagem, caracterizada pela superespecialização do operário, ficando este restrito a executar automática e repetitivamente o seu trabalho, que representava uma parte mínima da tarefa total. Taylor

ainda foi o pioneiro a propor o desenho de cargos e tarefas, os incentivos salariais e os prêmios de produção, complementando o objetivo de aumentar a produtividade (CHIAVENATO, 2003).

Após os estudos iniciais de Taylor e utilizando muitos de seus princípios e descobertas, Henry Ford, ainda durante a chamada Administração Científica, revolucionou a estratégia comercial da época, popularizando um produto antes artesanal e destinado a milionários, o automóvel (SILVA, 2007).

Ford promoveu uma grande inovação no século XX: a produção em massa. Os objetivos desta eram produzir o maior número de produtos acabados com a maior garantia de qualidade e menor custo possível. A linha de montagem proporcionava esta produção em série ou em massa, na qual o produto era extremamente padronizado, assim como o maquinário, material e mão-de-obra (CHIAVENATO, 2003).

A linha de montagem móvel e mecanizada passou a ser o modelo de produção de referência, devido à enorme melhoria de produtividade que proporcionava. A produção em massa ficou conhecida como modelo Fordista, ou Fordismo, sendo o “modelo T” o primeiro automóvel produzido com este conceito (ELIAS; MAGALHÃES, 2003).

Para o sucesso da produção em massa, era necessário o consumo em massa, capacidade que os Estados Unidos possuíam na época. Muitas empresas americanas apresentaram excelentes resultados utilizando a produção em larga escala. Mas o sistema Ford não poderia lidar com uma ampla linha de produtos, ciclos de vida curtos, muitas opções e mercados que sofrem reviravoltas (WOMACK, 2007).

A partir de estudos realizados pelos engenheiros Eiiji Toyoda e Taiichi Ohno sobre o sistema de produção utilizado pelos americanos, incluindo visitas às fábricas da *Ford*, os japoneses chegaram à conclusão de que o Japão não teria condições de desenvolver uma forma semelhante de produção. Algumas diferenças deste país para os Estados Unidos eram a baixa demanda, leis trabalhistas rigorosas, concorrentes estrangeiros e recursos financeiros limitados (SILVA, 2007).

Diante das dificuldades sócio-econômicas enfrentadas pelo Japão no período pós Segunda Guerra, Eiiji Toyoda, após visitar o complexo industrial mais eficiente da produção em massa, *Rouge*, concluiu que era necessário mudar e melhorar o sistema de produção da Toyota, mas não simplesmente copiando e aperfeiçoando o modelo americano (CARNEIRO, 2003).

Taiichi Ohno também observou em seus estudos e análises que a produção em massa era cheia de *muda*, palavra utilizada para caracterizar as perdas ou desperdícios (CARNEIRO,

2003). A Toyota desenvolveu então um sistema que focava a eliminação dos desperdícios, conhecido por Produção Enxuta, Manufatura Enxuta, *Lean Manufacturing* ou Sistema Toyota de Produção.

A Produção Enxuta teve ampla aceitação no Ocidente, e até hoje diversas empresas utilizam suas ferramentas para otimizar os resultados. Algumas dessas principais ferramentas são a Manutenção Autônoma, parte do segmento conhecido como TPM (*Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total), Produção Puxada, Sistema *Kanban*, Trabalho Padronizado e Melhoria Contínua (*Kaizen*).

2.2 Conceitos e Princípios

O termo Produção Enxuta foi cunhado pela primeira vez por Krafcik (1988), membro do grupo de estudos do *IMVP – International Motor Vehicle Program*. Esta denominação foi criada para expressar um sistema de produção caracterizado pela eliminação progressiva do desperdício, pelo fluxo contínuo com que os processos produtivos ocorrem, pela produção segundo a demanda do cliente no tempo e na quantidade por este estabelecidos e, por fim, pela relação próxima e de parceria com fornecedores (LIMA; ZAWISLAK, 2003).

Atualmente, há várias definições para o termo Manufatura Enxuta (ME). Womack & Jones (1998) a definem como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc.) (GODINHO; FERNANDES, 2004).

Para Black (1998), *apud* Carneiro (2003), a Produção Enxuta é uma extensão do Sistema Fordista, mas concebido para trabalhar com grandes ou baixos volumes de produtos, onde a produção seria puxada a partir da demanda.

Segundo Shah e Ward (2003), *apud* Fernandes e Godinho (2004), a abordagem da Produção Enxuta engloba ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo *just in time*, sistemas de qualidade, manufatura celular, entre outros. Para eles, o ponto fundamental é que essas práticas devem trabalhar de maneira sinérgica para criar um sistema de alta qualidade que fabrique produtos no ritmo que o cliente deseja, sem desperdícios. Godinho Filho (2004) ainda define a Manufatura Enxuta como um modelo estratégico e integrado de gestão, direcionado a certas situações de mercado, que propõe auxiliar a empresa a alcançar determinados objetivos de desempenho (qualidade e produtividade), composto por uma série

de princípios (idéias, fundamentos, regras que norteiam a empresa) e capacitadores (ferramentas, tecnologias e metodologias utilizadas) (GODINHO; FERNANDES, 2004).

Para atender os requisitos a que se propõe, segundo Lima e Zawislak (2003), o sistema enxuto de produção disponibiliza uma relação de práticas que visam a otimizar o *lead-time* (tempo total entre a entrada da matéria-prima na empresa e a saída do produto final), o tempo de agregação de valor (tempo no qual o produto está sendo processado) e atender ao *takt-time* (ritmo de vendas, ou quantas peças são demandadas por turno de trabalho) (LIMA; ZAWISLAK, 2003).

Para Pelosi (2007), os principais princípios do *Lean Manufacturing* são quatro: foco no valor, orientação por processos, trabalho em *time* e melhoria contínua. O foco no valor determina a conexão, o foco estratégico da organização com os processos internos e com as ações do dia-a-dia. A orientação por processos complementa o foco no valor, representando a concentração e o gerenciamento no processo, que consiste numa seqüência de atividades, com entradas e saídas definidas, que geram um produto ou serviço. O trabalho em *time* trata do fator humano, e a melhoria contínua consiste em estabelecer a demanda interna incondicional pela excelência de todos os processos da organização, liberando a criatividade e a autodisciplina processual de todos os colaboradores (PELOSI, 2007).

Segundo Elias e Magalhães (2003), os cinco princípios nos quais se baseiam o pensamento enxuto são: valor, cadeia de valor, fluxo, puxar e perfeição. O valor deve ser especificado a partir do ponto de vista do consumidor final. A cadeia de valor representa as atividades específicas necessárias para projetar, pedir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos do cliente. O fluxo consiste em realizar progressivamente as tarefas ao longo da cadeia de valor, que deverá ser sem refugo ou retrabalho. Puxar a produção significa o contrário da produção tradicional (empurrada), ou seja, nada deve ser produzido pelo fornecedor a montante, sem que seja solicitado a jusante pelo cliente. Por fim, a perfeição refere-se à necessidade de criar um círculo permanente de agregação de valor e eliminação de desperdício. Essa perfeição pode ser obtida por meio de melhorias contínuas (*kaizen*) ou melhorias radicais (*kaikaku*).

Fernandes e Godinho (2004) apresentam um rol mais amplo dos princípios do Sistema Toyota de produção, sendo estes: Determinar valor para o cliente; Trabalho em Fluxo; Produção Puxada/ *Just in Time*; Busca da perfeição, Autonomia; Limpeza, ordem e segurança; Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos; Gerenciamento Visual; e Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto.

2.3 As Sete Perdas e os Dois Pilares

Segundo Ohno (1997), *apud* Cardoza e Carpinetti (2005), o foco da Produção Enxuta é a absoluta eliminação do desperdício. Isso envolve, por sua vez, mudanças nas práticas de gestão de qualidade e gestão de operações utilizadas para melhorar e gerenciar os processos produtivos.

Desperdício pode ser definido como todo recurso (material, tempo, energia, etc) que não contribui para a agregação de valor ou não dá suporte para sua geração de forma perene. (PELOSI, 2007). Também chamados de perdas ou *mudas* (expressão japonesa), os desperdícios são geralmente classificados em sete categorias principais.

Para Ohno (1997), *apud* Cardoza e Carpinetti (2005), as perdas mais comuns nas empresas são superprodução, esperas, defeitos de qualidade, inventários, processamento inapropriado, transporte e movimentação. Coletta (2007) faz as seguintes considerações sobre os desperdícios:

- a) Superprodução: Considerado o pior e mais comum desperdício encontrado nas empresas, a produção de bens acima da quantidade requerida pelo mercado é tipicamente gerada quando se antecipa a produção. Desta forma, matéria-prima e horas de trabalho são consumidas desnecessariamente, criando inventário, também desnecessário. A superprodução ainda esconde os problemas e falhas da produção, como longos tempos de preparação, quebras de máquina, alta incidência de defeitos, e falta de sincronia na produção.
- b) Espera: Refere-se ao material que espera para ser processado ou operadores esperando por algo para poderem realizar suas tarefas. Sincronizar o fluxo de trabalho e balancear a linha contribuem para a eliminação deste desperdício.
- c) Defeitos de qualidade: Quando ocorrem defeitos em uma etapa da produção, a seguinte desperdiça tempo com espera. Além disso, os itens defeituosos precisam ser retrabalhados ou descartados. No primeiro caso, ocorre desperdício de materiais, disponibilidade de mão-de-obra, equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem destes e inspeção. Se forem descartados, aumentam o custo de produção. Na pior hipótese, se o defeito só for notado pelo cliente final, há custos com garantia e troca do produto, além de perda de credibilidade da empresa.
- d) Inventário: Quanto mais estoques, estes precisam ser movimentados e armazenados, exigindo mais recursos para controlá-los e gerenciá-los, o que eleva o custo do produto final. Para reduzir o inventário, é necessário reduzir os tempos de preparação

de máquina, sincronizar o fluxo de trabalho, garantindo a confiabilidade das máquinas e qualidade do processo. Também não se deve antecipar produção e nem manter estoques intermediários.

- e) Processamento: No próprio processo produtivo pode haver desperdícios que devem ser eliminados, como operações redundantes e acabamentos desnecessários. É importante simplificar e padronizar as operações e os componentes utilizados na produção.
- f) Transporte: Transportar e movimentar material não agrega valor ao produto, mas são necessários devido a restrições do processo e das instalações, como grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento. Minimizar a necessidade de armazenagem, reduzir estoque, reduzir a movimentação através da redução das distâncias são necessários para amenizar os impactos do desperdício com transporte.
- g) Movimentação: Os movimentos desnecessários de operadores durante o processo produtivo não agregam valor, também devendo ser eliminados. Estudos de métodos e do trabalho podem proporcionar economia e consistência nos movimentos, aumentando a produtividade e reduzindo o tempo associado ao processo produtivo.

Para Pelosi (2007), as sete classes de desperdícios são retrabalho, falta de qualidade, estoques, movimentações desnecessárias, atividades desnecessárias, espera, e desmotivação e competências inadequadas.

Segundo Coriat (1994) e Ohno (1998), *apud* Carneiro (2003), para se alcançar a eliminação total dos desperdícios da Produção Enxuta, é preciso a implementação adequada dos dois pilares do sistema, a Automação, também conhecida pela palavra japonesa *Jidoka*, e o *Just in Time*. Cardoza e Carpinetti (2005) consideram-nos como a base de funcionamento do Sistema Toyota de Produção, o que pode ser representado pela figura abaixo.

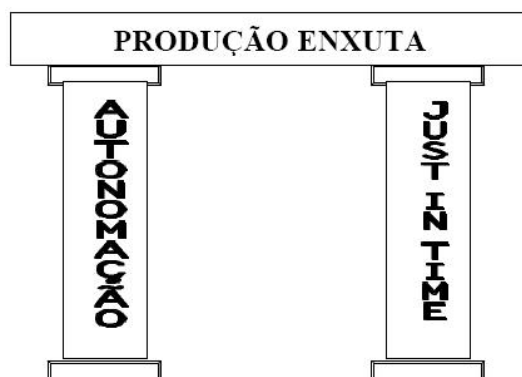


Figura 2.1 - Pilares de sustentação da Produção Enxuta (Carneiro, 2003)

O *Just in time* relaciona-se mais ao aspecto quantitativo, objetivando manter um fluxo contínuo das atividades em processo, enquanto o *Jidoka* objetiva parar o fluxo quando ocorrer qualquer anomalia, estando mais relacionado ao aspecto qualitativo do sistema. Apesar desta diferença, é muito difícil delimitá-los, pois eles se inter-relacionam, podendo-se dizer que o *Jidoka* complementa o *JIT* para que o sistema caminhe rumo à perfeição (KOSAKA, 2006).

Modelo de gestão da produção no qual os insumos são fornecidos apenas no momento em que serão processados, o *Just-in-Time (JIT)* veio substituir o *Just-in-Case*, no qual grandes quantidades de materiais e produtos ficavam estocados para estarem disponíveis quando fossem necessários ao processo produtivo. O principal objetivo do *JIT* é a diminuição dos estoques e a conseqüente redução de custos, pois, através dele, torna-se possível disponibilizar menos área e menor capital empatado (HECKERT; FRANCISCHINI, 1998).

Para Carneiro (2003), o *Just in Time* é o meio através do qual as partes necessárias só chegam a seu ponto de uso apenas na quantidade e no tempo necessários, possibilitando trabalhar com um estoque praticamente zero. O *JIT* visa reduzir ou eliminar funções e sistemas desnecessários ao processo global da manufatura (ALVES, 1995).

Segundo Ohno (1997), *apud* Cardoza e Carpinetti (2005), o método do tempo propício (*Just in Time*) determina que as empresas necessitam eliminar ou reduzir os estoques e devem procurar trabalhar em parceria com seus fornecedores a fim de nivelar e evitar o excesso de produção.

O *Jidoka* teve sua origem ligada à automação da máquina de tear fabricada por Sakichi Toyoda (1867-1930), fundador da Toyoda Automatic Loom Works, considerado um dos dez maiores inventores da história contemporânea do Japão e inventor da máquina de tear automática (KOSAKA, 2006).

A Autonomia pode ser representada pela junção de automação com o trabalho humano. Para Carneiro (2003), é o princípio pelo qual uma máquina automática é capaz de interromper seu processo sempre que ocorrer qualquer anomalia.

Para Ohno (1997), *apud* Cardoza e Carpinetti (2005), o *Jidoka* é o conjunto de práticas que fornecem aos equipamentos e principalmente aos operadores de produção a habilidade de detectar quando uma condição anormal ocorre e interrompe imediatamente o trabalho.

O objetivo principal do *Jidoka* é impedir a geração e a propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção (SILVA, 2007).

Dois artifícios comumente utilizados para implementar a Autonomia são o *Andon* e o *Poka Yoke* (à prova de defeitos). Este último, também conhecido como dispositivo “à prova

de bobeira”, é um mecanismo simples que, instalado na máquina ou no posto de trabalho, evita a ocorrência de erros, ou seja, mesmo que se queira fazer errado o *poka-yoke* não permite (KOSAKA, 2006).

Andon é uma ferramenta que permite ao operador parar a linha ao encontrar uma anomalia e buscar ajuda para solucioná-la. Trata-se de um painel indicador de parada de linha que fica instalado na parte superior, próximo ao teto do posto de trabalho para que seja visível por todos. Os indicadores do painel são acionados quando cordões são puxados ou botões apertados. Então, acende-se uma luz amarela que é um aviso de que a linha vai parar caso não se resolva o problema ou anomalia. Não sendo solucionado o problema, a linha pára em determinada posição e acende-se uma luz vermelha no *andon* (KOSAKA, 2006).

A figura abaixo apresenta um esquema representativo para o Sistema Toyota de Produção, com seus principais objetivos, os dois pilares de sustentação e as ferramentas e técnicas.



Figura 2.2 - Estrutura geral do Sistema Toyota de Produção (GHINATO, apud ALMEIDA E SOUZA, 2000).

2.4 As Principais Ferramentas

Para proporcionar a adequada implementação dos dois pilares, *Just In Time* e *Jidoka*, e conseqüentemente do sistema de Produção Enxuta, diversas ferramentas e metodologias foram criadas ao longo dos anos, dentre elas o Sistema *Kanban*, a Produção Puxada, o Trabalho Padronizado, a Manutenção Autônoma e o *Kaizen*.

2.4.1 Sistema *Kanban*

O método *kanban* faz parte do conjunto de técnicas da abordagem *JIT*, desenvolvida pelo ex-vice-presidente da Toyota, Taiichi Ohno. Para desenvolver suas idéias sobre o *kanban*, Taiichi inspirou-se nas suas observações sobre os mecanismos de ressuprimento dos

supermercados americanos, onde as prateleiras eram sistematicamente reabastecidas à medida que eram esvaziadas (CUNHA *et al.*, 2002).

Kanban é uma palavra japonesa que significa “anotação visível”, mas que vem sendo comumente traduzida como cartão. É uma maneira de informar às pessoas envolvidas diretamente com o processo de produção o que deve ser produzido internamente ou fornecido (no caso do relacionamento cliente-fornecedor externo), e operacionaliza a produção puxada (ELIAS; MAGALHÃES, 2003).

O *Kanban* foi desenvolvido como um programa para balancear o fluxo de produtos através do processo produtivo, com o objetivo de melhorar o sistema de produtividade e assegurar o envolvimento e participação dos operadores no processo para alcançar uma alta produtividade (LEMOS, 1999).

O sistema *kanban* evoluiu de um método de gerenciamento de inventário chamado “ponto de reposição”. Neste método, quando o nível de estoque de um item atinge certo ponto, uma ordem de compra/produção é lançada para reposição do estoque (COLETTA, 2007).

Segundo Giansi e Corrêa (1996), *apud* Silva e Santana, 2005, o cartão *kanban* age como disparador da produção ou movimentação por parte dos centros produtivos presentes no processo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais.

Pode haver outras formas para o *kanban* que não sejam cartões. Em algumas empresas japonesas eles são formados por marcadores plásticos ou ainda bolas de pingue-pongue coloridas com diferentes cores representando diferentes componentes (SLACK *et al.*, 2002).

Muitas vezes são utilizados quadros para a visualização do acionamento dos cartões. Geralmente, os quadros *kanban* são compostos por três faixas de cores (COLETTA, 2007):

- Verde: significa que o estoque desse item está completo;
- Amarela: quando os cartões entram na faixa amarela, é hora de comprar/produzir mais itens para repor o estoque. O estoque deve ser repostado antes que os cartões atinjam a faixa vermelha.
- Vermelha: se os cartões chegam na faixa vermelha, é sinal de que alguma coisa está errada com o reabastecimento.

Podem-se considerar como funções do Sistema *kanban* (OLIVEIRA, 2005):

- Acionar o processo de fabricação apenas quando necessário;
- Não permitir a produção para estoque com previsões futuras;
- Paralisar a linha quando surgirem problemas não solucionados;

- Permitir o controle visual do andamento do processo;
- Ser acionado pelo próprio operador;
- Constituir-se em uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço;
- Tornar-se uma ferramenta para evitar o excesso ou a falta de produção/entrega de peças;
- Controlar o inventário;
- Descobrir e amplificar as fraquezas do processo;
- Produzir peças com base em lotes pequenos;
- Entregar as peças de acordo com o consumo;
- E identificar as peças.

Há três diferentes tipos de *kanban* (SLACK *et al.*, 2002; TUBINO, 2000):

- *Kanban* de movimentação ou transporte: Também conhecido como *kanban* de requisição interna ou de retirada, é utilizado para avisar ao estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica. Este tipo normalmente traz detalhes como número e descrição do componente específico, lugar de onde ele deve ser retirado e a destinação para qual ele deve ser enviado. É utilizado normalmente quando os centros de trabalho produtor e consumidor estão distantes um do outro. A figura 2.3 ilustra um esquema de *kanban* de requisição interna.
- *Kanban* de produção: Chamado também de *kanban* em processo, é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir/ montar um item para que seja colocado em estoque. A informação contida normalmente inclui número e descrição do processo, materiais necessários para a produção do componente, e também a destinação para a qual o componente deve ser enviado depois de produzido. Exerce as funções de ordens de fabricação/ produção emitidas pelo PCP (Planejamento e Controle da Produção) nos sistemas de produção convencionais.
- *Kanban* do fornecedor: É utilizado para avisar ao fornecedor que é necessário enviar materiais ou componentes para um estágio da produção. É similar ao *kanban* de movimentação, mas é utilizado para fornecedores externos, executando as funções de uma ordem de compra convencional.

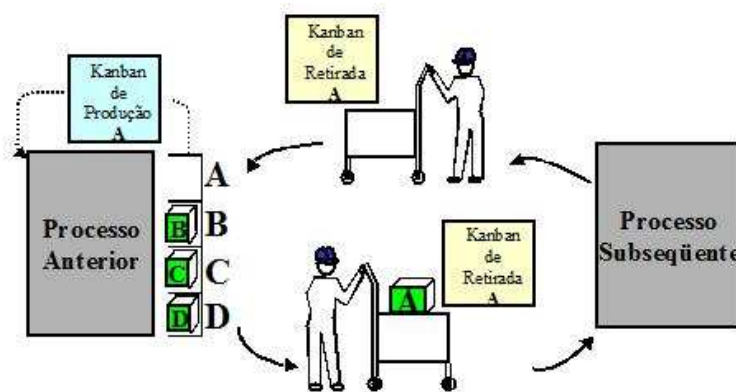


Figura 2.3 - Esquema de um kanban de retirada (GHINATO, apud ALMEIDA E SOUZA, 2000)

Geralmente, cada cartão *kanban* representa uma unidade de determinado componente ou material. Se um cartão é acionado, o recebimento do *kanban* dispara o movimento, a produção ou o fornecimento de uma unidade ou de um contenedor padrão de unidades. Já se dois *kanbans* forem acionados, dispara o transporte, produção ou fornecimento de duas unidades, e assim sucessivamente (SLACK *et al.*, 2002).

O número de *Kanbans* emitidos para circulação é importante, pois deste número depende o nível de inventário esperado. Grande número de *Kanbans* implica níveis altos de existências e conseqüente elevação dos custos. Por outro lado, baixo número de *Kanbans* pode trazer problemas de quebra na fluidez da produção, devendo o número de cartões ser tal que permita a satisfação da procura durante o prazo de entrega mais uma quantidade de segurança (OLIVEIRA, 2005).

Para a determinação do número de *Kanbans*, inicialmente, determina-se o tamanho do lote para cada item, pois é baseado nesta informação que se definirá o número total de cartões que circularão pelo sistema. Tipicamente, em um sistema *JIT* o número de *Kanbans* em cada centro de trabalho é determinado baseado na média da demanda do período. Quando a demanda mensal se altera, é esperado que o número total de *Kanbans* por mês também mude (LEMONS, 1999).

Segundo Silva e Santana (2005), para otimizar o sistema *kanban*, é necessário apenas alterar o número de cartões. Esta mudança gera uma necessidade de melhoria no sistema, levando a empresa a se envolver com um processo de melhoria contínua, evitando o aumento rápido e excessivo da quantidade de *work in process* (material em processamento) em cada estágio produtivo.

Slack *et al.* (2002) resumem oito regras que governam o uso dos *kanbans*, devendo ser seguidas para o adequado funcionamento do sistema:

- a) Cada contenedor deve ter um cartão *kanban* indicando o número e a descrição do componente, a quantidade e a localização do centro produtor e do centro usuário;
- b) Os componentes são sempre puxados pelos processos seguintes;
- c) Nenhum componente é fabricado sem um cartão *kanban*;
- d) Todos os contenedores contêm exatamente o número de componentes determinado no *kanban*;
- e) Nenhum componente defeituoso pode ser enviado ao processo seguinte;
- f) O centro de trabalho produtor só pode produzir componentes suficientes para repor os que foram retirados;
- g) O número de *kanbans* deve ser gradualmente reduzido;
- h) E o período de tempo deve ser constantemente reduzido.

O *kanban* promove melhorias no sistema produtivo das empresas através de uma redução contínua dos estoques. (SILVA; SANTANA, 2005). A redução gradual dos estoques permite a exposição dos problemas, tais como descontinuidades dos processos, baixos níveis de qualidade, falta de confiabilidade de equipamentos, altos tempos de fila e preparação de equipamentos e má utilização dos recursos produtivos (BARBOSA, 1999, *apud* SILVA; SANTANA, 2005).

De forma simplificada, os principais benefícios proporcionados pela correta implementação de um sistema *kanban* podem ser listadas abaixo (COLETTA, 2007):

- Eliminação da superprodução;
- Aumento da flexibilidade da empresa para responder pela mudança de demanda;
- Produção em pequenos lotes;
- Integração de todos os processos da cadeia produtiva;
- Eliminação do *work-in-process* (WIP);
- E visibilidade do fluxo de materiais e informação.

O *Kanban*, como toda a ferramenta, apresenta algumas limitações e desvantagens. É intrinsecamente um sistema para a produção repetitiva, necessita de uma programação nivelada, contenedores padrões, grande cooperação dos fornecedores e uma disciplina muito rígida. Isto poderia ser considerado como inflexível, porque neste caso não pode responder facilmente às alterações irregulares ou inesperadas mudanças de mercado (LEMOS, 1999).

2.4.2 Produção Puxada

O planejamento e o controle *JIT* só podem ser operacionalizados através do princípio do “sistema puxado”. Neste sistema de produção, cada etapa seguinte do processo é um cliente do processo anterior que produz, para o posto seguinte, apenas o que lhe foi requisitado, isto é, abastece cada processo exatamente com os itens necessários, na quantidade necessária e no momento necessário (CUNHA *et al.*, 2002).

Antes do Sistema Toyota de Produção, as abordagens tradicionais de planejamento eram baseadas no “sistema empurrado”, com predominância na existência de estoques (matéria-prima, produto em processo, produto acabado), chamados de estoques reguladores. Atualmente, muitas empresas buscam a implementação da Produção Puxada, cujos objetivos, segundo Moura (1989), *apud* Cunha *et al.* (2002), são: minimizar o inventário em processo; minimizar a flutuação de estoque em processo; reduzir o *leadtime* da produção; evitar a transmissão ampliada de flutuações de demanda ou de volume entre processos; elevar o nível de controle através da descentralização (delegação de responsabilidades); reagir mais rapidamente à mudança da demanda, e reduzir os defeitos.

A figura abaixo ilustra um esquema geral da diferença entre a lógica de puxar e de empurrar a produção.

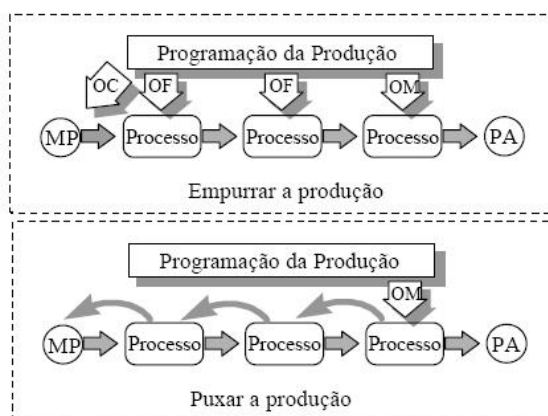


Figura 2.4 - Lógica de empurrar/puxar a produção (DANNI E TUBINO, 1997)

O Sistema Puxado, em geral operacionalizado com a ferramenta *Kanban* através de cartões, quadros e supermercados preconcebidos de itens, é historicamente recomendado para sistemas de produção repetitivos em lotes (TUBINO, 1997, HARMON, 1991, CORRÊA; GIANESI, 1993, *apud* TUBINO; ANDRADE, 2003).

Uma forte limitação, associada aos sistemas de produção repetitivos em lotes, encontrada nas implantações dos sistemas puxados de programação da produção está relacionada com a

necessidade de se ter demandas regulares e estabilidade de projeto do produto, para tornar viável a montagem dos referidos supermercados sem correr o risco de ver os itens estocados ficarem parados, e até mesmo se perderem no caso de uma queda acentuada na demanda ou mudança de projeto dos produtos (COLIN, 1996, ABDULNOUR *et al.*, 1998, SARKER; BALAN, 1999, *apud* TUBINO; ANDRADE, 2003).

Segundo Kosaka (2006), há quatro elementos importantes para o sucesso da Produção Puxada:

- a) Produtos fluindo em pequenos lotes;
- b) Puxar os processos de acordo com o tempo *takt* (não permitindo a superprodução);
- c) Sinalizar o reabastecimento através de um *kanban*;
- d) E nivelar o *mix* de produtos e a quantidade.

A sinalização através dos *kanbans* é geralmente operacionalizada através de quadros de controle visual. Fazer em lotes com um quadro de controle dos lotes requer a criação de um *kanban* físico para cada contenedor de peças no sistema. Assim que o material é consumido do supermercado, o *kanban* é imediatamente destacado e periodicamente trazido de volta para o processo de produção em lote anterior em um quadro que destaca todas as peças e mostra o espaço vazio entre cada cartão *kanban* no sistema. O retorno do *kanban* no espaço vazio do quadro indica que o estoque foi consumido do supermercado, e *kanbans* não retornados representam que ainda há estoques no supermercado. Assim que o ponto de disparo pré-definido é alcançado, o operador da produção sabe que deve começar a fazer o produto para reabastecer o material no supermercado (KOSAKA, 2006).

A implantação de um sistema de produção puxada requer uma grande flexibilidade na programação da linha de produção e, acima de tudo, uma ótima sincronia de trabalho entre clientes e fornecedores. Uma das principais dificuldades que surge na adoção deste sistema consiste no tempo de transporte do produto entre fornecedor e cliente. Uma grande distância entre os dois pode inviabilizar totalmente o fornecimento do produto dentro do tempo necessário para que ele seja utilizado na linha de produção (HECKERT; FRANCISCHINI, 1998).

Uma idéia básica do Sistema Puxado é entender e responder às necessidades dos clientes. Isto significa a responsabilidade de atender o cliente nos requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo. O custo do cliente deve ser enxergado numa visão maior, assumindo a responsabilidade de reduzir o custo total do cliente na aquisição e uso do produto. Desta forma, os fornecedores também devem estar comprometidos com os mesmos requisitos, já

que a empresa fabricante é cliente dos seus fornecedores. Clientes e fornecedores formam, então, uma extensão do processo de manufatura da empresa (ALVES, 1995).

Segundo Kosaka (2006), existem três tipos básicos de sistemas puxados de produção: sistema puxado com supermercado, sistema puxado seqüencial e sistema puxado misto com elementos dos dois outros sistemas combinados.

2.4.2.1 Sistema Puxado com Supermercado

É a forma mais básica e difundida da produção puxada, também conhecida como sistema de reposição ou tipo A. Nele, cada processo tem uma loja (supermercado) que armazena uma determinada quantidade de cada item produzido. Cada processo deve produzir apenas a quantidade necessária para repor o que é retirado do seu supermercado.

Quando o material é retirado do supermercado, geralmente um *kanban* ou outro tipo de informação é enviado ao processo fornecedor, que, então, deverá repor o que foi retirado. A desvantagem é que um processo precisa manter um estoque com todas as peças que produz, o que pode não ser prático caso a variedade de peças seja muito grande.

2.4.2.2 Sistema Puxado Seqüencial

Também conhecido como sistema puxado tipo B, o sistema seqüencial pode ser empregado quando houver uma variedade de peças muito grande a ser armazenada em um supermercado. Os produtos são basicamente feitos sob encomenda e o estoque total é minimizado.

Em um sistema seqüencial, o departamento de programação deve estabelecer o *mix* correto e a quantidade de produtos a ser produzida. Isso pode ser feito colocando-se cartões *kanban* em uma caixa, geralmente no início de cada turno, para que estas instruções de produção sejam enviadas ao processo inicial do fluxo. É comum que isso seja feito na forma de uma “lista seqüencial”, e cada um dos processos seguintes produz em seqüência os itens que chegam até ele, originados no processo anterior.

O *FIFO* (*First in, First Out* – Primeiro a entrar, primeiro a sair) para cada produto precisa ser mantido continuamente. Um sistema seqüencial cria uma pressão para que os *leadtimes* se mantenham curtos e previsíveis. Para que este sistema funcione efetivamente, o padrão seguido pelos pedidos dos clientes precisa ser bem compreendido. Caso os pedidos sejam difíceis de prever, o *leadtime* de produção deve ser muito curto ou um supermercado adequado de produtos acabados precisa ser mantido.

2.4.2.3 Sistema Puxado Misto Seqüencial e com Supermercado

Sistemas puxados com supermercado e seqüenciais podem ser empregados conjuntamente em um sistema misto, também conhecido por tipo C. Um sistema misto pode ser apropriado quando uma determinada regra for aplicável: um percentual pequeno da gama de peças (talvez 20%) responde pela maior parte (talvez 80%) do volume de produção diário.

Feita uma análise para segmentar as peças por volume, de acordo com a freqüência de pedidos, deve-se lidar com os itens que têm pouca saída através de um *kanban* especial criado para representar não uma peça específica, mas uma determinada quantidade de capacidade. A seqüência de produção para estes produtos é então estabelecida pelo método utilizado pelo departamento de programação para as peças do sistema puxado seqüencial.

O sistema misto permite que os sistemas com supermercado e seqüencial sejam aplicados seletivamente, conseguindo-se os benefícios proporcionados por cada um deles, mesmo em ambientes nos quais a demanda é complexa e variada. Os dois sistemas podem ocorrer ao mesmo tempo, ao longo de um fluxo de valor completo, ou podem ser usados para uma determinada peça em alguns trechos de seu fluxo específico de valor.

2.4.3 Manutenção Produtiva Total (TPM)

O TPM – *Total Productive Maintenance*, traduzido no Brasil como “Manutenção Produtiva Total”, surgiu no Japão em 1971, através do aperfeiçoamento de técnicas de manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção, prevenção da manutenção e engenharia de confiabilidade, visando à falha zero e quebra zero dos equipamentos paralelamente com o defeito zero nos produtos e perda zero no processo (YOSHICAZEM, 2002, *apud* BRITTO; PEREIRA, 2004).

O significado das letras da sigla TPM, aparentemente óbvios, tem uma grande importância. “Total” representa a visão abrangente de todas as atividades relacionadas à manutenção do equipamento e o impacto que cada uma tem na disponibilidade do mesmo. “Produtiva” relaciona-se ao objetivo final de um sistema de produção eficiente, e não meramente de uma manutenção eficiente, como é freqüentemente considerado. “Manutenção” significa a idéia que direciona o programa a garantir processos confiáveis e produção contínua (SMALLEY, 2006).

O TPM pode ser considerado como um programa que procura maximizar a operação da manufatura com a participação total dos operários na manutenção dos equipamentos, através

de pequenos grupos de atividades. A maximização da eficiência deve ser alcançada minimizando as perdas nos processos (TONDATO; FOGLIATTO, 2005).

Para Saltorato e Cintra (1999), a MPT significa a integração da manutenção com a produção, pelo envolvimento dos operadores nas atividades de limpeza, conservação e manutenção das máquinas que operam, através da participação ativa de todos os envolvidos no processo.

Os principais objetivos do TPM são (SALTORATO; CINTRA, 1999):

- Buscar a maximização do rendimento operacional das máquinas e equipamentos;
- Estabelecer um sistema total de manutenção que engloba todo o ciclo de vida útil da máquina e do equipamento;
- Consolidar um sistema que congrega a participação de todos, desde os da alta direção até os mais operacionais;
- Aumentar o nível de confiabilidade e minimizar dos custos;
- Movimentar a motivação na forma de trabalho em grupo, através da condução de atividades voluntárias.

De forma similar, para o *JIPM* (Japan Institute of Plant Maintenance – Instituto Japonês de Manutenção de Indústria), o TPM é definido a partir de cinco objetivos principais (TONDATTO; FOGLIATTO, 2005):

- a) Criar uma organização que maximize a eficiência dos sistemas de produção;
- b) Gerenciar a planta como uma organização que evite todo o tipo de perda ao longo de toda a vida do sistema de produção;
- c) Envolver todos os departamentos na implantação do TPM, incluindo desenvolvimento de produto, vendas e administração;
- d) Envolver a todos, desde a alta administração aos operários da planta;
- e) Orientar as ações visando atingir a meta de “Zero Perdas” apoiando-se nas atividades dos pequenos grupos de trabalho (grupos de melhoria).

O TPM era implementado nas empresas através da implantação dos chamados “cinco pilares de sustentação”: Melhorias específicas ou melhorias individuais; Manutenção autônoma; Manutenção planejada; Capacitação técnica ou educação e treinamento; e Gerenciamento, também chamado controle inicial do equipamento (SALTORATO; CINTRA, 1999).

A partir de 1989, com o objetivo de ampliar a Manutenção Produtiva Total para todos os departamentos transformando-a numa filosofia gerencial, foram adicionados mais três pilares

(Britto; Pereira, 2004): Manutenção da qualidade; Melhorias Administrativas ou TPM em escritórios; e Segurança, Saúde e Meio Ambiente. A figura abaixo esquematiza os sete pilares do TPM.

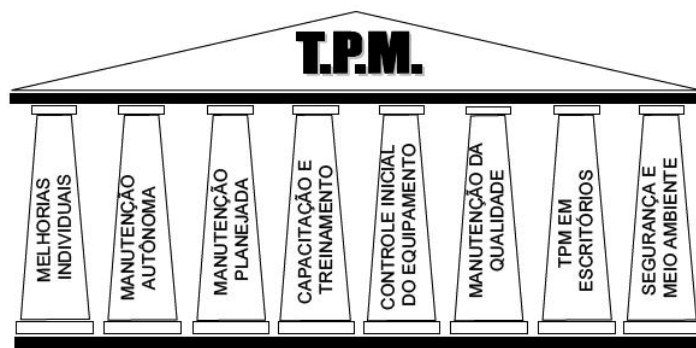


Figura 2.5- Pilares do TPM (TONDATO; FOGLIATTO, 2005).

O pilar de melhorias específicas aborda a eliminação das seis grandes perdas e a eficiência global dos equipamentos, mas afirma que a eficiência máxima dos equipamentos não deve ser perseguida, pois pode gerar desperdícios (BRITTO; PEREIRA, 2004).

As seis perdas referidas acima são: perdas por quebra ou falha do equipamento, também chamadas quebras esporádicas ou crônicas; perdas por *setup*, mudança de linha ou regulagem; perdas por operação em vazio ou paradas temporárias; perdas por queda de velocidade, ou redução de ritmo e capacidade; perdas por produtos defeituosos ou retrabalhados, chamados problemas de qualidade; e perdas por queda de rendimento de partida, chamadas instabilidade no início da operação (SALTORATO; CINTRA, 1999; BRITTO; PEREIRA, 2004).

A manutenção autônoma tem o objetivo de atingir “zero avarias”, devendo, para tal, restabelecer as condições básicas do equipamento e evitar sua deterioração acelerada. Compreende atividades desenvolvidas pelos operários com base em padrões de limpeza, inspeção e lubrificação (TONDATO; FOGLIATTO, 2005).

O pilar de manutenção planejada tem o objetivo principal de reestruturar o setor de manutenção, desenvolvendo atividades como apoio à manutenção autônoma, manutenção preditiva, gerenciamento de custos da manutenção e análises de causa-raiz. Estas atividades estão relacionadas com o desenvolvimento de um sistema de informações para a manutenção. (SALTORATO; CINTRA, 1999)

A capacitação técnica e os treinamentos objetivam aumentar as habilidades dos operadores e mantenedores para atingir um alto nível de confiança para executar seu trabalho, motivação, participação, auto-estima e conseqüente aumento do rendimento operacional global

(BRITTO; PEREIRA, 2004). Para o sucesso do TPM, é muito importante uma equipe bem preparada tecnicamente e motivada.

Algumas capacidades que os operadores precisam desenvolver para obter o domínio do equipamento são: capacidade para descobrir as causas das anormalidades conhecendo funções e estrutura das máquinas; para descobrir e consertar ou melhorar pontos inconvenientes no equipamento; para compreender a relação entre o equipamento e a qualidade, assim como prever possíveis anomalias e ainda executar pequenos consertos nos equipamentos. (SALTORATO; CINTRA, 1999)

O pilar de controle inicial objetiva romper a premissa do projeto focado no equipamento, buscando uma abordagem que considera o sistema homem-máquina, além das condições ambientais e de produção. O conceito é aplicado não só para desenvolver novos equipamentos e instalações, mas também para o desenvolvimento de novos produtos (BRITTO; PEREIRA, 2004).

O pilar de manutenção de qualidade proporciona ações que buscam estabelecer e manter as condições básicas do equipamento, evitando assim os defeitos de qualidade. As condições da qualidade dos produtos devem ser revisadas e avaliadas periodicamente (TONDATO; FOGLIATTO, 2005). O objetivo a ser alcançado é o de zero defeitos.

As melhorias administrativas consistem em expandir o TPM para os departamentos administrativos e de apoio, com o objetivo de processar as informações rapidamente, com qualidade e confiabilidade, otimizando os processos administrativos (TONDATO; FOGLIATTO, 2005; BRITTO; PEREIRA, 2004).

Por fim, o pilar de saúde, segurança e meio ambiente é responsável por estabelecer o sistema de gestão que deve minimizar os acidentes, as doenças ocupacionais e os danos ambientais (BRITTO; PEREIRA, 2004).

2.4.3.1 Manutenção Autônoma

O Pilar de Manutenção Autônoma tem sido muito importante para elevar os resultados dos sistemas de produção. Consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos, além da habilidade de inspecionar e detectar problemas em sua fase inicial e até realizar pequenos reparos, ajustes e regulagens (BRITTO; PEREIRA, 2004).

Parte mais visível do TPM, a manutenção autônoma proporciona um impacto visual e mudanças no ambiente de trabalho que podem ser percebidas através do comprometimento dos operadores e mantenedores. Os seus três propósitos básicos são: determinar meta comum

para a produção e manutenção; determinar programa de treinamento para os operadores sobre as funções dos equipamentos, problemas mais comuns que podem ocorrer, como devem ser tratados e evitados; e preparar os operadores para serem parceiros ativos da manutenção e engenharia na busca da melhoria contínua do rendimento e confiabilidade do equipamento (BRITTO; PEREIRA, 2004).

A manutenção autônoma deve ser implantada através de oito passos principais (SALTORATO; CINTRA, 1999):

- a) Introdução dos 5s: Representa a organização e limpeza do ambiente de trabalho, mantendo apenas o necessário e evitando acúmulo de objetos estranhos. Deve ser operacionalizado por uma técnica que considera a implantação de cinco sentidos: senso de utilização (*seiri*), de organização (*seiton*), de limpeza (*seiso*), de padronização (*seiketsu*) e autodisciplina (*shitsuke*).
- b) Limpeza inicial: Consiste numa limpeza inicial minuciosa na máquina, identificando as irregularidades;
- c) Eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso: Objetiva eliminar a origem das sujeiras, mantendo a limpeza já alcançada e melhorar o acesso aos pontos de limpeza, inspeção, lubrificação e ajustes, melhorando as condições do operador e otimizando seu tempo.
- d) Elaboração de padrões provisórios de limpeza, lubrificação e inspeção: Neste passo são elaborados, pelos próprios operadores, normas preliminares e divisão de responsabilidades para execução dessas atividades que deverão manter o perfil ideal de funcionamento do equipamento.
- e) Inspeção geral: Neste passo, o operador recebe um treinamento específico para realizar a inspeção do equipamento, visando proporcionar à máquina condições de operação com sua capacidade original.
- f) Inspeção autônoma: Com a implementação da inspeção através de um manual de padrões já consolidado, o operador é capacitado a detectar problemas antes que estes ocorram. Neste passo, as atribuições da manutenção e produção precisam estar bem claras.
- g) Padronização: Visa à organização, a ordem e o controle da manutenção, através da padronização das intervenções que serão realizadas nos equipamentos obedecendo à periodicidade.

- h) Gerenciamento Autônomo: O operador torna-se capaz de executar e controlar por si próprio todas as intervenções necessárias para manter o equipamento em perfeitas condições de conservação.

Além de ser um componente essencial para a consolidação de um dos pilares do STP, o *Jidoka*, a manutenção autônoma proporciona inúmeros benefícios às empresas que a aplicam, dentre eles: redução dos custos com manutenção, já que os equipamentos passam a quebrar e falhar bem menos, redução de defeitos de qualidade relacionados a problemas no equipamento, economia de tempo nas intervenções de manutenção, satisfação dos operadores pela sua autonomia, entre outros.

2.4.4 Trabalho Padronizado

O Trabalho Padronizado (TP) é uma ferramenta básica do *Lean Manufacturing* centrada no movimento e trabalho do operador e aplicada em situações de processos repetitivos, visando à eliminação de desperdícios. Trata de estabelecer procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, baseado em três elementos principais (WEBER, 2006):

- a) Tempo *takt*, que representa o ritmo em que os produtos devem ser produzidos para atender a demanda do cliente;
- b) Sequência de trabalho em que um operador realiza suas tarefas dentro do tempo *takt*;
- c) E o estoque padrão do processo, incluindo os itens nas máquinas exigidos para manter o processo operando suave e continuamente.

Os engenheiros da *Toyota Motor Company* (considerada o *benchmark* da Produção Enxuta), de acordo com Art Smalley, presidente do *Art of Lean Inc.* (Huntington Beach, CA) e antigo engenheiro da Toyota, trabalham duro para criar estações de trabalho capazes de seguirem o trabalho padronizado e também serem flexíveis. Para Smalley, quatro pré-condições são necessárias para se conseguir o trabalho padronizado (WEBER, 2006):

- a) A estação de trabalho precisa estar adequada a todos os regulamentos de segurança;
- b) O tempo “em trabalho” da estação deve ser próximo da ergonomia planejada;
- c) A entrada e saída de produtos com qualidade devem ser confiáveis para que se agregue qualidade ao processo;
- d) E o trabalho (especialmente o manual) deve ser cíclico e repetitivo.

Para se entender o que é um trabalho cíclico, e diferenciá-lo do trabalho não-cíclico, é necessário definir ciclo e diferença de ciclo.

Ciclo é o intervalo de tempo regular e repetitivo necessário para a realização de uma operação em minutos ou outra unidade. Já diferença de ciclo é a diferença entre a capacidade disponível de um sistema de trabalho e a capacidade utilizável em decorrência do ciclo imposto pelo meio de produção determinante. É muito importante para uma empresa reduzir a diferença de ciclo para melhorar a produtividade (WOMACK, JONES; ROSS, 1992, *apud* BRAGA, 2002).

Um elemento cíclico é uma porção repetitiva de trabalho para processar ou montar cada peça ou grupo de peças num ciclo completo de trabalho. Esperas dentro de um ciclo de operação devem ser registradas separadamente e não devem ser incluídas como parte de um elemento regular. Elemento não-cíclico, por sua vez, é uma porção de trabalho necessária à produção, que não se repete em cada ciclo de produção, embora ocorra com certa regularidade. O trabalho necessário para o qual a frequência da ocorrência possa ser determinada deve ser cronometrado toda vez que possível e mostrado como um elemento não cíclico em vez de uma tolerância para uma jornada de trabalho. Deve-se ter cuidado em identificar os pontos de separação de um elemento não cíclico a fim de evitar que certa porção sua seja omitida ou que ele contenha alguma porção de elementos cíclicos (BRAGA, 2002).

Um importante conceito que auxilia a implantação do Trabalho Padronizado é o de nivelamento de produção, também conhecido como *heijunka*. Como o STP prega que a produção deve estar de acordo com os pedidos do cliente, isto poderia fazer com que a produção de alguns dias fosse muito alta e a de outros muito baixa, gerando picos e vales. O objetivo do *heijunka* é exatamente pegar todos os pedidos durante certo período – um mês, ou uma semana, ou um dia, e colocá-los em um “pool” (banco de pedidos) e então nivelar a produção. Embora a produção não se torne uma linha reta, os picos e os vales passam a ter uma variação menor e tornam-se mais previsíveis (NIIMI, 2004). Com a produção nivelada, torna-se mais fácil padronizar o trabalho.

O TP permite a prática do *Just In Time* e do *Jidoka* além de assegurar uma estabilidade básica nos processos para garantir que eventuais melhorias sejam mantidas de forma contínua. Não se deve confundir Trabalho Padronizado com Padrão de Trabalho, ou Práticas padrão de trabalho, que são documentos nos quais estão as especificações de processo (comprimentos, diâmetros, tolerâncias, etc) e fazem parte do Trabalho Padronizado. Algumas empresas podem possuir os padrões de trabalho, mas não têm o TP implantado (WEBER, 2006).

O Trabalho Padronizado é a base para uma execução segura e completa de todas as atividades definidas, padronizando a forma e o meio para a execução destas atividades. Além

disto, auxilia a orientação do trabalho, fazendo com que seja encontrado um padrão entre turnos para ergonomia, qualidade, produtividade e segurança, diminuindo assim a variabilidade do processo (BRAGA, 2002).

Smalley diz que a Toyota enfatiza em primeiro lugar a Segurança, em segundo a Garantia de Qualidade e depois o Trabalho Padronizado. Ao planejar uma operação de produção, os engenheiros da Toyota preenchem formulários detalhados para pensar a respeito dos movimentos que o operador deverá realizar. O sistema de verificação é bastante rigoroso e baseia-se em fatos reais, conduzindo a processos de fabricação seguros e possíveis de serem repetidos (WEBER, 2006).

Podem ser citadas como principais vantagens do Trabalho Padronizado (BRAGA, 2002):

- Participação dos elementos do grupo na elaboração da seqüência de trabalho;
- Alta transparência das seqüências de trabalho;
- Facilidade no treinamento inicial de funcionários;
- Organização dos processos de trabalho;
- Diminuição dos erros;
- Garantia do padrão de qualidade;
- Base para o processo de melhoria contínua;
- Base para o planejamento de postos de trabalho;
- E redução de desperdícios.

2.4.5 Melhoria Contínua (*Kaizen*)

Após a Segunda Guerra Mundial, a maioria das empresas japonesas teve que começar ou recomeçar suas atividades do zero, e a cada dia um novo conjunto de desafios se antepunha ao processo. A partir destas dificuldades, os japoneses implantaram a filosofia do *Kaizen*, a partir da qual nenhum dia deveria passar sem um melhoramento, não só nas empresas, mas também em suas vidas, o que passou a ser um mecanismo de sobrevivência (FONTANINI *et al.*, 2003; MORAES *et al.*, 2003).

Kaizen, por sua vez, passou a significar “um contínuo melhoramento na vida pessoal, na vida domiciliar, na vida social e na vida do trabalho. Quando aplicado no local de trabalho, o *kaizen* significa contínuo melhoramento envolvendo todos na organização – desde os gerentes até os operários” (IMAI, 1994, *apud* CARVALHO *et al.*, 2003).

Uma das definições mais objetivas da expressão japonesa *Kaizen* é a mudança da situação atual (*status quo*) de um processo, analisando-o rapidamente e implementando melhorias que

se traduzam em benefícios concretos. A palavra *Kaizen* pode ser traduzida como *Kai*-mudança e *Zen* – bom, ou seja, mudança para melhor (FONTANINI *et al.*, 2003).

Kaizen, de forma resumida, significa a busca do melhoramento contínuo em todos os aspectos, refletindo na produtividade, na qualidade sem gasto ou com o mínimo investimento. O trabalho coletivo prevalece sobre o individual e o ser humano passa a ser visto como o bem mais valioso das organizações, devendo ser estimulado a realizar o seu trabalho para as metas compartilhadas da empresa (FERREIRA, 2002, *apud* MORAES *et al.*, 2003).

O *Kaizen* é uma ferramenta que mostra uma nova forma de se ver o trabalho, principalmente porque o foco é trabalhar em grupo. Na sociedade atual, o paradigma está mais para o individual do que para o grupo, e isso muitas vezes gera algum desconforto nos primeiros trabalhos desta filosofia. Os participantes das áreas envolvidas precisam estar dispostos a abrir mão dos interesses pessoais de seus departamentos para encontrarem a melhor solução de que o estudo necessita. Ultrapassado este obstáculo, que muitas vezes requer treinamentos com *workshops* para mudança da cultura individualista, o espírito de cooperação predomina e o processo encontra as melhores soluções possíveis (CABRINI *et al.*, 1998).

Sendo o *Kaizen* um estado de melhoria contínua, sua essência permeia vários sistemas de gestão como *TPM*, *JIT*, *TQC* (*total quality control* – controle da qualidade total), entre outros. Segundo Imai (1996), considerado o pai da filosofia *Kaizen*, este estado de melhoria contínua pode ser representado pelo ciclo PDCA (planejar-fazer-verificar-agir). O PDCA pode ser compreendido como uma ação contínua onde nunca se está satisfeito com a situação atual. Nesta visão, de forma simplificada, planejar significa estabelecer um alvo para a melhoria e elaborar planos de ação para atingir o alvo; fazer significa implementar o plano; verificar significa determinar se a implementação proporcionou a melhoria almejada; e agir significa realizar e padronizar os novos procedimentos (FONTANINI *et al.*, 2003).

Dentre as interpretações errôneas sobre *Kaizen*, há aquela na qual o processo, a partir de determinado instante, não caberia mais, em virtude de se esgotarem as modificações possíveis daquele produto ou processo. Entretanto, *Kaizen* não se refere particularmente a processo ou produto, mas sim ao aperfeiçoamento contínuo, primeiramente do homem, e em consequência de tudo o mais que possa ser aperfeiçoado a partir dele (KNABBEN, 2001).

O *Kaizen* pode ser aplicado em qualquer ambiente, sendo muito aplicado no chão de fábrica. Segundo TBM (1999), *apud* Moraes *et al.* (2003), há alguns princípios para a implementação do *Kaizen* no chão de fábrica, sendo eles:

- Ter objetivos claros;
- Processo em equipe;
- Apresentar foco cerrado no tempo (geralmente uma semana);
- Os membros da equipe *Kaizen* precisam ser criativos antes de gastar dinheiro;
- Rápido e improvisado e não devagar e elegante;
- Recursos necessários e resultados devem ser obtidos de imediato.

Dependendo da complexidade e do nível do *Kaizen*, este pode ser dividido em três segmentos: *Kaizen* orientado para a administração, orientado para o grupo ou orientado para a pessoa. O primeiro envolve questões estratégicas e o envolvimento do gerente; o segundo apresenta um enfoque permanentemente ou temporariamente orientado para o grupo, onde sugestões são oferecidas para resolução de problemas e tomada de decisões; e o terceiro estimula a adoção, por parte do operário, de uma atitude positiva em relação à mudança e ao melhoramento da maneira como ele trabalha (GHINATO, 2000; CORRÊA; GIANESI, 1996, CORRÊA; GIANESI, 2001, *apud* SILVA, 2007).

As mudanças realizadas através do *Kaizen* precisam ser bem gerenciadas, de forma a atingir bons resultados. Segundo Imai (1990), há dez mandamentos que devem ser seguidos durante a aplicação da metodologia *Kaizen* (MORAES *et al*, 2003):

- a. O desperdício deve ser eliminado;
- b. Melhorias graduais devem ser feitas continuamente;
- c. Todos os colaboradores devem estar envolvidos, sejam gestores do topo e intermediários, ou pessoal de base;
- d. Deve ser baseado em uma estratégia barata, acreditando que um aumento de produtividade pode ser obtido sem investimentos significativos;
- e. Aplica-se em qualquer lugar;
- f. Apóia-se numa gestão visual e numa transparência total de procedimentos, processos e valores, tornando os problemas e desperdícios visíveis a todos;
- g. Focaliza a atenção no local onde realmente se cria valor, no chão de fábrica;
- h. Orienta-se para processos;
- i. Dá prioridade às pessoas, acreditando que o principal esforço de melhoria advém de uma nova mentalidade e estilo de trabalho das pessoas;
- j. Tem como lema essencial da aprendizagem organizacional “aprender fazendo”.

3 ESTUDO DE CASO

Esse capítulo traz os resultados do estudo de caso realizado na indústria de tampas plásticas da Alcoa Alumínio S.A. São apresentadas características da empresa, a introdução da Produção Enxuta na mesma e posteriormente os casos práticos de implantação de algumas ferramentas.

3.1 Descrição da Empresa

A empresa alvo do estudo de caso é a Alcoa Alumínio S.A, uma das maiores subsidiárias da Alcoa Inc. A empresa foi fundada nos Estados Unidos em 1888 por Charles Martin Hall, o descobridor da forma de redução eletrolítica do alumínio que tornou sua fabricação economicamente viável. Atua no Brasil desde 1965, tendo iniciado suas atividades com a incorporação da Companhia Mineira de Alumínio (Alcominas).

Com o desenvolvimento da empresa, os produtos de alumínio passaram a incluir utensílios de cozinha, folhas, fios e cabos elétricos, carroceria de carros etc. Em 1930, teve início a fabricação de tampas na Alcoa, com tampas de alumínio que foram chamadas de *goldy*, devido ao revestimento brilhante de ouro, e utilizadas inicialmente para *saucers* e *ketchups*.

Na década de 60, foi desenvolvida a tecnologia de tampas de alumínio 28 mm para cerveja e *soft drinks*, e já em 1970, foi criada a Alcoa CSI (*Closures Systems International*) para fornecer tecnologia de tampas e equipamentos à Alcoa Alumínio S.A. que possuía as Divisões de Embalagem (fábricas de preformas, garrafas e tampas plásticas).

Em 1980, a Alcoa comprou a ASA – Alumínio S.A. em Itapissuma, unidade que hoje concentra a maior diversidade de negócios da América Latina, incluindo Laminados, Extrudados e Tampas Plásticas. Os perfis extrudados atendem a setores de transporte, construção civil, máquinas e equipamentos elétricos. Os laminados (chapas e folhas) destinam-se aos setores farmacêutico, alimentício, automobilístico, naval, têxtil, eletrodomésticos, dentre outros. A Alcoa CSI produz soluções, em plástico, para o mercado de lacre de garrafas plásticas e de vidro. Os diversos produtos da empresa podem ser visualizados na figura 3.1.

A Alcoa CSI possui unidades em diversos locais do mundo: Ásia, Europa, América do Norte, América do Sul. No Brasil, há duas unidades: além da de Itapissuma (PE), há uma em *Alphaville* (SP). O principal produto da Alcoa CSI é a tampa plástica de polipropileno (PP), existindo diversos modelos para diferentes aplicações: *double-lok* SB, XT, HR 38 mm, *score*,

28mm, *double-aqua*, *wing-lok*, entre outras. Em Itapissuma, os principais produtos são as tampas *double-lok* 28 mm SB e XT, e a *Double aqua lok*, que são utilizadas para o encapsulamento de garrafas pet e de vidro, predominantemente para refrigerantes, sucos e água mineral.

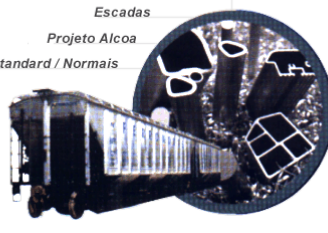
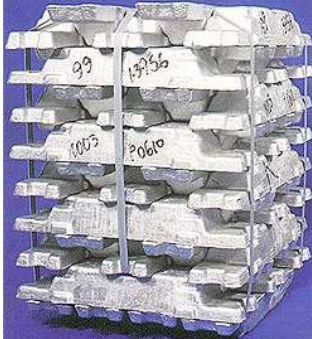
Extrudados	Metal Primário
Perfis Extrudados - Bicicletas - Construção Naval - Dissipadores de Calor - Escadas - Projeto Alcoa - Standard / Normais 	
Laminados	Folhas
	
Tampas	Embalagens Flexíveis
 Closures	

Figura 3.1 - Produtos da Alcoa Alumínio S.A.(ALCOA, [s.d.])

Os principais clientes da Alcoa CSI são a *Coca Cola Company*, *Ambev*, *Indaiá*, *Asa Indústria*, *Sucos do Brasil*, entre outros.

3.2 Alcoa Business System (ABS)

O *Alcoa Business System* (ABS) é o sistema de gerenciamento da Alcoa baseado no Sistema Toyota de Produção, correspondendo a um conjunto integrado de ferramentas aplicável não somente para a produção, mas a todas as atividades e áreas da companhia, como Recursos Humanos, Saúde, Segurança e Meio Ambiente e processos de suporte (Financeira, Aquisição e Logística etc).

O ABS começou a ser implementado no Brasil em novembro de 1997, momento no qual a Alcoa enfrentava muitos problemas no processo de fabricação. Mesmo dispondo de tecnologia de ponta e ferramentas para melhorar a produção, estas não estavam alinhadas entre si nem eram amplamente divulgadas. Os resultados e melhorias alcançados eram localizados, cenário que se modificou com a chegada do ABS.

Os principais objetivos do ABS são melhorar a qualidade, reduzir o custo e o *lead time*. Para isso, concentra-se na busca de um estado ideal e baseia-se em três princípios básicos:

- a) Fazer para o uso – Este princípio, baseado no *JIT*, significa disponibilizar o produto certo, na quantidade certa, na hora certa e na especificação correta, como definido pelo cliente. Através dele, o volume de produção das fábricas é definido pelo número de solicitações dos clientes, proporcionando redução dos estoques de material em processo, produtos acabados e matéria-prima.
- b) Eliminar Desperdícios – Assim como no STP, os desperdícios e perdas durante o processo de produção devem ser eliminados. Para atingir esse objetivo é necessário um estudo detalhado da rede de processos e operações que compõe a estrutura de produção. Só assim é possível identificar perdas que possam estar aumentando o custo de determinado produto. As sete grandes classes de desperdícios identificadas pelo ABS são: Superprodução, Espera, Transporte, Processamento, Estoque, Movimentação e Correção.
- c) As Pessoas Sustentam O Sistema - As pessoas são a base do ABS, dando-lhe sustentação e proporcionando resultados positivos. São recursos com capacidade criativa e produtiva, por isso precisam compreender as metas do ABS e utilizar seus métodos para atingi-las. Consciente das vantagens do ABS, elas contribuem espontaneamente para a implementação das melhorias.

O estado ideal buscado pelo ABS representa um processo sob demanda, sem defeitos, sem desperdícios, com resposta imediata e seguro, tanto emocional, como profissional e fisicamente.

Quatro regras básicas devem orientar os projetos, as operações e os processos que operam sob o ABS. São as chamadas “regras em uso”:

- Regra 1: Atividades – As atividades individuais relacionadas a máquinas, processos, pessoas e saídas é que agregam valor ao produto.
- Regra 2: Conexão – As atividades devem estar interligadas entre si. Para isso, é necessária a conexão entre o pedido do cliente, a resposta do fornecedor, que precisa ser rápida e simples e a comunicação binária.
- Regra 3: Fluxo - O fluxo durante o processo de fabricação deve ser simplificado. Não deve haver um fluxo nem produto ou serviço ambíguo, simplificando também o fluxo de informação.
- Regra 4: Melhoria - A busca por melhorias deve ser constante. Isto inclui melhoria das atividades, ligações e fluxos direcionados ao estado ideal. Dentro do ABS, o estado ideal é o único ponto aceitável, e para isso o esforço de todos é necessário até que ele seja atingido.

De acordo com a regra quatro, as pessoas devem receber treinamento adequado para melhorar seu desempenho, e os gerentes e supervisores são os multiplicadores e responsáveis por esta tarefa. O aprendizado irá ocorrer pela repetição, pela solução rápida de problemas e pelo comprometimento de todos os níveis.

O quadro abaixo apresenta de forma simplificada as principais diferenças entre o ABS e um sistema de produção tradicional.

Quadro 3.1 - Diferenças entre o ABS x Sistema Tradicional (ALCOA,[s.d.])

ABS	Sistema Tradicional
Fazer para uso;	Fazer para estoque;
Eliminar desperdícios;	Os desperdícios são “embutidos” e aceitos;
As pessoas sustentam o sistema.	As habilidades das pessoas são subutilizadas.

O ABS utiliza diversas ferramentas e técnicas para atingir seus objetivos, dentre elas: o *Just in time*, as práticas-padrão, o trabalho padronizado, o *kaizen*, o sistema *kanban*, a manutenção autônoma, o relatório A3, o balanceamento e nivelamento da produção, os cinco “porquês”, o sistema *pull*, os 5s, entre outras. A figura 3.2 apresenta um esquema para o ABS, análogo ao do Sistema Toyota de Produção ilustrado anteriormente na figura 3.2.



Figura 3.2 - Esquema geral do ABS (ALCOA, 2002, apud SENA, 2007)

3.2.1 Implantação do ABS na CSI Itapissuma

Em 1998, ocorreu a primeira tentativa de implantação do ABS na CSI do Brasil (considerando as unidades de *Alphaville* e Itapissuma). As ferramentas começaram a ser implementadas, mas de maneira desconexa e independentes. A tentativa de implantação do TPM se deu com características de sistema e não de ferramenta. Além disso, a implantação ocorreu de forma isolada e localizada no chão de fábrica, sem atingir todo o negócio (ALCOA, [s.d]).

A partir de 2004, as pessoas começaram a compreender que o ABS é formado por princípios que precisam estar interligados e ser interdependentes. Um exemplo a ser seguido foi o da CSI na Costa Rica, onde os funcionários do Brasil tiveram contato com um ambiente bastante enxuto, otimizado e cooperativo, no qual as pessoas trabalhavam para o negócio e não para os departamentos.

Neste período foram elaborados e ministrados diversos treinamentos para os funcionários. As ferramentas inicialmente implantadas foram o Gerenciamento Diário, a Cadeia de Ajuda e a Solução de Problemas.

Em 2005 houve um desenvolvimento da solução de problemas e do gerenciamento diário, que passou a ser realizado em mais de um nível, tanto na produção como no administrativo. Neste ano também se deu a implantação dos cinco sentidos (5s): utilização, limpeza, organização, padronização e autodisciplina.

Em 2006, foi introduzido o diálogo semanal de ABS, reformulado o *layout* da célula de produção e desenvolvido o mapeamento de fluxo de valor. Em dezembro, algumas iniciativas começaram a ser tomadas para a implantação do TPM.

A partir de 2007, estendendo-se até 2008, foram desenvolvidos o TPM, sistemas *kanban* para controle de matérias-prima, o *Pull System* junto a alguns clientes, o Trabalho Padronizado e ainda iniciou-se a realização de *kaizens*, período no qual foi realizado o estudo de caso descrito a seguir.

3.3 Sistema *Kanban* para matéria-prima

Para o ABS, o *kanban* é um importante instrumento de controle visual da produção, permitindo que o reabastecimento ou a produção de determinado item só seja acionado quando o processo seguinte necessitar do material, diminuindo os estoques entre os processos (ALCOA, [s.d]).

Como a fábrica da CSI Itapissuma estava com a idéia de implantar *Pull System* junto aos seus clientes, o sistema *kanban* para matérias-prima poderia ajudar bastante. Além disso, os itens da fábrica são armazenados em um almoxarifado central, também utilizado para as outras unidades da fábrica (Laminados e Extrudados), sendo necessário um controle cuidadoso da requisição e consumo dos itens da CSI.

Os principais componentes da tampa propriamente dita (excluindo-se sua embalagem) são o polipropileno (PP), o vedante e o *masterbach*. Como o PP utilizado para todos os tipos de tampas é o mesmo, e o vedante apresenta pouca variação, o controle destes itens torna-se mais fácil. Já o *masterbach*, pigmento que dá a coloração da tampa, apresenta diversas cores para os diferentes produtos e clientes. Desta forma, foi o primeiro item escolhido para implantação do *kanban*.

Masterbatches, que podem ser visualizados na figura 3.3, são concentrados de pigmentos, corantes ou aditivos que são dispersos em uma resina denominada resina veículo, que pode ser PE, PP, EVA, PA, PS, PET, POM, etc. Pode ser chamado simplesmente de *máster* (TERMOCROM, 2008).



Figura 3.3 - *Masterbach* utilizado na produção das tampas (SAFEPACK, [s.d].)

3.3.1 Situação Inicial

O fluxo seguido pelo *masterbach* era o seguinte: O departamento de PCP (Planejamento de Controle da Produção) encaminhava para o departamento de Aquisição e Logística (A&L) a necessidade do item, e este realizava o pedido de compra do mesmo. Após a entrega na fábrica, o *máster* era encaminhado ao almoxarifado central, a partir de onde era requisitado pelo PCP para a fábrica de tampas.

O PCP precisava fazer inventários físicos semanais para identificar e verificar as quantidades dos itens e as necessidades de reposição. Isto ocasionava perda de tempo e ainda não era um sistema confiável, pois o inventário algumas vezes apresentava falhas de contagem ou comunicação. Também era um transtorno para definir as quantidades a serem compradas e o tempo de chegada por parte do fornecedor. Muitas vezes havia falta ou excesso de material em estoque, prejudicando a produção, o atendimento ao pedido do cliente, e ainda elevando os custos com pedidos e fretes urgentes ou desperdício de material.

3.3.2 Implantação do *Kanban*

Para reduzir ou até eliminar os problemas descritos acima, a equipe do PCP juntamente com a de ABS, iniciou a elaboração de um sistema *kanban* para controle dos *masterbaches*. Para tal, foi necessário realizar um estudo sobre o consumo dos diversos *másteres* utilizados pela fábrica. Os *másteres* precisaram ser ordenados a partir daqueles mais consumidos para os menos consumidos. Além da quantidade, foi necessário avaliar a frequência com que o *máster* era utilizado, pois enquanto alguns eram utilizados quase que diariamente ou semanalmente, outros passavam meses sem consumo.

O estudo possibilitou a definição da quantidade mínima e máxima (em kg) que a fábrica deveria ter de cada *máster* em estoque, além de determinar o ponto de reposição, considerando o tempo de entrega de cada fornecedor. Dos inicialmente vinte e três *másteres* estudados, foi decidido que onze não precisariam entrar no sistema *kanban*, pela imprevisibilidade de sua demanda e também baixo consumo. Estes itens continuaram sendo estocados apenas no almoxarifado central, e solicitados sempre que necessários.

Os itens introduzidos no *kanban* passaram a ter uma determinada quantidade armazenada na própria CSI, e não mais no almoxarifado central. Foi criada uma “loja” para armazenar este material. As quantidades de cada *máster* que deveriam ter na loja foram definidas, e os cartões para controlar tais quantidades foram elaborados, assim como o quadro de controle (figura

3.4). Segue abaixo tabela elaborada para o controle das quantidades máxima e mínima de cada item no almoxarifado central e na “loja” dentro da fábrica.

Tabela 3.1 - Quantidades máxima, mínima e da loja de máster

Nomenclatura PANTONE	Nomenclatura Usual	Máxima (almox) Kg	Mínima (almox) Kg	Loja (fábrica) Kg
AZUL BLUE C	AZUL INDAIÁ	450	250	150
AZUL 294 C	AZUL PEPSI	500	250	225
AZUL 2757 C	AZUL SCHIN	400	200	0
AZUL 293 C	AZUL SPRITE	400	150	150
AZUL 321 C	AZUL CRISTAL	500	150	0
VERDE 376 C	VERDE KUAT	400	200	150
VERDE 554 C	VERDE FOLHA	400	200	0
VERDE 375 C	VERDE CITRUS	100	50	0
VERDE 3415 C	VERDE ESCURO	300	150	150
AMARELO 108 C	AMARELO CLARO	300	150	150
AMARELO 1235 C	AMARELO ESCURO	400	250	225
PURPURA 254 C	PÚRPURA/FANTA UVA	300	150	150
VIOLETA 2613 C	VIOLETA	200	100	0
BRANCO	BRANCO	4000	2000	600
PRETO BLACK C	PRETO	50	25	0
LARANJA 021 C	LARANJA	100	50	0
VERMELHO 185 C	VERMELHO	1500	800	450
CINZA 433 U	CINZA CHUMBO	300	150	75
VERMELHO TRANSP 200 C	VERMELHO TRANSPARENTE	100	50	0
DOURADO	DOURADO	50	25	0
LARANJA TRANSP 165 C	LARANJA TRANSPARENTE	100	50	0
VERDE TRANSP 370 C	VERDE TRANSPARENTE	100	50	0
AZUL 287 C	AZUL DASANI	100	50	50

Para os itens a serem armazenados na loja, foram criados cartões *kanban*, um para cada saco de *máster*, que poderiam representar 15kg ou 25kg, a depender do padrão do fornecedor. Os sacos ficam armazenados em prateleiras, e a cada saco consumido pela produção, seu *kanban* é retirado e acionado no quadro. De acordo com o consumo, a produção pode consumir apenas o máster correspondente ao *kanban* verde, ou chegar no amarelo ou ainda vermelho, representando uma situação crítica.

Diariamente, um responsável pelo almoxarifado passa na fábrica de tampas e coleta qual o material que precisa ser repostado, passando os cartões para o espaço de pré-atendimento no quadro. Quando ele traz o material, os cartões que estavam no quadro passam para os sacos de *máster* e estes são repostos na loja em suas prateleiras.



Figura 3.4 - Quadro para controle de kanban de masterbatch

3.3.3 Melhorias Obtidas

A partir da implantação do *kanban*, foram observadas claras melhorias tanto para a produção, como para o PCP e o almoxarifado. Dentre estas, pode-se listar:

1. O espaço físico necessário para armazenar o material diminuiu, assim como o nível de estoque;
2. Foram eliminadas as contagens freqüentes para conferência e verificação do estoque, liberando tempo dos funcionários;
3. Houve uma melhora no reabastecimento da matéria-prima para a fábrica;
4. As faltas de material e atrasos de entrega foram significativamente reduzidos;
5. A visualização da necessidade de compra passou a ser mais clara, beneficiando também a equipe de A&L.

3.3.4 Análise Crítica

A implantação do *kanban* para os *masterbatches* apresentou um importante avanço da manufatura enxuta na fábrica de tampas. Conseguiu alcançar o objetivo apontado por Lemos (1999) de melhorar o sistema de produtividade e assegurar o envolvimento e participação dos operadores no processo, visto que todos eles receberam treinamento e têm a obrigação de acionar os cartões quando retiram alguma quantidade de *máster* da loja.

O modelo utilizado foi semelhante ao proposto por Coletta (2007), com o quadro composto por três faixas de cores: verde, amarela e vermelha. Quando os cartões chegam na faixa vermelha, é possível que os próprios operadores e qualquer pessoa que veja o quadro identifique que alguma coisa não está correta no sistema de reposição.

Entretanto, como o sucesso do sistema está diretamente ligado ao número de cartões que circulam no mesmo (Silva e Santana, 2005), para que este se torne estável e consistente é necessário que os responsáveis criem um processo de melhoria contínua. Este processo consiste em uma revisão do número de cartões que devem circular pelo sistema, ajustado de acordo com a demanda do período. Por exemplo, em épocas de lançamento de produtos promocionais, algumas das tampas mais vendidas têm suas cores alteradas, conseqüentemente apresentando uma mudança significativa no consumo de *masterbatches*.

A forma de alterar corretamente o número de cartões é realizar periodicamente uma revisão/ atualização na tabela com as quantidades de máximo, mínimo e da loja (tabela 3.2). Além disso, é também importante implantar sistemas *kanban* para as outras matérias-prima da fábrica, como para as caixas, os filmes de polietileno para embalar as caixas, as tintas e outras.

3.4 Pull System junto ao principal cliente

De acordo com o ABS, no sistema *Pull* quem determina a quantidade e a velocidade da produção da fábrica é o cliente. Dentro do processo de produção, cada etapa retira da anterior o que ela precisa para executar sua tarefa, sendo o principal método de servir ao cliente sob demanda e custo mínimo (ALCOA, [s.d]).

O Sistema Puxado é uma ferramenta para operacionalizar o *Just In Time*. De acordo com Alcoa [s.d.], o *JIT* é uma técnica de gerenciamento que deve ser aplicada tanto na área de produção como em outras áreas da empresa, devendo propor que cada processo seja suprido com os itens (produtos) certos, no tempo certo e na quantidade adequada, sem faltas ou excessos.

A fábrica de tampas de Itapissuma escolheu o seu principal cliente, uma grande indústria multinacional do setor de bebidas, que neste trabalho será chamado de *Alfa*, para realizar a primeira implantação do *Pull System* junto aos clientes.

3.4.1 Situação Inicial

O cliente *Alfa*, localizado no distrito industrial de Suape, consumia um grande volume de tampas da CSI Itapissuma e constantemente alterava sua programação. Desta forma, nem sempre o seu estoque atendia às alterações de programa do cliente.

Para a Alcoa, *Alfa* era o seu maior cliente, e suas constantes alterações nos pedidos causavam transtornos aos departamentos comerciais e de produção. Um determinado estoque

de segurança era mantido na fábrica de Itapissuma para atender à demanda deste cliente, e mesmo assim ainda havia problemas para suprir as alterações de produção no prazo solicitado. Além disso, muitas vezes matérias-primas e produtos acabados estocados eram perdidos devido a alterações na impressão da tampa.

3.4.2 Implantação do *Pull System*

Para a implantação do *Pull System*, assim como no caso do *kanban* dos *másters*, a Alcoa realizou um estudo para analisar o consumo da fábrica *Alfa*. A partir do estudo, foi dimensionando a quantidade ideal de tampas de cada produto que deveria ter em estoque na fábrica do cliente, suficiente para atender à programação da mesma e aguardar um novo carregamento da CSI.

A Alcoa elaborou uma sistemática para a operacionalização do *Pull System*, e para isto precisou apresentar todo o projeto aos funcionários da empresa cliente e também treinar alguns deles, especialmente os da “sala de rolhas”, nome pelo qual é conhecido o ambiente onde as tampas são armazenadas na indústria *Alfa*.

A Alcoa montou um quadro (figura 3.5) na sala de rolhas para representar o consumo de gaiolas de tampas (unidades de acondicionamento de 4000 tampas) por produto. Cada gaiola, quando chega à fábrica de Suape e é encaminhada para a sala de rolhas, recebe um cartão. Ao retirar uma gaiola de tampas para ser consumida na produção, o responsável coloca seu cartão no quadro, indicando o consumo da mesma.

		QUADRO DE KANBAN																											
		USO EXCLUSIVO DA PRODUÇÃO																											
COCA-COLA 2,0 L	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
COCA-COLA 2,0 L	PRODUTOS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
COCA-COLA 2,5 L	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14														
COCA-COLA 2,5 L	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
COCA-COLA 0,600 L	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16												
COCA-COLA LIGHT	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
GUARANA KUAT	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
FANTA LARANJA	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
SPRITE	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	PRODUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
		USO EXCLUSIVO DO ALMOXARIFADO																											
1ª CAMINHÃO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14														
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28														
2ª CAMINHÃO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14														
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28														

Figura 3.5 - Quadro para controle do Pull System

Diariamente, o responsável pelo almoxarifado de *Alfa* verifica no quadro as gaiolas consumidas, passando os cartões para uma posição de pré-atendimento. Estas informações coletadas por ele são passadas diretamente por e-mail para funcionários do departamento comercial e PCP da Alcoa, através de uma planilha (figura 3.6) que indica diariamente o estoque do cliente e a necessidade de reposição.

A partir da planilha recebida, a Alcoa já programa a produção das tampas referentes ao consumo do cliente, ficando as mesmas prontas em 48 horas. Quando as gaiolas consumidas são produzidas e suficientes para completar uma carga (28 gaiolas), o caminhão é enviado da CSI para a fábrica de *Alfa* em Suape.

Informações Pull System - Refrescos							
14-May-08	Estoque Máximo Dimensionado	Estoque Máximo Atual	Estoque Atual	Quantidade para Repor	Cartões Retidos	Consumo do Mês	Reposição do Mês
Produto 1	54	50	44	6	4	36	6
Produto 2	24	20	16	4	4	8	10
Produto 3	14	16	15	1	-2	0	3
Produto 4	16	8	4	4	8	0	0
Produto 5	24	20	17	3	4	4	9
Produto 6	28	24	18	6	4	11	8
Produto 7	24	12	10	2	12	3	2

Figura 3.6 - Planilha para controle do estoque/consumo do cliente

3.4.3 Melhorias Obtidas

Apesar de o cliente ter permanecido com grande volume de tampas sendo consumido da CSI Itapissuma e com freqüentes variações de sua programação, a fábrica de tampas tem conseguido atender aos pedidos conforme desejado e no prazo esperado. Dentre as melhorias obtidas, podem-se listar:

- Redução de estoque de produtos acabados na Alcoa;
- Redução de estoque de matéria-prima no cliente;
- Redução de desperdícios de produtos;
- Redução de pedidos urgentes por parte do cliente, o que atrapalhava a produção da Alcoa;
- Eliminação de problemas entre o PCP do cliente e o departamento comercial e PCP da Alcoa.

3.4.4 Análise Crítica

De acordo com a classificação de Kosaka (2006), a CSI implantou um Sistema Puxado com Supermercado. Neste caso, o supermercado é a sala de rolhas mantida na empresa cliente.

Além disso, foi possível atingir os principais objetivos do Sistema Puxado listados por Moura (1989), *apud* Cunha *et al.* (2002).

Além dos benefícios trazidos pela implantação do *Pull System*, a Alcoa também sofreu algumas dificuldades. Os lotes de produção do cliente passaram a ser muito pequenos, o que traz uma necessidade de ajustes na produção e aumenta a frequência de *setups* nas máquinas.

O aumento da quantidade de *setups* das máquinas eleva o índice de refugo e de tempo de máquina parada, prejudicando os indicadores de produção da fábrica. Desta forma, complementar à implantação do *Pull System*, a CSI precisa agora investir na redução dos tempos e do refugo proveniente dos *setups* das máquinas.

Outro ponto a ser considerado é que, como afirmado por Heckert e Francischini (1998), a implantação de um sistema de produção puxada requer uma ótima sincronia de trabalho entre clientes e fornecedores. A relação entre a Alcoa e a fábrica *Alfa* precisou ser melhorada e ajustada para que o sistema desse certo. Muitas vezes, foi necessário tolerância e paciência por parte da Alcoa, pois *Alfa* passava informações erradas sobre o seu estoque no supermercado. Outras vezes, a Alcoa, devido a algum problema em suas máquinas, não conseguia repor os produtos adequadamente, gerando insatisfação em *Alfa*.

O *Pull System* também foi facilmente implantado devido à proximidade entre as fábricas do cliente e do fornecedor. Heckert e Francischini (1998) afirmam que uma grande distância entre os dois pode inviabilizar totalmente o fornecimento do produto dentro do tempo necessário. A Alcoa deve implantar Sistemas Puxados em outros clientes, mas precisa levar em consideração desta vez o fator distância. Algumas fábricas de principais clientes localizam-se em Maceió, na Bahia e até em Manaus, precisando este tempo de entrega ser criteriosamente analisado durante a implantação do sistema *Pull*.

3.5 Manutenção Autômoma

A célula da fábrica de tampas é formada por oito máquinas, sendo quatro *molders*, duas *scoring-liners*, uma *inside printer* e uma *printer*. As *molders* realizam a moldagem por compressão, dando origem à chamada carcaça da tampa. A *inside printer* é responsável pela impressão na parte interna da tampa, apenas quando necessário, geralmente em casos de produtos promocionais. As *scoring-liners* realizam o corte do lacre da tampa, que possibilitará a abertura da garrafa, e a colocação do vedante na parte interna responsável por impedir a saída do gás. Por fim, a máquina *printer* realiza a impressão superior da tampa, de acordo com o layout desejado pelo cliente. A figura abaixo ilustra um esquema geral da célula de tampas.

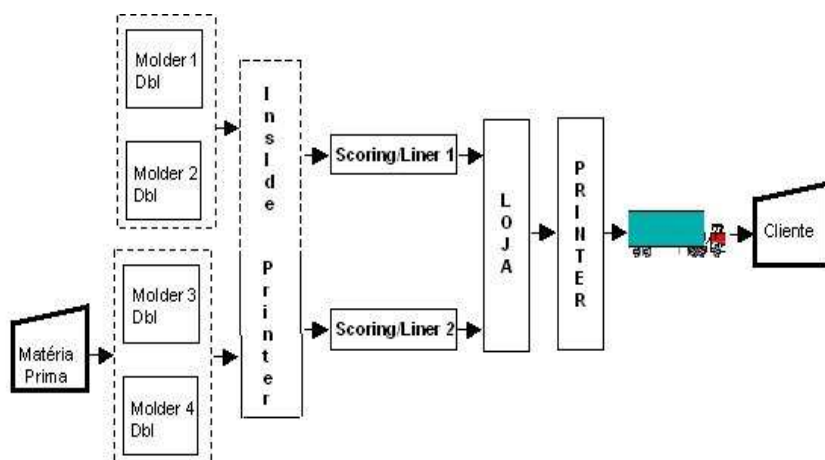


Figura 3.7 - Esquema geral da célula de produção (ALCOA, 2007)

A metodologia de TPM, mais especificamente do pilar da Manutenção Autônoma (MA), teve início na CSI Itapissuma em abril de 2007 com a realização de um treinamento sobre TPM para 100% dos funcionários da fábrica. Este treinamento apresentou uma cartilha de TPM, sua estrutura de implantação, etiquetagem, estratificação e ainda as fases da auditoria. Para os departamentos de manutenção e operação, também foram disponibilizados o treinamento básico de limpeza, inspeção e lubrificação.

Em maio do mesmo ano, foi realizado em Itapissuma um *workshop* de TPM envolvendo toda a América do Sul, com a participação do Diretor Mundial de ABS da CSI, e de alguns representantes da CSI Itapissuma, Colômbia, Peru, Argentina, Chile, e Alphaville. A CSI Itapissuma foi escolhida como planta piloto para a implantação do TPM na América do Sul, sendo o *workshop* o ponto de partida deste processo.

Para iniciar a implantação da Manutenção Autônoma, foi necessário selecionar uma máquina. Considerada o gargalo da produção e sendo responsável pelos maiores índices de refugo e atrasos de produção, a *scoring-liner* 01 foi escolhida.

Durante o evento, foram apresentados conceitos básicos necessários para o entendimento da estrutura do TPM e seus objetivos. Algumas etapas muito importantes foram realizadas nesta primeira fase: limpeza inicial do equipamento, mapeamento de anomalias (etiquetagem), estratificação de etiquetas, identificação e listagem de fontes de sujeiras e locais de difícil acesso, definição dos *check lists*, controle visual e lubrificação.

Outro ponto importante no início da implantação da Manutenção Autônoma é a identificação de um facilitador, do grupo pilar e do grupo autônomo. O grupo autônomo é formado pelos operadores que atuam diretamente na máquina, sendo os responsáveis pelas inspeções, lubrificação, realização dos *check lists*, abertura de etiquetas e demais atividades

principais da MA. O pilar deve ser formado por participantes da liderança e da manutenção da fábrica para apoiar o grupo autônomo. O facilitador é alguém da equipe de ABS responsável por acompanhar as atividades do grupo autônomo, do pilar e também pelas auditorias de certificação dos passos.

3.5.1 Situação Inicial

Anteriormente à implantação da Manutenção Autônoma, as *scoring-liners* eram o principal gargalo da célula de tampas. Seu elevado refugo e constantes paradas impactavam de forma bastante negativa nos indicadores de produção e de atendimento ao cliente.

As máquinas só recebiam manutenção uma vez ao mês, a chamada manutenção preventiva. Não havia nenhuma rotina de inspeção ou limpeza das máquinas por parte dos operadores. Com exceção ao dia da manutenção preventiva, as máquinas só paravam para alguma intervenção quando já apresentavam problemas (manutenção corretiva).

3.5.2 Implantação da MA

Após o treinamento introdutório para todos os envolvidos e a limpeza inicial da máquina, iniciou-se a busca para atingir o primeiro passo da Manutenção Autônoma. O *check list* de inspeção e limpeza (figura 3.8) foi montado e revisado diversas vezes, assim como um calendário de reuniões do grupo autônomo e outro do pilar.

O objetivo do primeiro passo é restaurar as condições básicas do equipamento implantando atividades sistemáticas de inspeção e limpeza, detectando e eliminando as anomalias antes que causem um incidente ou perda de performance do equipamento. Para isto, é preciso criar uma rotina para que os operadores do equipamento façam limpezas e inspeções periódicas, mantendo o nível de limpeza atingido no evento de limpeza inicial e detectando e solucionando possíveis anomalias que apareçam no decorrer do tempo.



Figura 3.8 - Check list do primeiro passo da MA

O *check list* de inspeção e limpeza passou a ser realizado três vezes ao mês pelo grupo autônomo, sendo uma delas juntamente com a manutenção preventiva da máquina. Durante a inspeção ou em qualquer outro momento, os operadores podem identificar anomalias na máquina e etiquetá-las, registrando o problema. A etiqueta sinaliza que há algum problema naquele ponto da máquina. Os operadores podem colocar etiquetas azuis, indicando que ele mesmo pode resolver o problema; ou etiquetas vermelhas, que devem ser resolvidas pela manutenção. A estratificação das etiquetas é feita mensalmente por operador e por turma, sendo o resultado disponibilizado de forma visual em um quadro para todos da fábrica (figura 3.9).



Figura 3.9 - Quadro de Manutenção Autônoma

A sistemática é periodicamente avaliada e revisada durante as reuniões do grupo autônomo e do pilar. Antes de passar pela auditoria de certificação do primeiro passo, a equipe realizou algumas pré-auditorias para se auto-avaliar.

A auditoria de certificação do Primeiro Passo da Manutenção Autônoma (figura 3.10) ocorreu em dezembro de 2007, na qual foi obtida a aprovação com 92%.



Figura 3.10 - Auditoria de certificação do Primeiro Passo da MA

3.5.3 Melhorias Obtidas

Após a implantação do primeiro passo da MA, pôde-se perceber uma significativa melhora de desempenho da *scoring-liner* 01, principalmente se seus indicadores forem comparados aos da *scoring-liner* 02. A tabela 3.2 apresenta um comparativo entre a produção e o percentual de refugo da máquina na qual foi implantada a MA, utilizando como base o primeiro trimestre de 2007, antes da implantação, e o primeiro trimestre de 2008, após a implantação.

Tabela 2.2- Indicadores da *scoring liner* 01 antes e após o TPM

	Primeiro Trimestre 2007	Primeiro Trimestre 2008	Evolução
Produção (milhares)			
janeiro	43.500	45.600	↑
fevereiro	40.350	46.550	↑
março	44.580	47.450	↑
Refugo (%)			
janeiro	1,38%	0,90%	↓
fevereiro	1,34%	0,63%	↓
março	1,65%	1,18%	↓

Dentre as melhorias obtidas, é possível listar:

- Os operadores passaram a identificar e resolver sozinhos diversas anomalias da máquina;
- A manutenção preventiva da máquina tornou-se mais simples e proveitosa;

- A *scoring-liner* 01 reduziu seus índices de refugo;
- A produtividade da máquina aumentou.

O segundo passo passou a ser implantado na *scoring-liner* 01 e foi realizada a limpeza inicial da *scoring-liner* 02 para implantar a Manutenção Autônoma também nesta máquina.

3.5.4 Análise Crítica

A implantação do TPM na fábrica de tampas da Alcoa conseguiu atingir a integração da manutenção com a produção enunciada por Saltorato e Cintra (1999), através do envolvimento dos operadores nas atividades de limpeza, conservação e manutenção das máquinas e participação ativa de todos os envolvidos.

O treinamento dado aos funcionários, o calendário de reuniões do grupo autônomo e a apresentação mensal da abertura de etiquetas foi de extrema importância para o sucesso da MA, pois os funcionários estavam sempre motivados para realizarem suas atividades.

Para que a Manutenção Autônoma adquira estabilidade na fábrica da CSI, é necessário ampliá-la para as outras máquinas, e também dar continuidade aos demais passos na *scoring-liner* 01, de forma que todo o processo se torne mais confiável. Além disso, também é importante sempre reciclar os funcionários com os treinamentos e treinar os operadores novos, para que estes também possam compreender a importância e a forma correta de realizar TPM.

3.6 Trabalho Padronizado no Departamento de Produção

Para o ABS, o trabalho padronizado é a maneira mais eficaz de executar um trabalho, dados os requisitos de Segurança, Ergonomia, Meio Ambiente, Qualidade e Volume de Produção. O objetivo é identificar e eliminar as sete categorias de desperdícios incorporados às atividades (ALCOA, [s.d]).

Em 2005, a partir da realização de um *kaizen*, o trabalho padronizado foi implantado na célula de produção da fábrica de tampas em Itapissuma. O objetivo foi agrupar as diversas atividades e implantar o trabalho por tarefa, e não mais por operador, buscando uma maneira mais eficaz de realizar o trabalho dentro da área de produção.

3.6.1 Situação Inicial

Antes da implantação do trabalho padronizado, a fábrica de tampas apresentava alguns problemas que estavam comprometendo os indicadores de produção, tais como (ALCOA, 2007):

- Operador por máquina: Os operadores que atuavam no processo trabalhavam de forma exclusiva para cada máquina sem conhecimento das demais e sem tempo de implantação de melhorias e de realização de práticas de ABS.
- Desperdício de tempo com atividades sem valor agregado: Não havia contramedidas estabelecidas para resolução de possíveis problemas, bem como a antecipação às necessidades, caso estes acontecessem.
- Falta de padronização das atividades (tempo / responsável / frequência): Havia muitas falhas na execução de determinadas atividades, fazendo com que o tempo de parada de máquina e o refugo gerado fossem excessivos, comprometendo a performance do processo. Além disso, não havia responsabilidade específica destinada aos operadores, gerando conflito, desperdício e duplicidade de atividades.
- Falta de balanceamento entre operadores e atividades: Como não havia trabalho padronizado, a carga de trabalho era desbalanceada, fazendo com que alguns operadores trabalhassem mais que outros, gerando desmotivação e insatisfação.
- Falta de combinação em algumas atividades: Havia paradas desnecessárias de máquina devido à falta de planejamento da tarefa, e falha na reposição dos insumos necessários para o cumprimento da programação.
- Falha na sistemática das análises de qualidade: Devido a constantes manutenções corretivas e atividades sem valor agregado, os operadores de cada máquina não realizavam as análises de qualidade dentro do programa definido, aumentando o número de tampas não conformes produzidas, tendo que ser retrabalhadas ou refugadas.

3.6.2 Implantação do Trabalho Padronizado

Os operadores da célula de tampas eram divididos em três: operadores de *molder*, de *liner* e de *printer*. Durante algumas horas, as atividades destes operadores foram cuidadosamente observadas. Através de cronômetros foi possível marcar os tempos que os operadores levavam para concluir determinada atividade, além de uma estimativa da movimentação realizada pelo operador.

Durante o *kaizen*, foram utilizadas diversas ferramentas do trabalho padronizado, como Lista de Seqüência de Tempo de Trabalho, Formulário de Prática Padrão, Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado e Tabela de Balanço (figura 3.11).

[illegible]

Figura 3.11 - Formulários para implantação do TP

Foi possível listar todas as atividades realizadas, classificando-as em cíclicas, periódicas ou flutuantes. Atividades cíclicas são aquelas repetidas dentro de certo ciclo do trabalho; periódicas são as que ocorrem periodicamente e adicionais ao trabalho repetitivo. Por fim, as atividades flutuantes são as que ocupam um tempo extra não planejado dentro de um ciclo normal.

Os operadores deixaram de ser operadores de *molder*, *liner* e *printer*, e passaram a ser operadores cíclicos, periódicos e flutuantes, estes últimos também chamados de *team leader* (líder da equipe). Todos foram devidamente treinados em suas novas atribuições e as listas das atividades periódicas e flutuantes, assim como as atividades cíclicas ficam visíveis na área de produção.

As atividades do operador cíclico, como se repetem, puderam ser programadas de acordo com intervalos de tempo, e o mesmo pode acompanhar se está realizando as atividades no

horário planejado através de um quadro disponível na área de produção, indicando em verde as atividades realizadas conforme o horário e em vermelho as atividades em atraso.

3.6.3 Melhorias Obtidas

A partir da implantação do trabalho padronizado na célula de tampas, diversos benefícios foram alcançados, sendo possível listar:

- Os operadores passaram a ser multifuncionais, melhorando o seu desempenho e motivação;
- As atividades ficaram mais bem balanceadas sem sobrecarregar nenhum operador;
- As responsabilidades e atribuições dos funcionários ficaram mais claramente definidas, reduzindo duplicidades no processo produtivo;
- O operador flutuante ficou com tempo disponível para dedicar-se a melhorias e atividades de ABS, como *check list* de manutenção autônoma e preenchimento de formulário de Solução de Problemas;
- Os planos de controle de qualidade passaram a ser mais rigidamente seguidos;
- Quando ocorre algum problema proveniente do departamento de produção ficou muito mais fácil de identificar e corrigir o erro.

3.6.4 Análise Crítica

É possível observar, através do estudo do caso, que a implantação do trabalho padronizado no departamento de produção da CSI atingiu as vantagens enunciadas por Braga (2002). Um ponto importante foi o treinamento dado aos funcionários em suas novas funções e principalmente a participação dos mesmos nas definições das atividades cíclicas, periódicas e flutuantes.

Foi possível notar que a nova “classificação” para os operadores criou uma idéia de hierarquia entre eles. Os operadores cíclicos, por exemplo, com operações repetitivas e cronometradas, passaram a ser considerados um nível inferior ao operador flutuante, que tem atividades não programadas e tempo livre para dedicar-se a atividades de melhoria. Entretanto, ao invés de acirrar o clima de competição na equipe, esta idéia gerou uma espécie de motivação. Os funcionários passaram a querer aprender atividades dos outros, para, por exemplo, substituir o *team leader* durante as férias, ou até mesmo chegar a ser um deles.

O Trabalho Padronizado, para garantir estabilidade às atividades de toda a empresa, precisa ser implementado também em outros departamentos. Sua implementação no departamento de qualidade já teve início, e os próximos são os de PCP e expedição.

3.7 Kaizen do Estoque/ Expedição

Para o ABS, *kaizen* é o sistema contínuo de identificação, implementação e validação de oportunidades de melhoria. Deve ser feito de forma estruturada, seguindo algumas etapas básicas (ALCOA, [s.d]):

- a. Identificação do objetivo do *kaizen* (alinhamento com os requisitos do negócio para aquela área);
- b. Formação do time;
- c. Análise da situação atual;
- d. Geração de idéias (*brainstorming*);
- e. Seleção de contramedidas e elaboração do plano de ação;
- f. Implementação;
- g. Avaliação do processo de *kaizen*;
- h. Apresentação dos resultados.

Em agosto de 2007, foi realizado um *kaizen* na CSI Itapissuma na área do estoque e da expedição. A unidade da Alcoa CSI em *Alphaville* apresentava um sistema bastante diferenciado em relação ao armazenamento e controle de estoques de produtos acabados. O Centro de Distribuição (CD) desta unidade foi utilizado como modelo para o *kaizen* de Itapissuma, que contou inclusive com a presença de um funcionário do CD de *Alphaville*.

3.7.1 Situação Inicial

O estoque da fábrica de tampas em Itapissuma não apresentava uma definição dos locais nos quais poderiam ser armazenadas as unidades de acondicionamento das tampas acabadas. Quando um pálete ou uma gaiola (unidades de 127.992 e 40.000 tampas, respectivamente) saía da produção, o empilhador (funcionário habilitado a dirigir a empilhadeira para transportar cargas) transportava o produto para qualquer espaço disponível na área do estoque.

Quando os caminhões das transportadoras chegavam para carregar o pedido do cliente, os separadores de carga perdiam muito tempo procurando o produto. Esta falta de organização ocasionava, muitas vezes, uma demora excessiva durante o carregamento dos caminhões ou até mesmo carregamentos errados, ocasionando reclamações ou devolução dos clientes.

Em épocas de baixa retirada do mercado, o estoque ficava muito cheio (figura 3.12) e a falta de organização causava transtornos à equipe de faturamento, inclusive apresentando riscos à segurança dos funcionários.



Figura 3.12 - Situação da área de estoque anteriormente ao Kaizen

3.7.2 Realização do Kaizen

Inicialmente, os objetivos do *kaizen* foram definidos e repassados para toda a equipe que participaria do mesmo. A meta principal foi uma reestruturação do estoque e da expedição da fábrica de Itapissuma, utilizando como modelo o CD da unidade de *Alphaville*.

Duas equipes, ambas multidisciplinares, com participantes dos departamentos de produção, ABS, qualidade, expedição, PCP e manutenção, foram definidas para enfocarem pontos diferentes. Uma equipe ficou responsável pela área de produtos acabados e a outra pela área de transferência de produtos da produção para o estoque.

As equipes se reuniram e avaliaram todos os fluxos e conexões correspondentes à sua área, apresentando para a outra equipe um panorama da situação. Posteriormente, os integrantes das equipes lançaram as diversas idéias para melhorar a situação definida e atingir os objetivos pretendidos. Após esta primeira fase, o time do *kaizen* elaborou um plano de ações para executar o que ficou definido, dentre as quais algumas foram realizadas durante a semana do *kaizen* e outras ficaram para serem concluídas posteriormente.

O evento durou três dias e as principais atividades resultantes do *kaizen* foram a demarcação de toda a área destinada ao estoque, determinando quais os locais que poderiam ser preenchidos com os páletes e as gaiolas de tampas. Além da demarcação, a área foi dividida em ruas, sendo determinadas exatamente as posições para os páletes e gaiolas (figura 3.13). Após a definição da área, foi realizado um estudo para determinar as quantidades de posições necessárias para cada cliente.



Figura 3.13 - Situação da área de estoque após o Kaizen

Após o estudo, foi possível montar um mapa de localizações do estoque da fábrica de Itapissuma (figura 3.14), determinando exatamente quais as posições poderiam ser ocupadas por quais clientes. A partir destas definições, foi criado um quadro representando todas as posições. Também foi elaborado um controle de FIFO mensal, no qual as etiquetas dos páletes e das gaiolas passaram a ser de cores diferentes a cada mês, para serem identificados fácil e visualmente os produtos mais antigos que devem ser faturados primeiro.

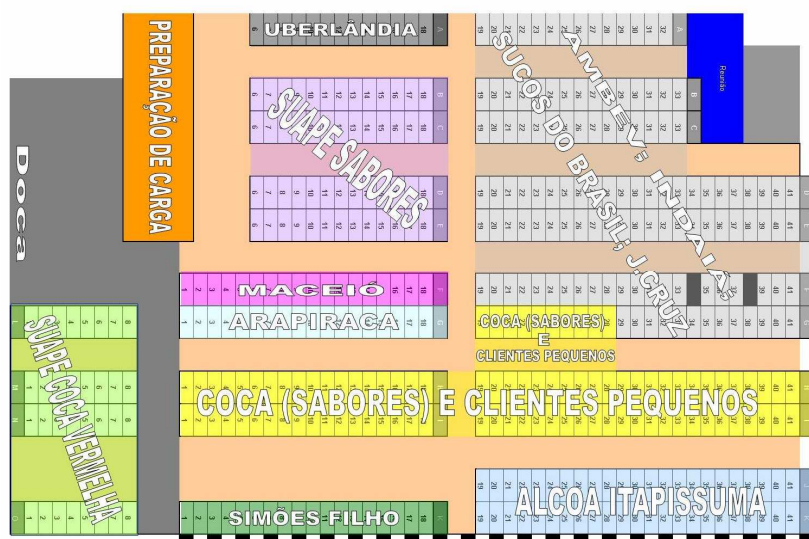


Figura 3.14 - Representação do "mapa" do estoque

3.7.3 Melhorias Obtidas

Atualmente, ao sair um pálete ou uma gaiola da produção, o empilhador verifica no quadro quais as posições que estão vazias, decide onde colocar o produto e preenche um cartão com as características do material que está armazenando, disponibilizando o cartão no quadro (figura 3.15) na respectiva posição.

Desta forma, quando algum caminhão vai ser carregado, os separadores de carga podem visualizar no quadro onde está exatamente o material que eles vão precisar, indo diretamente

no local, reduzindo seu trabalho e o tempo do carregamento do caminhão. Após o faturamento de um pálete ou uma gaiola, o cartão respectivo é apagado e sai da posição no quadro, indicando que a posição volta a estar vazia.



Figura 3.15 - Quadro de acompanhamento do estoque

O *kaizen* realizado apresentou uma imensa melhora para o departamento de expedição, dentre as quais se podem listar:

- Redução dos tempos de carregamento;
- Redução da sobrecarga de trabalho dos funcionários;
- Melhoria do atendimento ao cliente;
- Área mais limpa e organizada (5s);
- Melhor segurança para os funcionários.

3.7.4 Análise Crítica

O *kaizen* realizado no departamento da Expedição da Alcoa CSI provocou uma mudança na situação inicial do mesmo e introduziu melhorias correspondentes a benefícios concretos, da forma como definiu Fontanini *et al.* (2003). A análise do estudo também permite destacar a importância do trabalho em grupo, com pessoas de outros departamentos participando e dando sua contribuição na Expedição, de acordo com a nova forma de ver o trabalho e o espírito de cooperação enunciados por Cabrini *et al.* (1998).

É importante ressaltar que o *kaizen* foi realizado e concretizado em um período no qual a demanda sobe, que coincide com o final do ano. Desta forma, tornaram-se fácil organizar o estoque e determinar exatamente as quantidades máximas para cada cliente, pois estes estão constantemente consumindo os produtos neste período.

Com o período de baixas demandas do mercado, em junho e julho, por exemplo, a fábrica encontrará mais dificuldades para manter as estruturas do *kaizen*. Muitas vezes os clientes demoram um pouco mais para puxar seus produtos, e as posições definidas no mapa podem

não corresponder à realidade. Desta forma, é necessário que a sistemática implantada seja constantemente revisada para ser capaz de atender aos diversos períodos do mercado.

Dando andamento ao processo de melhoria contínua do departamento de Expedição, algumas ações ainda poderiam ser introduzidas, aproveitando a reestruturação proporcionada pelo *kaizen*. Seria interessante elaborar um trabalho padronizado para o departamento, principalmente em relação às atividades dos faturistas e separadores de carga.

Outra oportunidade de melhoria seria cronometrar e controlar os tempos de carregamento dos caminhões dos clientes, para se ter uma idéia do tempo que os mesmos esperam para ser carregados e estabelecer metas para tal. Com esse acompanhamento seria possível identificar e atuar nas principais causas de atrasos da saída do caminhão da fábrica, o que muitas vezes é motivo de reclamação dos clientes.

4 CONCLUSÕES

O trabalho realizado analisou a implantação da Produção Enxuta em uma indústria multinacional de tampas plásticas, através do estudo de caso, e pôde mostrar as melhorias obtidas na empresa com a implementação das diversas ferramentas e suas principais consequências.

A empresa estudada adquiriu benefícios concretos com a implantação das diversas ferramentas do ABS. Os indicadores referentes a refugo, produtividade, reclamações e devoluções de clientes, entre outros, atingiram uma importante melhora a partir do período de desenvolvimento do novo sistema.

Através da análise do estudo foi possível confirmar as afirmações iniciais de que a implantação de técnicas e ferramentas da Produção Enxuta é de extrema importância para o desenvolvimento dos sistemas de produção das empresas e conseqüente aumento de competitividade das mesmas no atual cenário globalizado. A redução dos diversos desperdícios, incluindo tempo, retrabalho, custos e estoques, cria um diferencial para a empresa em relação às suas concorrentes.

Também foi possível observar que a implantação deste sistema de gerenciamento da produção precisa do envolvimento de todos os componentes da empresa, sendo necessário o treinamento de todos os funcionários e principalmente o comprometimento dos gestores da organização, sendo destes últimos a maior responsabilidade de introduzir e proporcionar o ferramental necessário para o desenvolvimento do novo sistema.

Um ponto que se pode destacar como diferença do ABS em relação ao STP é a ênfase nas pessoas dada pelo primeiro, pois a Alcoa acredita que são elas que movem o sistema, que trazem os resultados esperados, e por isso é tão importante conscientizá-las e treiná-las.

Outro ponto a ser concluído é que a Produção Enxuta somente alcança seu benefício máximo quando não se restringe ao departamento de produção da empresa, estendendo-se para os diversos outros setores, incluindo qualidade, manutenção, PCP, Expedição, entre outros. A extensão também deve se dar para seus fornecedores e clientes, parceiros fundamentais para o sucesso da manufatura enxuta.

Empresas que iniciarem e permanecerem com a implantação das ferramentas concentradas apenas no ambiente de produção não conseguirão obter sucesso, pois surgirão gargalos em outras fases do processo, como problema nas máquinas devido à falta do envolvimento da

manutenção, a falta de matérias-primas pelo baixo envolvimento do setor de compras, entre outros.

O envolvimento de fornecedores e clientes também é imprescindível. Uma produção puxada só tem condições de se concretizar com a perfeita sincronia entre ambos. Se a empresa implanta um sistema *kanban* para produção de determinado cliente externo e este não está interessado em reduzir seus estoques, o novo sistema não funcionará.

É importante ressaltar que a implementação da Produção Enxuta não é um processo rápido que as empresas conseguirão implantar com uma simples introdução de novas ferramentas. Como no caso da implantação do ABS na Alcoa, a consolidação do novo sistema pode durar mais de um ano, ou o tempo que for necessário para a compreensão por parte das pessoas de suas idéias e princípios e do inter-relacionamento entre as diversas ferramentas.

Se algumas das ferramentas forem implantadas isoladamente, as mesmas não conseguirão estabilidade e o sistema não atingirá os resultados esperados.

Como sugestão para trabalhos futuros, estes poderiam desenvolver um estudo sobre a introdução das ferramentas da produção enxuta em setores não diretamente ligados à produção, como Manutenção, Recursos Humanos ou Financeiro. Também pode ser analisada a mudança de pensamentos e a cultura introduzida na empresa com o desenvolvimento do novo sistema.

REFERÊNCIAS

ALCOA. **História da Alcoa** [s.d.]. Disponível em:

<<http://www.alcoa.com/brazil/pt/home.asp>> Acesso em: 20 mar. 2008

_____. **Alcoa Business System**. Guia ABS [s.d.]. Disponível em:

<http://www.alcoa.com/brazil/pt/custom_page/abs.asp> Acesso em: 20 mar. 2008.

_____. **Treinamento ABS** – Básico Administrativo. Itapissuma, 2007.

ALVES, J. M. **O Sistema Just In Time Reduz os Custos do Processo Produtivo**. In: IV Congresso Internacional de Custos, 1995, Campinas. IV Congresso Internacional de Custos. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1995. v. 1. p. 535-563.

BAFFI, M. A. T. **Modalidades de Pesquisa**: Um estudo introdutório. Universidade Católica de Petrópolis – UCP. Petrópolis, 2002.

BRAGA, I. C. **Gerenciamento da aplicação do trabalho padronizado no setor automotivo**. Monografia (Especialização MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) - Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado – ECASE da Universidade de Taubaté. Taubaté, 2002.

BRITTO, R. P.; PEREIRA, M. A. Manutenção Autônoma: Um estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas. In: VII Semead - FEA USP, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004.

CABRINI, S. L.; MAESTRELLI, N. C.; VANALLE, R. M. Preparação da Produção- Um modelo para processos de produção baseado na cultura *kaizen*. In: XVIII ENEGEP-

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói, 1998.

CARDOZA, E.; CARPINETTI, L. C. R. Indicadores de Desempenho para o sistema de produção enxuto. **Produção On Line**, Florianópolis – SC, v. 5, n. 2, 2005.

CARNEIRO, F. L. O sistema de produção enxuta e sua implantação na Volkswagen do Brasil. *In*: X SIMPEP - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Bauru. **Anais...** Bauru, 2003.

CARVALHO, A. K. B.; MEDEIROS, P. F.; SANTOS, W. B.; GHINATO, P. O kaizen e a padronização no setor de faturamento da Celpe. *In*: XXIII ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2003.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. 7. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COLETTA, F. B. D. **Estudo da administração de materiais em uma empresa dos setores automotivo e de eletrodomésticos**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.

CUNHA, C. A. C.; FILHO, C. S.; VANDERLEY, J. M. C. Produtividade de manufatura celular puxada versus linear empurrada: Estudo de caso em uma indústria de calçados

esportivos. *In*: XXII ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2002.

DANNI, T. S.; TUBINO, D. F. Ajuste dinâmico do número de kanbans de um sistema produtivo JIT através da simulação. *In*: XVII ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997, Gramado. **Anais...** Gramado, 1997.

ELIAS, S. J. B.; MAGALHÃES, L. C. Contribuição da Produção Enxuta para Obtenção da Produção mais Limpa. *In*: XXIII ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2003.

FONTANINI, J. I. C.; REIS, D. R.; LEITE, M. L. G. A melhoria contínua através do kaizen como mecanismo de incorporação de inovações tecnológicas incrementais. *In*: KM2003, 2003, São Paulo. **Anais...** Sociedade Brasileira da Gestão do Conhecimento-SBCG, 2003.

GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. *In*: **Produção & Competitividade**: Aplicações e Inovações, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza. Recife: Editora da UFPE, 2001.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura Enxuta - uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 1-20, 2004.

HECKERT, C. R.; FRANCISCHINI, P. G. **Variações do *Just in Time* na indústria automobilística brasileira.** *In*: XVIII ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói, 1998.

KNABBEN, B. C. **Gestão do Conhecimento: O *kaizen* como ferramenta para organização de aprendizagem.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

KOSAKA, D. **Conectando a montagem aos processos em lotes através de sistemas puxados básicos.** 2006. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

LEMO, A. C. D. **Aplicação de uma metodologia de ajuste do sistema kanban em um caso real utilizando a simulação computacional.** Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

LIMA, M. L. S. C.; ZAWISLAK, P. A. A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs. **Revista Produção**, v. 13, n. 2, 2003.

MORAES, R. F.; SILVA, C. E. S.; TURRIONI, J. B. Filosofia Kaizen aplicada em uma indústria automobilística. *In*: XXIII ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto- MG. **Anais...** Ouro Preto, 2003.

NIIMI, A. **Sobre o nivelamento (*heijunka*).** Adaptado de discurso proferido para a *Manufacturing Week*. Chicago: 2004. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

OLIVEIRA, F. E. M. Considerações sobre o sistema kanban. **Revista do Centro de Ciências Administrativas**, v. 11, n. especial, p. 103-110. Fortaleza, 2005.

PELOSI, J. M. M. **Lean Enterprise: a gestão enxuta em busca da excelência.** 2007. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

PEPE, C. M. **Avaliando um Projeto Integrado de Pesquisa-Ação Colaborativa: A leitura em questão.** *In: 26ª Reunião Anual da ANPED – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação.* Poços de Caldas, 2003.

PEREIRA, M.; PIRES, S. R. I. Implantação do Kanban em uma empresa fabricante de armações de óculos. **Revista Ciência e Tecnologia**, Piracicaba - SP, 2001.

PRADO, V. C.; PEREIRA, M. Implantação do sistema kanban em uma pequena empresa do ramo têxtil: um estudo de caso no setor de fiação. RACRE - **Revista de Administração CREUPI**, v. 6, p. 3-7, 2006.

SAFEPACK. **Masterbatch utilizado na produção de tampas** [s.d].
<http://www.safepack.com/vci_masterbatch.asp> Acesso em: 20 abr. 2008.

SALTORATO, P; CINTRA, C. T. Implantação de um programa de Manutenção Produtiva Total em uma indústria calçadista em Franca. *In: XIX ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1999.

SILVA, G. C. S. Notas de aula da disciplina Gestão da Produção 3 – **Sistema Toyota de Produção**. Curso de Graduação em Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção- Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007.

SILVA, A. L.; SANTANA, A. B. A dinâmica das ferramentas de programação e controle da produção - kanban e quadros de programação. *In: XII SIMPEP- SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, 2005.

SLACK, N.; STUART, C.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2002.

SMALLEY, A. **TPM no coração do Lean**. 2006. Disponível em: Lean Institute Brasil <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

TEIXEIRA, C. **Metodologia de Estudo e Pesquisa**. Universidade Virtual do Maranhão – UNIVIMA. São Luís, 2005.

TEODORO, M. A. A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa**: tipos de pesquisa e técnicas de investigação científica [s.d.]. Centro Universitário de Belo Horizonte. Uni- BH.

TERMOCROM. **Informações Técnicas – Masterbatches**. Disponível em: <<http://www.termocrom.com.br/masterbatches.html>> Acesso em: 23 mai. 2008.

TONDATO, R.; FOGLIATTO, F. S. Manutenção Produtiva Total na indústria de processos gráficos. *In*: XXV ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, D. F.; ANDRADE, G. J. P. A implantação de sistemas puxados de programação da produção em ambientes de demandas instáveis. *In*: XXIII ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2003.

WEBER, A. **Estação de Trabalho Lean**: Organizada para a produtividade. 2006. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

WOMACK, JAMES. **Das ferramentas enxutas (lean tools) ao gerenciamento enxuto (lean management)**: a situação da mentalidade lean em 2007. 2007. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 mai. 2008.