

DEBORAH BARBOSA DE PAULA BATISTA

**UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA DE
LAMINADOS DE ALUMÍNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à
Universidade Federal de Pernambuco sob a orientação
da professora Gisele Sena, para aquisição do grau em
Engenharia de Produção.

RECIFE,
2006

“A meus pais, meus irmãos e Celo meus verdadeiros amores, razão e motivo da minha vida”.

B333u Batista, Deborah Barbosa de Paula.

Utilização do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria de laminados de alumínio / Deborah Barbosa de Paula Batista, 2006.
41 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Cristina Sena da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia de Produção. Recife, 2006.
Inclui referências.

1. Engenharia de produção. 2. Manufatura enxuta. 3. Mapeamento do fluxo de valor. I. Silva, Gisele Cristina Sena da (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Criador, e presente em todos os dias da minha vida. Sem sua presença seria impossível reencontrar minha esperança e motivação.

A minha família que me proporcionou momentos de prazer, ajudando nas horas mais tensas dessa caminhada.

Aos meus pais, que dedicaram seu tempo com preocupações e soluções para minhas angústias.

Aos meus irmãos, Danilla e Davi, pessoas que amo muito e que me ajudaram a concluir mais uma etapa, agüentando minha irritação e nervosismo.

A Marcelo, companheiro e amigo que sempre esteve comigo, e sempre tem me dispensado compreensão e conselhos.

A Rafa, Mirelle e Simone, poucas amigas que posso dizer que conquistei durante a graduação. Pessoas com quais sei que posso contar, companheiras de estudos e lazer.

A Gisele Sena, orientadora desta pesquisa, mestra dedicada com quem eu aprendi muito.

Aos colegas de faculdade com os quais tantas vezes aprendi o valor de me tornar uma profissional.

A todos os professores de Graduação que participaram da minha vida universitária

A todos os meus amigos, dos mais antigos aos mais recentes, que de uma forma ou de outra, me compreenderam e ajudaram.

A todos que contribuíram para realização deste trabalho.

RESUMO

Atualmente, os responsáveis por linhas de produção percebem que suas atividades e seus processos são constantemente desafiados e pressionados a atingir um nível mais alto de desempenho, para garantir que a empresa continue a inovar e melhorar. No esforço de buscar estes melhoramento as empresas utilizam vários mecanismos e técnicas. Técnicas essas que são mais bem efetivas quando aplicadas no contexto da construção de um fluxo enxuto de valor.

Para ser competitivo, o fluxo de valor precisa fluir de maneira que forneça aos clientes os menores lead times, os custos mais baixos, a melhor qualidade e as entregas mais confiáveis. Não deve ser utilizado apenas para atender aos desejos de processos individuais, departamentos funções ou pessoas. Dentro deste contexto o Mapeamento do Fluxo de Valor ajuda as empresas a entender melhor seus fluxos de valor.

Este trabalho desenvolve uma revisão bibliográfica sobre o sistema de produção enxuta e o mapeamento do fluxo de valor explanando seus conceitos e benefícios. A partir de um estudo de caso conduzido em uma indústria de produtos laminados de alumínio, no qual foi mostrada a aplicação prática da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor na reestruturação de uma linha de produção, pode se identificar as fases do uso desta ferramenta e analisar criticamente dos pontos observados.

Palavras chave: Manufatura Enxuta, Mapeamento do Fluxo de Valor.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Caracterização do Problema.....	1
1.2 Justificativa.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo Geral.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Metodologia.....	3
2. O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA	4
2.1 História da Produção	4
2.2 O Sistema de Produção Enxuta e Seus Princípios Fundamentais	5
2.3. O Modelo do Sistema Toyota de Produção.....	7
2.3.1. Just-In-Time.....	8
2.3.2. <i>Jidoka</i>	10
2.3.3. <i>Heijunka</i>	10
2.3.4. Operações Padronizadas.....	11
2.3.5. <i>Kaizen</i>	11
2.3.6. Estabilidade.....	12
2.4. Resumo do Capítulo.....	12
3. O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	14
3.1 Mapeamento do Fluxo de Valor.....	14
3.2 Seleção da Família de Produto.....	16
3.3 O Mapa do Estado Atual.....	16
3.4 Fluxo de Valor Enxuto.....	18
3.5 O Mapa do Estado Futuro.....	19
3.6 O Plano de Ações.....	20
3.7 Resumo do Capítulo.....	21
4. ESTUDO DE CASO.....	22
4.1. Alcoa Business System	22
4.2. Justificativa da Reestruturação.....	25
4.3 Seleção da Família de Produto.....	26
3.3 Desenho do Estado Atual.....	27
3.4 Desenho do Estado Futuro.....	28
3.5 Plano de Ações.....	30
3.6 Considerações.....	32
5. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	35
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

Vivendo o momento em que os clientes ditam as regras do mercado, exige-se das empresas manterem um alto nível de qualidade nos produtos e serviços oferecidos. Tentando garantir a satisfação dos seus clientes, atendendo não apenas a qualidade exigida, mas também suas expectativas quanto a prazos e eficiência, os sistemas operacionais se tornam cada vez mais flexíveis.

Alem de buscar a qualidade e a flexibilidade de produção, é fundamental o controle do custo operacional. Sendo assim, as empresas devem eliminar desperdícios em cada etapa do processo produtivo, objetivo esse do Sistema Enxuto de Produção.

Como dito por Rother e Shook (1999), o Mapeamento do Fluxo de Valor é usado pelos praticantes do Sistema Toyota de Produção para retratar o estado atual e futuro, ou “ideal”, no processo de desenvolvimento dos planos de implementação para instalar os sistemas enxutos. O mapeamento não é apenas utilizado na implementação dos sistemas enxutos. Esta ferramenta é usada também para direcionar projetos de mudança e reestruturação de linha de produção como a aplicação estudada neste presente trabalho.

O mapa do fluxo de valor permite identificar cada processo ou fluxo, retirando-se dos domínios confusos e esquecidos dos bastidores da organização, e construir uma completa cadeia de valor de acordo com os princípios enxutos (WOMACK e JONES, 1999).

O Mapeamento do Fluxo de Valor permite às empresas enxergar os seus desperdícios, servindo para direcionar as melhorias de fluxo que efetivamente contribuem para um salto no seu desempenho, evitando a dispersão em melhoramentos pontuais, muitos dos quais de pequeno resultado final e com pouca sustentação ao longo do tempo (FERRO, 2002).

Assim, o mapeamento do fluxo de valor é utilizado como uma ferramenta de negócio que analisando a linha de valor, busca a total eliminação de desperdício através da implementação de melhorias em todo o fluxo de produção.

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Apresentado como uma saída viável para as companhias que pretendem assegurar uma posição estável, o modelo do Sistema Toyota de Produção, é adotado por inúmeras empresas que enfrentam dificuldades com este processo. O modelo do STP é considerado como verdadeiro marco na história da produção industrial e inspirou vários modelos de gerenciamento enxuto de produção.

Assim aconteceu na Alcoa alumínio SA. em 1997, foi implantado nas unidades brasileiras o ABS, Alcoa Business System, modelo gerencial baseado nos conceitos enxutos. Para a implantação dos princípios foi utilizada a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor, a qual tornou possível identificar os principais pontos de desperdícios, altos estoques, oportunidades de melhoria do fluxo de produção entre outros.

Depois da implantação do ABS aconteceram varias mudanças, como aumento do plano operacional, desenvolvimento de novos produtos, alterações no processo de antigos produtos entre outras que não foram consideradas nas melhorias implantadas. Assim, a situação atual apresentava-se desestruturada como pode-se observar algumas características seguintes:

- Controle visual deficiente
- Atendimento das máquinas desnivelados
- Diversos pontos de interferência do PCP ao longo da linha de produção
- Lojas mal dimensionadas
- Alto inventário de material (4530 toneladas)
- Atraso no atendimento aos clientes
- Alto custo com embarque de cargas expressas / aéreas
- Recursos insuficientes e mal utilizados

A fim de eliminar e diminuir esses problemas foi idealizado um trabalho de reestruturação da linha de produção de uma família de produtos considerada a mais importante para o negócio. Este trabalho foi iniciado em outubro de 2005 utilizando o Mapeamento do Fluxo de Valor para diferenciar o processo de implantação de melhorias.

1.2 JUSTIFICATIVA

Relembrando a definição de Ohno, o objetivo mais importante do Sistema Toyota de Produção tem sido aumentar o lucro pela eliminação consistente e completa do desperdício. Entretanto, o STP não é apenas um sistema de produção, e sim um sistema gerencial (OHNO, 1997). Entende-se que a luta constante contra o desperdício está vinculada a toda cadeia de valor, desde o planejamento estratégico às entregas do produto final ao cliente (SANDES, 2003).

O presente trabalho se justifica por utilizar um estudo de caso descritivo, tornando possível desenvolver o tema apresentado na revisão teórica. Esse trabalho traz observações sobre a aplicação prática do Mapeamento do Fluxo de Valor. É importante explanar que esta ferramenta já foi utilizada pela empresa na implantação de seu sistema de produção enxuto e não é foco

deste trabalho explicar este momento já acontecido. A companhia estudada, que já está estruturada com um sistema de produção enxuta, está utilizando o mapeamento pela segunda vez, para orientar a reestruturação da linha de produção de produtos específicos. Diferente da primeira aplicação, o mapeamento do fluxo de valor foi melhor estruturado e planejado e teve o acompanhamento de uma consultoria em gestão de operações que viabiliza soluções alinhadas aos princípios da produção enxuta. Assim, este trabalho descreve e analisa a aplicação do mapeamento de fluxo de valor para essa reestruturação que teve início em outubro de 2005 e ainda está em andamento.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é mostrar a aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor para orientar a reestruturação da linha de produção de um dos produtos mais importantes para os clientes da empresa em questão, uma indústria de produtos laminados de alumínio.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

- Revisão dos assuntos Manufatura Enxuta e Mapeamento do Fluxo de Valor para que se tenha o desenvolvimento dos assuntos e uma fundamentação teórica, apresentada nos capítulos 2 e 3.
- Demonstrar a importância e benefícios da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor para implementar os conceitos da Manufatura Enxuta ou direcionar projetos de mudança.
- Descrever e analisar a utilização do Mapeamento do Fluxo de Valor usado na Alcoa Alumínio Sana unidade de Itapissuma, Pernambuco, para reestruturação da linha de produção das folhas fina e intermediária de alumínio.

1.4 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido através da abordagem de um estudo de caso descritivo, onde expõe os detalhes uma situação real ocorrida, para então fazer uma análise crítica dos fatos.

2. O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

Neste capítulo aborda-se o conceito da Manufatura Enxuta, descrevendo seus princípios e principais componentes.

2.1 HISTÓRIA DA PRODUÇÃO

A evolução da produção atravessa o tempo com o desenvolvimento de conceitos que tentam sempre suprir as oportunidades dos modos de produção anteriores. Esta evolução inicia-se com o sistema artesanal o qual confeccionava produtos de acordo com as especificações exatas de cada cliente, ou seja, cada produto possuía características individuais e necessitava de um projeto diferente e peças distintas. Neste sistema, os profissionais tinham conhecimento minucioso acerca de cada componente do produto, eram artesões altamente habilidosos, mas que produziam um pequeno número de produtos.

Na produção artesanal, o volume de produção era baixo, o projeto variava quase de veículo a veículo e as máquinas-ferramentas eram de uso geral. [...] Os custos gerais eram altos e não caíam com o aumento de volume, os automóveis eram pouco confiáveis e de baixa qualidade (TAYLOR, 1990).

No final do século XIX, a indústria estava atingindo um patamar tecnológico e econômico, quando Henry Ford implantou novas técnicas de produção que reduziam os custos, aumentando ao mesmo tempo a qualidade do produto. Ford denominou seu sistema de produção em massa (WOMACK, 1992).

Apesar das grandes reduções de custo e do tempo de fabricação e do aumento da produtividade e da qualidade, a produção em massa não atendia os anseios dos consumidores, por não permitir variedades de produção. O modelo da produção em massa utilizava o conceito de intercambiabilidade de peças, ou seja, um mesmo sistema de medidas era utilizado em todas as peças, garantindo a simplicidade e rapidez ao longo da linha. Por décadas, o sistema criado por Ford funcionou perfeitamente e as empresas americanas dominaram o mercado de automóveis. Entretanto, esse sistema também apresentava características contrárias aos benefícios já ditos. A intercambiabilidade de peças gerou na linha de produção um trabalho bastante repetitivo e monótono, subutilizando as habilidades dos operadores.

Durante décadas, os Estados Unidos da América baixaram custos produzindo em massa um menor número de tipos de carros. Era um estilo de trabalho americano, mas não japonês. O

problema era como cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros (OHNO, 1997).

A crise do petróleo no ano de 1973 trouxe pesados prejuízos para as indústrias européias e americanas, deixando-as num patamar de estagnação. A ascensão de novos concorrentes, vindos do Japão, (Toyota Motor Co.) começou a receber o reconhecimento mundial, despertando a curiosidade de organizações do mundo inteiro (GHINATO, 1996).

Terminada a guerra em 1945, Kiichiro Toyoda, então presidente da Toyota Motor Co. lançou o desafio: “Alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá” . Naquela época dizia-se que a produtividade americana seria nove vezes superior à produtividade japonesa. Ohno percebeu que esta diferença não era resultado de nenhum tipo de esforço físico adicional da mão-de-obra americana, mas sim resultado de uma parte de trabalho inútil que os japoneses estavam realizando (GHINATO, 1996). Por certo, os japoneses estavam desperdiçando alguma coisa. Eliminando o desperdício, a produtividade deveria ficar 10 vezes maior. Foi esta a idéia que marcou o início do atual Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997).

2.2 O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA E SEUS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS

A exigência de produtos diferenciados, de alta qualidade, com prazos de entrega menores e preços justos passou a ser maior com a crise do petróleo. Assim, a lógica onde o preço dos produtos, calculado acrescentando-se ao custo a margem de lucro desejada, era imposto ao mercado não poderia mais ser aplicada. Portanto, os custos adicionais decorrentes de uma eventual ineficiência não poderiam ser repassados aos consumidores.

A convicção de que a estratégia de produção em massa não era aplicável às condições do mercado japonês e que havia perdas intrínsecas no sistema de produção adotado pelas empresas japonesas marcou o início do desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (GHINATO, 1996).

Aplicando o princípio do não custo, representado pela equação Preço de Venda – Custo = Lucro, pressupõe-se que o mercado impõe o preço de venda e o lucro é determinado pela subtração do custo desse preço final. Desta forma, para aumentar ou manter o lucro deve-se reduzir os custos.

As atividades completamente desnecessárias que não agregam valor e geram custos são consideradas perdas e estas devem ser eliminadas a fim de reduzir os custos. Ohno classifica as perdas consideradas no Sistema Toyota de Produção como a seguir:

A) Perda por superprodução

Das 7 perdas é a mais danosa, pois tem a propriedade de esconder e gerar outras perdas, sendo a mais difícil de ser eliminada (LEAN WAY CONSULTING, 2005).

Existem dois tipos de perdas por superprodução:

- Perda por produzir demais (superprodução por quantidade)
- Perda por produzir antecipadamente.

B) Perda por espera

As perdas por espera originam-se do intervalo de tempo no qual nenhum processo ou operação é executado pelo operador ou máquina.

Tipos de Perda por espera (LEAN WAY CONSULTING, 2005):

- Perda por espera no processo: o produto fica aguardando a finalização da operação que está sendo realizada no produto anterior.
- Perda por espera do lote: cada peça do lote espera até que todas as peças do lote tenham sido processadas.
- Perda por espera do operador: o operador fica submetido enquanto aguarda algum recurso, como material, equipamento ou ferramenta.
- Perda por espera da máquina: paradas de máquina por atrasos no suprimento de matéria-prima ou por desbalanceamento do fluxo de produção.

C) Perda por estoque

Perda por estoque é resultante da existência ou manutenção de estoques elevados de matéria-prima, material em processo e produto acabado, elevando os custos financeiros, reduzindo a liquidez e capacidade de investimentos da empresa.

D) Perda por movimentação

As perdas por movimentação associam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma atividade. Esse tipo de perda pode ser eliminada através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimentos ou da mecanização de operações. Vale ressaltar que é recomendado que se deve eliminar esta perda pela mecanização somente quando

tiverem sido esgotadas as possibilidades de melhorias na movimentação do operário e eventuais mudanças nas rotinas das operações.

E) Perda por transporte

Toda atividade relacionada aos deslocamentos de materiais é considerada como perda por transporte. Estas atividades geram custos e não agregam valor e por isso devem ser eliminadas.

As melhorias mais significativas, relacionadas às perdas por transporte, são obtidas pelas alterações de layout. Melhorias relacionadas à mecanização dos transportes não elimina custo gasto com transportes.

F) Perda por processamento em si

É a parcela do processamento que poderia ser eliminada sem afetar as características básicas de qualidade e funções do produto. A utilização de técnicas de Análise/Engenharia de Valor e Mapeamento do Fluxo de Valor pode otimizar o processamento dos produtos, e talvez eliminar esta perda.

G) Perda por produtos defeituosos

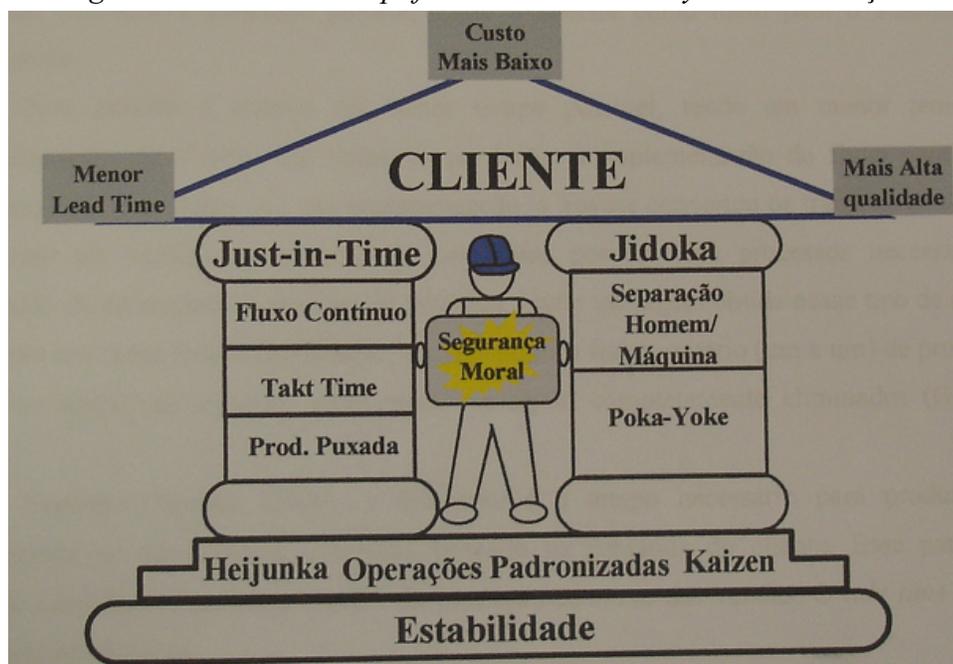
Perdas por produtos defeituosos são geradas pela fabricação de peças, sub-componentes e produtos acabados fora de especificação ou padrão de qualidade requeridas pelo projeto ou pela sua aplicação.

2.3. O MODELO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção ganhou notoriedade nos meios acadêmicos e industriais de todo o mundo, em grande parte devido ao impacto do “*Just-In-Time*” (JIT) sobre os métodos de gerenciamento da produção vigentes. [...] No entanto, interpretar Sistema Toyota de Produção como sendo essencialmente o JIT, demonstra um entendimento limitado de sua verdadeira abrangência e potencialidade (GHINATO, 1996).

Na verdade, o Sistema Toyota de Produção reúne vários conceitos e ferramentas como *Kanban*, 5 Porquês, *Poka-yoke*, Zero defeito, Fluxo contínuo, *Kaizen* entre outros. Ghinato (2000) propôs um modelo do STP, mostrado na figura 2.1, que reúne os conceitos e ferramentas, mostrando o objetivo e pilares que regem o sistema.

Figura 2.1 – Modelo Simplificado do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinato, 2000

Observa-se nesse modelo que o objetivo do Sistema Toyota de Produção é atender as necessidades do cliente oferecendo o mais baixo custo, no menor prazo e na mais alta qualidade e ao mesmo tempo garantir a segurança e moral dos colaboradores. O modelo tem como estrutura base a estabilidade do sistema, o *heijunka* (nivelamento do mix), operações padronizadas e o *kaizen* (melhoria contínua e incremental). Todos os componentes essenciais do Sistema Toyota de Produção serão descritos a seguir.

2.3.1. JUST-IN-TIME

A produção "*Just-in-Time*" tem como objetivo dispor os componentes necessários, onde necessário, na quantidade necessária e no número necessário. O "*Just-in-Time*" oferece oportunidades de aumentar a flexibilidade e diminuir os custos de manufatura, reduzindo lotes das operações de produção e eliminando os desperdícios (MOURA, 1989). Segundo Ghinato (2000), a aplicação do *Just in Time* está associada a três conceitos: fluxo contínuo, *takt time* e produção puxada.

Para abastecer cada processo com os itens certos, no momento certo e na quantidade e local certos é necessário garantir a flexibilidade de produção e lead times bem pequenos. Uma das maneiras para se conseguir isto é manter o fluxo contínuo de produção. Para propiciar o fluxo contínuo, as máquinas são agrupadas o mais próximo possível, na seqüência necessária para produzir uma peça de cada vez, do começo ao fim. Alcançando assim, menores *lead-times*, pouco

inventário e material, diminuição de transportes e movimentação e mantendo a flexibilidade de produção. Entretanto, mais importante do que concentrar os esforços nos desenvolvimentos de um melhor layout, é criar e manter o fluxo contínuo e eficiente na produção de pequenos lotes.

Segundo Ghinato (2000), *takt time* é o tempo necessário para produzir um componente ou produto completo, baseado na demanda do cliente. O *takt time* define o ritmo de produção associando o tempo disponível à demanda do cliente através da fórmula:

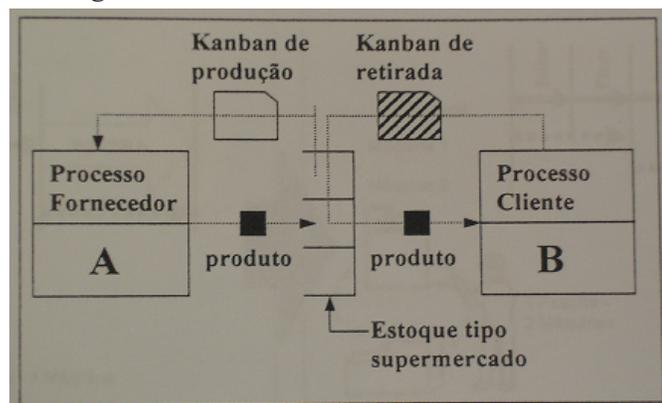
$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo total disponível}}{\text{Demanda do Cliente}}$$

No sistema de produção puxada, o material é retirado pelo usuário conforme necessário. A linha final de montagem tem conhecimento da quantidade das peças e quando serão necessárias, por isso, ela vai até o processo anterior para obter as peças necessárias, na quantidade necessária e no tempo necessário. O processo anterior produz, então, as peças retiradas pelo processo subsequente. Cada processo de produção retira as peças necessárias dos processos anteriores ao longo da linha.

O sistema de produção puxada requer a produção de um bem apenas quando o cliente solicitá-lo. Puxar significa não produzir até a solicitação, isto é, sob pedido. Esse pedido é realizado através do sistema *Kanban*.

O sistema *Kanban* emprega um cartão que identifica a necessidade de requisição de peças e um cartão idêntico ou semelhante que informa a necessidade de produzir mais peças (MOURA, 1989). Assim, temos dois tipos de *Kanban*: *kanban* de retirada, que especifica o tipo, local de entrega e quantidade de material que será retirado pelo usuário, e *kanban* de produção, que especifica o tipo, local de estocagem e quantidade de material que o fornecedor deve produzir. A figura 2.2 mostra a dinâmica do sistema *kanban*.

Figura 2.2 – Dinâmica do sistema *kanban*



Fonte: Rother e Shook, 1999

2.3.2. JIDOKA

O conceito *Jidoka* ou automação como também é conhecido, teve origem na tradicional indústria têxtil, com a invenção do tear auto-ativado. Um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios fossem rompidos.

Na verdade, a palavra *Jidoka* significa simplesmente automação. *Ninbem* no aru *jidoka* expressa o verdadeiro significado do conceito, ou seja, que a máquina é dotada de inteligência e toque humano (GHINATO, 1996).

A automação propicia ao operador ou à máquina a autonomia de parar a produção sempre que for detectada uma condição anormal. A idéia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo da produção.

Quando a máquina interrompe o processamento ou o operador pára a linha de produção, imediatamente, o problema torna-se visível ao próprio operador, aos seus colegas e a sua supervisão. Isto, desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa fundamental e eliminá-la evitando a reincidência do problema e conseqüentemente reduzindo as paradas da linha. (GHINATO, 1996).

Para evitar que os defeitos sejam passados para processo subsequente, é aplicado um sistema à prova de erros, através do *poka-yoke*. O *poka-yoke* é um mecanismo capaz de detectar condições anormais, sinalizando e paralisando a produção até que a situação seja corrigida.

2.3.3. HEIJUNKA

Heijunka é o nivelamento da produção em termos de volume e variedade de produtos, atendendo ao mix desejado pelo cliente. Isto significa elaborar uma programação nivelada através de uma seqüência de produtos repetida ciclicamente sendo capaz de atender a demanda dos diferentes produtos .

O nivelamento da produção tem como objetivos os pontos seguintes:

- Evitar produzir em grandes lotes;
- Combinar a produção de itens diferentes para garantir um fluxo contínuo;
- Reduzir os estoques;
- Manter constante a necessidade de mão-de-obra, máquinas e matérias.

2.3.4. OPERAÇÕES PADRONIZADAS

A padronização de operações opera como um método efetivo de organizar o trabalho reduzindo e eliminando perdas, através do estabelecimento e utilização de padrões em todas as etapas do processo. Os objetivos das operações padronizadas são:

- Aumentar a produtividade através da criação de uma rotina com mínimo de perdas;
- Balancear os processos, em termos de tempos de operação, com base no *takt time*;
- Definir o nível mínimo de estoque em processo, e mantê-lo tão baixo quanto possível.

Segundo a LEAN WAY CONSULTING (2005) as operações padronizadas eliminam:

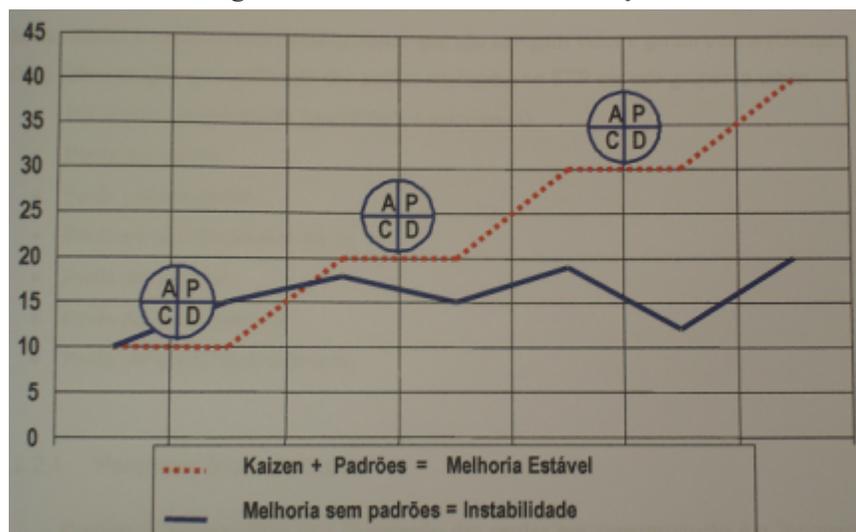
- Operadores seguindo seus próprios passos, sem considerar a célula com um todo;
- Flutuações no tempo de ciclo;
- Omissões de passos em um determinado processo;
- Geração de defeitos;
- Uso inadequado de máquinas e equipamentos;
- Lesões causadas por posturas ergonomicamente incorretas e atos inseguros.

2.3.5. KAIZEN

Kaizen significa o melhoramento incremental e contínuo de uma atividade ou de um equipamento, focado na eliminação de perdas de forma a agregar mais valor ao produto/serviço com um mínimo de investimento (GHINATO, 2000).

O recado da estratégia do *Kaizen* é que nenhum dia deve passar sem que algum tipo de melhoramento tenha sido feito em algum lugar da empresa. O *Kaizen* também é um processo de resolução de problemas, uma vez identificados, devem ser resolvidos. De fato, o *Kaizen* exige o uso de várias ferramentas de resolução de problemas. O melhoramento atinge novas alturas com cada problema que é resolvido. No entanto, para consolidar o novo nível, o melhoramento deve ser padronizado. Assim, o *Kaizen* também exige a padronização. Como apresenta a figura 2.3, onde mostra que só com o processo estável, através do *kaizen* e da padronização é possível incrementar algum melhoramento.

Figura 2.3 – Kaizen e Padronização



Fonte: Ghinato, 2000

2.3.6. ESTABILIDADE

A base de todo o Sistema Toyota de Produção está na estabilidade dos processos, isto é, nos processos previsíveis e sob controle. Pode-se dizer que a estabilidade implica na previsibilidade geral e disponibilidade constante em relação à mão-de-obra, às máquinas, aos materiais e métodos – os 4M's. Por trás de cada um desses blocos básicos, tenta-se estabelecer um processo consistente e previsível antes de avançar com os conceitos enxutos. Processos sem estabilidades estão presos à prática de “apagar incêndios”, sempre reduzindo a disponibilidade operacional e gerando a necessidade de recursos adicionais.

2.4 RESUMO DO CAPÍTULO

Como visto, a história da produção está inteiramente ligada aos anseios dos consumidores. No início, com o sistema de produção artesanal, cada produto possuía características individuais, ou seja, específicas a cada cliente. Porém, os consumidores começam a exigir confiabilidade (qualidade) e baixo custo. Para atender este novo mercado Ford implantou técnicas e desenvolveu o sistema de produção em massa.

O novo conceito de sistema da produção veio com o desejo de superar a indústria automobilística dos Estados Unidos. Toyoda e Ohno, presidente e engenheiro, respectivamente da Toyota Motor Co., perceberam a necessidade de eliminar o desperdício. Objetivando alta

qualidade, menor *leadtime* e preço justo, desenvolveram então o Sistema Toyota de Produção. Este reúne vários conceitos e ferramentas as quais foram explanadas seguindo um modelo do STP proposto por Ghinato, 2000.

3. O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Este capítulo apresenta a definição do Mapeamento do Fluxo de Valor, descrevendo sua importância, benefícios e utilização.

3.1 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Um fluxo de valor é toda a ação (agregando valor ou não) necessária para trazer o produto por todos os fluxos essenciais a cada produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria prima até os braços do consumidor, (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento (ROTHER e SHOOK, 1998). É notória a importância do fluxo de valor para a produção enxuta, mas é preciso ir um pouco mais à frente e ser capaz de olhar os processos horizontalmente através do seu mapeamento.

Um dos propósitos mais importantes era fornecer aos praticantes *lean* uma perspectiva que fosse além das melhorias dos processos individuais. Muitas empresas no Brasil estavam acostumadas ao conceito de melhoria contínua (ou *kaizen*), mas via de regra não focalizavam essas melhorias de forma sistêmica. [...] Isso significa romper com a perspectiva tradicional de examinar departamentos ou funções e enfatizar as atividades, ações e suas conexões no sentido de criar valor e fazê-lo fluir, desde os fornecedores até os clientes finais (FERRO, 2006).

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que segue o produto ao longo do fluxo de valor, como representação visual de cada processo no fluxo de produção. As vantagens que tornam o Mapeamento do Fluxo de Valor essencial são:

- Visualização do fluxo e não apenas dos processos individuais;
- Identificação das fontes de desperdício;
- Relação entre fluxo de material e de informação;
- Referência para plano de implementação enxuta;
- Junção dos conceitos enxutos, evitando implementação de técnicas isoladas;
- Decisões mais visíveis sobre o fluxo.

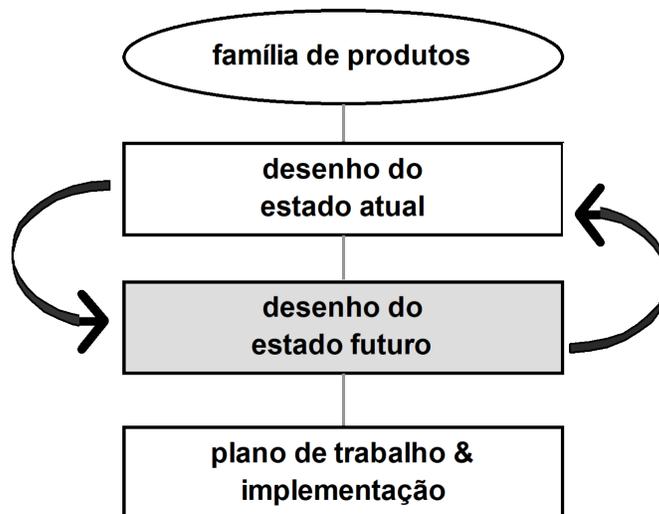
O fluxo de produção não remete somente à movimentação do material dentro da planta. O fluxo de informação é o sinal que indica o que deve ser produzido em cada processo, e complementa o fluxo de produção junto ao fluxo de material. Na produção enxuta, o fluxo de material só acontece se existir o fluxo de informação. Assim, deve-se tratar dois com a mesma importância.

É importante destacar que muitas pessoas são envolvidas na implementação do sistema de produção enxuta. Todas elas devem também participar do mapeamento do fluxo de valor e assim serem capazes de entender e propor melhorias para o mapa do estado futuro e de implementar as mudanças em busca do estado futuro. Mas, num trabalho em equipe é necessário ter uma liderança. Neste caso, de alguém que enxerga através das fronteiras dos fluxos de valor de um produto e que faça as coisas acontecerem. Segundo Rother e Shook (1999), este “Gerente do fluxo de valor” tem dentre suas atividades:

- Reportar os progressos da implementação enxuta à pessoa mais influente da unidade;
- Fazer as coisas acontecerem além dos limites funcionais e departamentais;
- Liderar a criação dos mapas do fluxo de valor dos estados atual e futuro, bem como sua implementação.
- Dar prioridade máxima à implementação;
- Manter e atualizar o plano de ação para a implementação.

O mapeamento do fluxo de valor pode ser uma ferramenta de comunicação, uma ferramenta de planejamento de negócios e uma ferramenta para gerenciar o processo de mudança. Mapear o fluxo de valor é essencialmente uma linguagem, e como qualquer linguagem, a melhor forma de aprender a mapear é praticá-lo formalmente primeiro, até usá-lo instintivamente (ROOTHER e SHOOK, 1998). Para a prática do Mapeamento do Fluxo de Valor deve-se seguir as etapas mostradas no esquema (figura 3.1) abaixo:

Figura 3.1 – Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor



Fonte: Rother e Shook, 1999

3.2 SELEÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS

Desenhar as etapas de processamento de todos os produtos de uma empresa em um único mapa de valor resultaria em mapa muito complicado. Além disso, os consumidores preocupam-se com produtos específicos. Por isso, é necessário focalizar em uma família de produtos, a qual reúne produtos que utilizam os mesmos equipamentos e passam por etapas semelhantes de processamento.

3.3 O MAPA DO ESTADO ATUAL

Rother e Shook (1999) advogam que qualquer esforço de melhoria deve-se começar clarificando as definições de valor de um produto a partir da ótica do consumidor. De outra forma, pode-se melhorar um fluxo de valor que fornece eficientemente para o consumidor final algo que ele eficientemente não deseja. Assim, o mapeamento deve começar com as demandas do cliente.

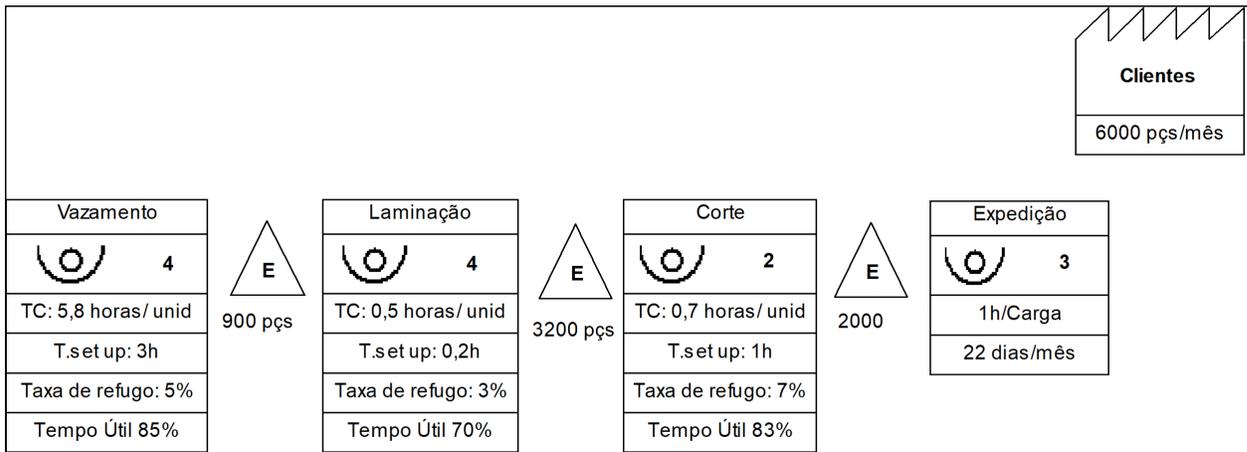
A partir da coleta de informações no chão de fábrica, é feito o desenho do estado atual da planta no nível do fluxo “porta-a-porta”. Deve-se, então, mapear o fluxo de material registrando cada etapa dos processos e suas paradas. O fluxo de material é desenhado na parte de baixo dos mapas, da esquerda para a direita.

Os processos básicos de produção são desenhados indicando por onde o material está fluindo. Mesmo quando um processo é composto por várias estações de trabalho interligadas, existindo ou não algum estoque entre elas, é representado por uma única caixa de processo. Entretanto, se os processos estão separados com estoque parado, acumulado e transportado em lotes devem ser representados separadamente.

Ao percorrer o fluxo de material de uma família de produtos, podem ser encontrados lugares onde o estoque se acumula. Esses pontos são importantes para serem desenhados no mapa da situação atual, pois eles mostram onde o fluxo está parando (ROTHER e SHOOK, 1999).

Alguns dados devem ser registrados no mapeamento embaixo de cada etapa do processo. As informações que devem ser registradas são: tempo de ciclo, tempo de troca de ferramentas, tamanho dos lotes de produção, número de variações de um produto, número de operadores, tamanho de embalagem, tempo de trabalho disponível, taxa de refugo e tempo de operação real da máquina. A figura 3.2 mostra a visão inicial do mapa, representando apenas o cliente, os processos com a caixa de dados pertinentes e os estoques:

Figura 3.2 – Visão inicial do mapa do fluxo de valor



Fonte: Autora, 2006

Depois de mapeado o fluxo de material, adiciona-se o fluxo de informações que é desenhado na parte superior dos mapas, da direita para esquerda. O fluxo de informação mostra com que a frequência cada processo é informado sobre o que fazer e quando fazer para o seu processo cliente. Neste momento são identificados os movimentos de matérias que são empurrados pelo produtor e não puxados pelo cliente.

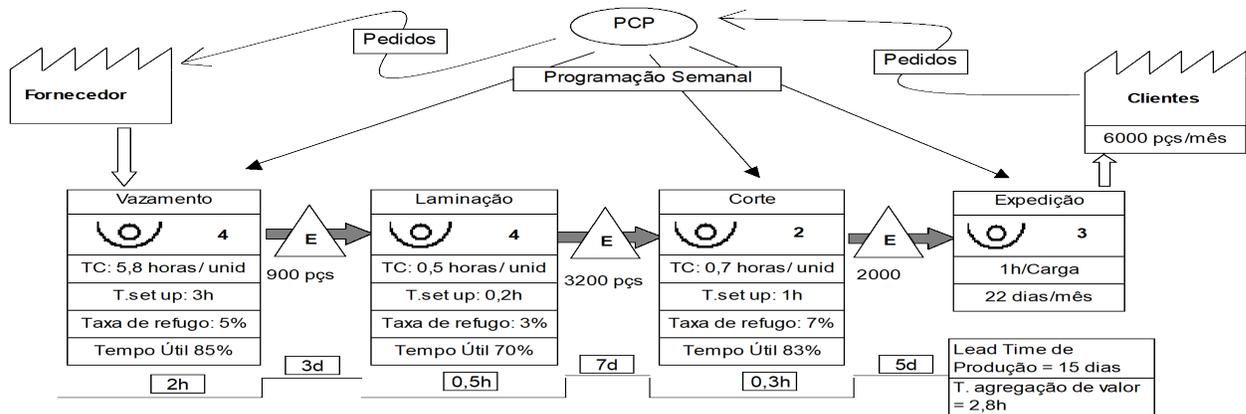
Com os dois fluxos mapeados, a próxima etapa é desenhar a linha do tempo embaixo dos processos e dos estoques. Através da linha do tempo, determina-se o *Lead time* total, tempo que uma peça leva para percorrer todo o caminho no chão de fábrica, desde a sua chegada como matéria-prima até a liberação para o consumidor.

Uma análise interessante é comparar o tempo total de agregação de valor com o *Lead time* dos estoques. O *Lead time* dos processos é o tempo de agregação de valor e o *Lead time* dos estoques é calculado pela fórmula:

$$Lead\ Time = \frac{Quantidade\ em\ Estoques}{Demanda\ Diária\ do\ Produto}$$

A figura 3.3 abaixo mostra a visão do mapa, completado agora com fluxo de informação e a linha do tempo:

Figura 3.3 – Visão do mapa do fluxo de valor



Fonte: Autora, 2006

3.4 FLUXO DE VALOR ENXUTO

O mapeamento do fluxo de valor é somente uma técnica. Assim, a questão básica de tornar-se enxuto não é apenas mapear. O objetivo é identificar e eliminar as fontes dos desperdícios. O que tenta-se realmente fazer na produção enxuta é obter um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. Tenta-se ligar todos os processos – desde o consumidor final até a matéria-prima – em um fluxo regular sem retornos que gera o menor *Lead time*, a mais alta qualidade e custo mais baixo (ROTHER e SHOOK, 1999). Para isto, Rother e Shook (1999), sugerem os seguintes procedimentos:

- Procedimento 1: Produzir de acordo com o seu *takt time*
- Procedimento 2: Desenvolver o fluxo contínuo onde possível
- Procedimento 3: Usar supermercado para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos anteriores
- Procedimento 4: Tentar enviar a programação do cliente para somente um processo de produção
- Procedimento 5: Distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador (nivele o mix de produção)

- Procedimento 6: Criar uma “puxada inicial” com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador (nivele o volume de produção)
- Procedimento 7: Desenvolver a habilidade de fazer “toda parte todo dia” (depois a cada turno, a cada hora ou *pallet* ou *pitch*) nos processos de fabricação anteriores ao processo puxador

3.5 O MAPA DO ESTADO FUTURO

As idéias sobre o estado futuro virão à mente enquanto se estiver mapeando o estado atual, assim como, desenhar o estado futuro mostrará importantes informações sobre o estado atual que passaram despercebidas anteriormente. Um mapa do estado ideal pode ser uma boa visão de futuro, de dois a cinco anos na frente. Mas, via de regra, não é muito operacional, pois imobiliza o time frente aos investimentos necessários e outros fatores que impedem a ação imediata. A adoção de um “mapa futuro 1”, cujo plano de ação possa iniciar amanhã, colhendo-se resultados em 6 meses, é fundamental para que sejam dados os passos necessários para, gradativamente, se chegar ao estado ideal (FERRO, 2006). Para isto, é necessário inúmeros mapas do estado futuro, cada um mais enxuto e mais próximo do ideal, com o processo fornecedor fazendo somente o que o processo cliente necessita e quando necessita.

O objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um “estado futuro” que pode torna-se uma realidade em um curto período de tempo (ROTHER e SHOOK, 1999).

Ao observar o mapa do estado atual, questiona-se: Nota-se algum problema? Assim, as respostas mostrarão os pontos que precisam ser modificados e mostrados no mapa do estado futuro. Rother e Shook (1999) sugerem seguir uma lista de questões chaves para guiar o desenho do estado futuro. As questões são citadas a seguir:

1. Qual é o *takt time*, baseado no tempo de trabalho disponível dos processos posteriores que estão mais próximos do cliente?
2. Você produzirá para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam ou diretamente para a expedição?
3. Onde você pode usar o fluxo de processo contínuo?
4. Onde você precisará introduzir os sistemas puxados com supermercados?

5. Em que ponto único da cadeia de produção (“o processo puxador”) você programará a produção?
6. Como você nivelará o mix de produção no processo puxador?
7. Qual incremento de trabalho você liberará uniformemente do processo puxador?
8. Quais as melhorias de processo serão necessárias para fazer fluir o fluxo de valor conforme as especificações do projeto de seu futuro estado?

3.6 O PLANO DE AÇÕES

O Mapeamento do Fluxo de Valor é apenas um meio de melhorar o desempenho de sua organização, o que é, afinal, o verdadeiro fim. [...] Mapear por mapear não é uma estratégia válida (FERRO, 2006). Assim, muito mais importante do que mapear é implementar as ações que irão fazer chegar ao estado futuro definido.

Na maioria dos casos é impossível implementar o estado futuro totalmente de uma só vez, por isso é recomendável dividir a implantação em etapas. O mapa de fluxo de valor pode ser dividido em “*loops*” para que os esforços para implementação sejam dispersos. O primeiro *loop* a ser definido é o *loop* puxador, que inclui o fluxo de material e de informação entre o cliente e o processo puxador. Os *loops* adicionais incluem o fluxo de material e informação antes do processo puxador.

Para se chegar ao estado futuro de forma sistemática deve-se criar um plano de ação que mostre o que e quando se deve fazer, metas quantificáveis e os pontos de checagem com prazos e responsáveis. Para se planejar por onde iniciar a implantação, Rother e Shook (1999) recomendam considerar os *loops*:

- Onde o processo está bem entendido pelo pessoal;
- Onde a probabilidade de sucesso é alta;
- Onde pode se prever um grande impacto financeiro.

Decidido o *loop* que iniciará a implantação, resta saber qual a seqüência que as melhorias no fluxo de valor devem seguir. Rother e Shook (1999) ainda recomendam seguir a seguinte seqüência:

- Desenvolver um fluxo contínuo que opere baseado no *takt time* que proporciona o maior impacto financeiro em termos de eliminação de desperdício;
- Estabelecer um sistema puxado para controlar a produção;
- Introduzir o nivelamento;

- Praticar kaizen continuamente para eliminar desperdício, reduzir os tamanhos dos lotes, encolher supermercados e estender o alcance do fluxo contínuo;

3.7 RESUMO DO CAPÍTULO

Sempre enxergando o todo, o mapeamento do fluxo de valor sugere a coleta e análise de dados em vários estágios das operações e em suas conexões, que quando reunidas em um mapa se torna um subsídio muito importante para tomadas de decisões. Neste capítulo, foram apresentados o conceito e as vantagens desta ferramenta e a descrição de cada etapa a fim de fundamentar o estudo de caso que será apresentado a seguir.

4. ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso, usado com uma abordagem descritiva, apresenta a utilização da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor na reestruturação da linha de produção de folhas finas e intermediárias na Alcoa Alumínio SA, na unidade de Itapissuma, Pernambuco. Como já observado na Justificativa (Capítulo 1), esta ferramenta já foi utilizada pela empresa na implantação de seu sistema de produção enxuto e este estudo descreve e analisa segundo a utilização do mapeamento do fluxo de valor para direcionar o projeto de mudança citado acima.

Após a base conceitual sobre manufatura Enxuta apresentada no capítulo 2, este capítulo inicia-se com a apresentação do modelo de gerenciamento utilizado pela empresa, o ABS, Alcoa Business System. A segunda parte deste capítulo apresenta o andamento da reestruturação de uma linha de produção como dito anteriormente. A empresa possui o modelo de gerenciamento baseado nos conceitos da manufatura enxuta. Sendo assim, acredita que o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta que ajuda a fazer melhorias sistemáticas e permanentes que eliminam não só o desperdício, mas também as fontes de desperdício. Ajuda ainda a estabelecer a real necessidade e foco adequado das diversas ferramentas *Lean*, tais como: células para criar verdadeiro fluxo contínuo, sistemas puxados e nivelados, *setup* rápido, gestão visual e a enxergar melhor a integração entre elas (FERRO, 2002).

4.1 ALCOA BUSINESS SYSTEM

O sistema ABS é o sistema de gerenciamento da Alcoa que propõe a busca pelo estado ideal, orientado por princípios básicos e tem como meta direcionar decisões, comportamentos, processos e atividades em todos os níveis de negócio e áreas de trabalho. Considerado como o diferencial competitivo mais importante da companhia, o ABS gera benefícios visíveis em todas as unidades da Alcoa. Ajudando a eliminar os desperdícios, melhorar as condições de trabalho, otimizar funções, o ABS concentra as atenções nas reais necessidades dos clientes.

Quatro regras orientam os projetos, as operações e os processos que operam sob o ABS. Estas são chamadas de Regras em Uso e nelas estão os métodos científicos de soluções de problemas que são: Identificar o problema, Colher os dados (definir o problema), Estabelecer hipóteses, Conduzir um experimento, Verificar as hipóteses.

As Regras em Uso são:

A) **Regra 1:** Atividades individuais agregam valor ao produto.

A regra 1 define as necessidades para padronizar as entradas, processos e trabalho feito pelas pessoas e máquinas, pois assim, um resultado esperado pode ser claramente definido. Os objetivos da Regra 1 são:

- Definir o que é preciso e esperado no fazer do trabalho individual;
- Providenciar os meios para alertar rápida e visualmente aqueles mais próximos ao problema;
- Providenciar a pessoa com meios para chamar ajuda;
- Reduzir a complexidade de achar a causa de um problema e assim criar menos frustração no ambiente de trabalho;
- Ajudar a eliminar problemas resolvendo na fonte e assim reduzir continuamente as dificuldades que as pessoas enfrentam fazendo seus trabalhos;
- Estabelecer uma pessoa fazendo o trabalho como um “expert” nos seus trabalhos.

B) **Regra 2:** Atividades devem estar ligadas entre si.

A Regra 2 engloba o pedido do cliente, a resposta do fornecedor e a comunicação binária. A Regra 2 alerta que a ligação entre cliente e fornecedor deve ser direta e simples, não ambígua, possibilitando enviar pedidos e receber respostas. Estas ligações devem ser designadas com testes para verificar se um pedido não atinge a resposta esperada ou se a resposta ocorre sem um pedido.

C) **Regra 3:** O fluxo de operações e atividades deve ser simples e claro.

Na Regra 3 cada produto e serviço, incluindo informações, devem fluir por um caminho simples e pré-estabelecido (fixado), livre de *loopings* e bifurcações. Esta regra torna o lead-time previsível e permite que os funcionários trabalhem com operações binárias.

D) **Regra 4:** O processo de aprimoramento das atividades deve ser contínuo.

A regra 4 afirma que a busca por melhorias deve ser constante e estruturada. Toda melhoria deve ser feita usando o método estruturado, guiado por um orientador e isto deve ser adotado em todos os níveis da organização. Deve ser sinalizado quando a melhoria não está sendo realizada a tempo pelos procedimentos especificados ou se o resultado esperado não foi alcançado.

O ABS é sustentado pelos seguintes princípios:

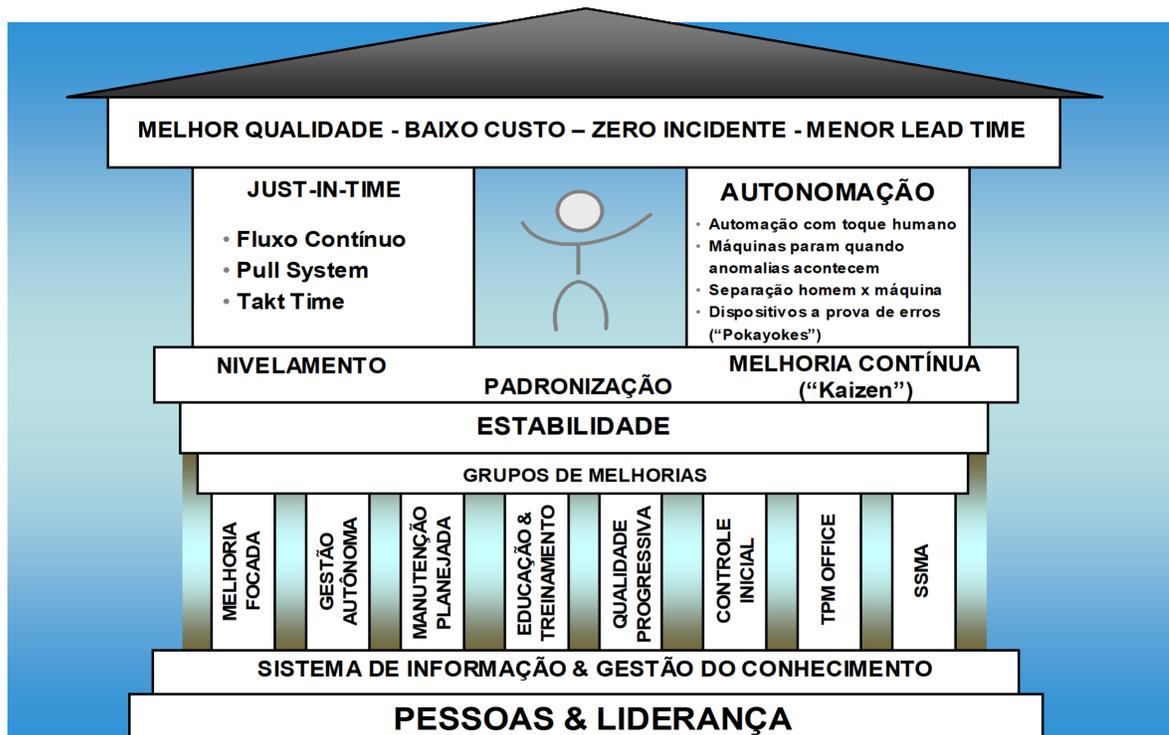
A) **Fazer para uso:** O produto certo, na quantidade certa, na hora certa, na especificação correta, como definido pelo cliente.

- B) **Eliminar desperdícios:** Qualquer elemento desnecessário na operação, desperdícios e perdas, durante o processo de produção devem ser eliminados.
- C) **Pessoas sustentam o Sistema:** As pessoas dão sustentação ao ABS, permitem resultados positivos e contribuem para implantação das melhorias.

O ABS tem como base o desenvolvimento das Pessoas e Liderança, seguido do Sistema de Informação e Gestão do Conhecimento. O próximo elemento de sustentação do sistema é a Estabilidade proporcionada pela confiabilidade dos equipamentos, processos estáveis, qualidade dos produtos e fornecedores. A Estabilidade é ainda sustentada pelos Grupos de Melhoria que tem como objetivo a resolução de problemas e otimização dos processos. Entre os Grupos de Melhoria e o Sistema de Informação e Gestão do Conhecimento existem os Pilares que desenvolvem atividades para a otimização de áreas e assuntos específicos.

Como mostrado na figura 4.1, o sistema ABS tem como objetivo melhorar a qualidade, diminuir o custo, reduzir o *lead time* e melhorar a segurança, saúde e meio ambiente. Pode-se observar também que a estrutura do ABS é bem semelhante a estrutura do Sistema Toyota de Produção, proposta por Ghinato (1996). E assim possui os mesmos pilares Jidoka e Just-in-time (compreendido pelo fluxo contínuo, o sistema puxado e o *takt time*) e também uma base que inclui o nivelamento da produção, a padronização das atividades e a melhoria contínua.

Figura 4.1 – Estrutura do ABS

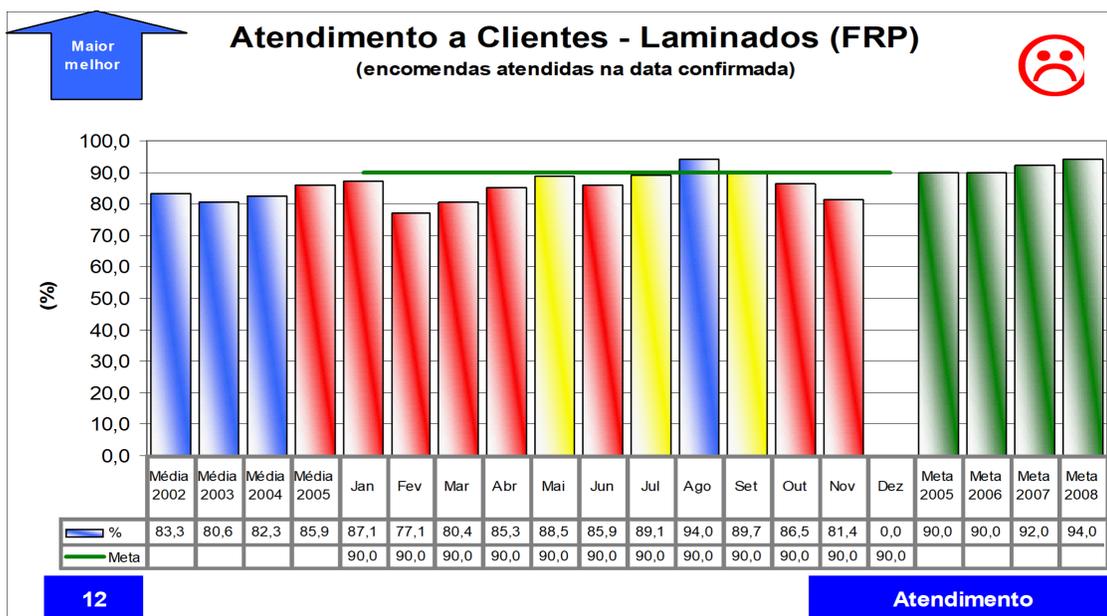


Fonte: Alcoa, 2006

4.2 JUSTIFICATIVA DA REESTRUTURAÇÃO

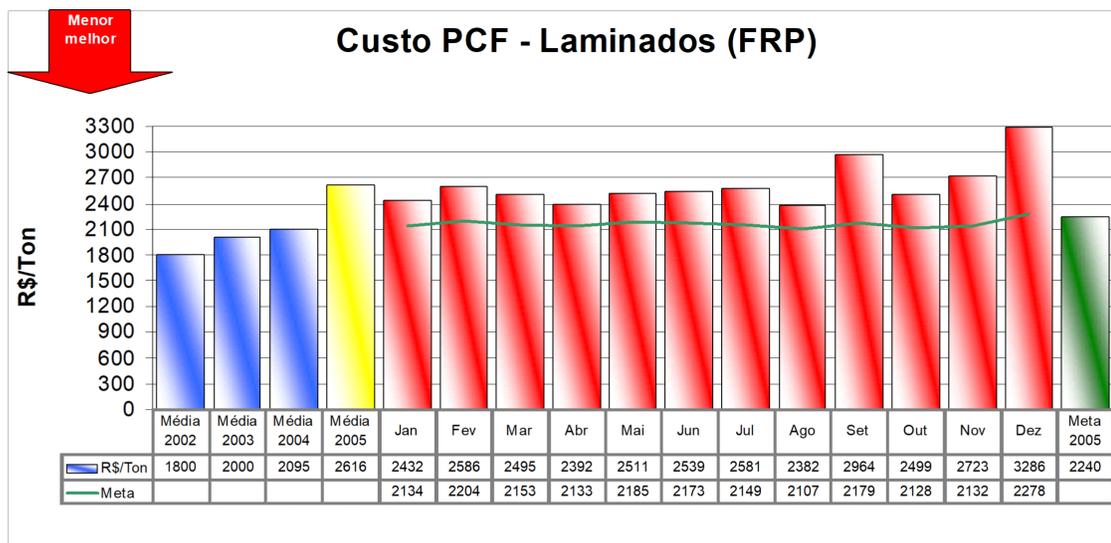
Como dito anteriormente, o aumento do plano operacional, desenvolvimento de novos produtos, alterações no processo de antigos produtos entre outros provocaram vários problemas no fluxo de produção da Alcoa Alumínio. Dentre as características da situação atual apresentadas no capítulo 1 (1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA), os atrasos no atendimento ao cliente e o alto custo influenciavam bastante o sucesso do negócio. Os gráficos (figuras 4.2 e 4.3, respectivamente) seguintes mostram o impacto destas duas situações:

Figura 4.2 – Gráfico Atendimento a Clientes



Fonte: Alcoa Itapssuma, 2005

Figura 4.3 – Gráfico Custo Laminados



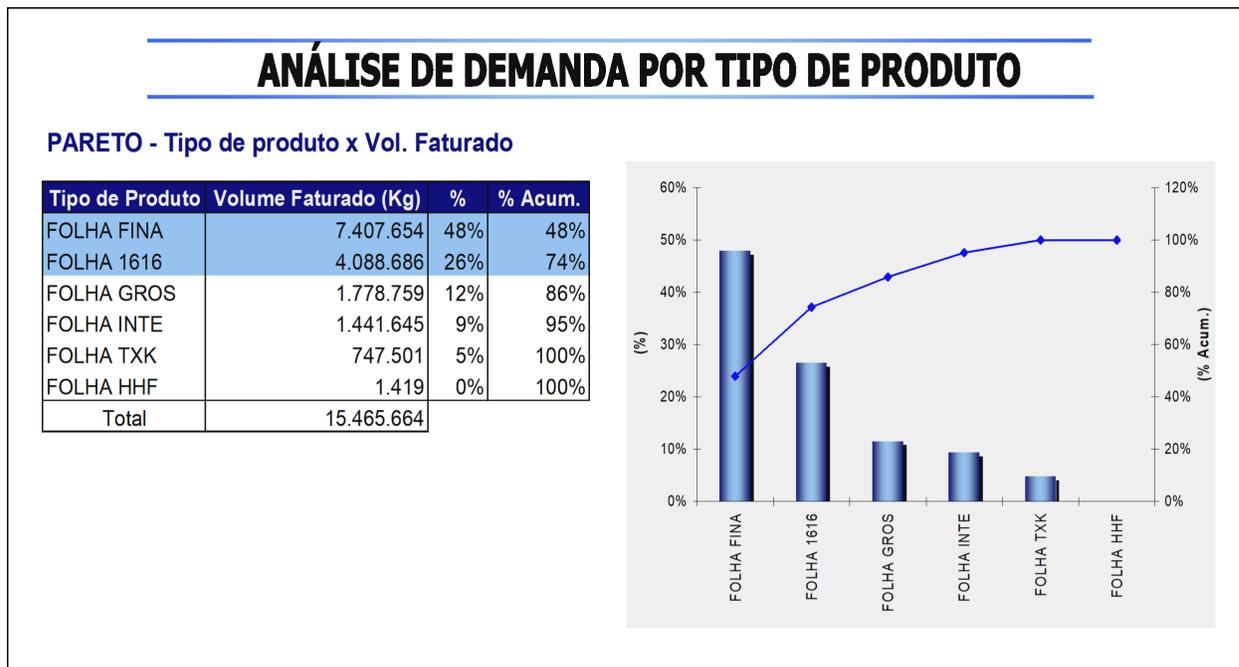
Fonte: Alcoa Itapssuma, 2005

Assim, em outubro de 2005, foi iniciado um trabalho com o objetivo de reestruturar a linha de produção, eliminando e diminuindo esses problemas. Para realização deste trabalho, foram selecionadas algumas pessoas do departamento de Planejamento e Controle da Produção, as quais foram treinadas na utilização da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor.

4.3 SELEÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS

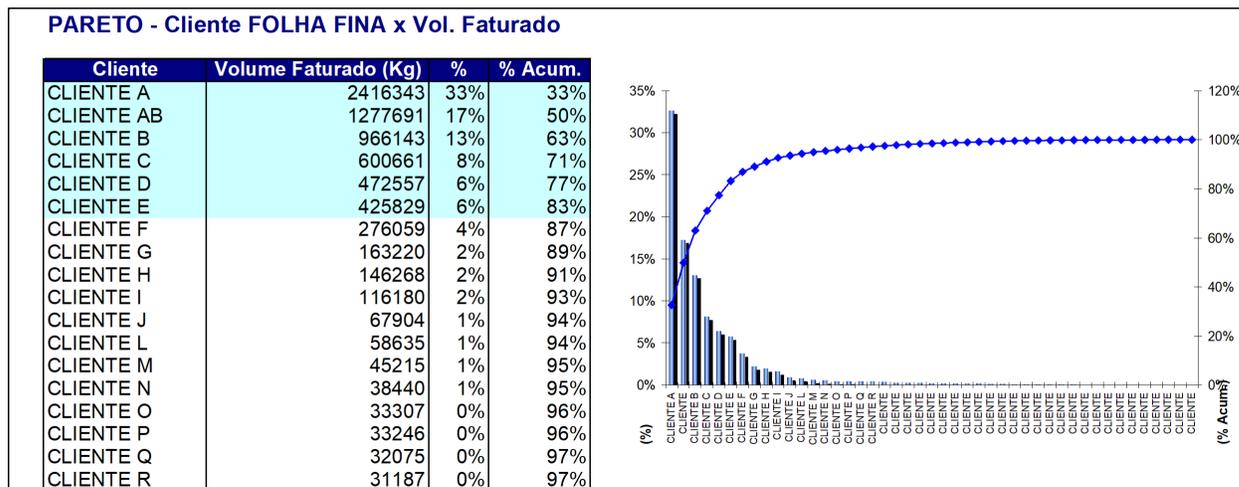
A primeira etapa foi analisar a demanda por tipo de produto para que fosse decidida qual família de produtos iria se trabalhar. Criando um pareto “Tipo de Produto X Volume Faturado” (figura 4.4), verificou-se que o produto que deveria se focalizar seria Folha Fina Fina (Folha Fina) e Folha Fina Larga (Folha 1616). Com outros paretos “Cliente Folha Fina Fina X Volume Faturado” e “Cliente Folha Fina Larga (1616) X Volume Faturado”, mostrados nas figura 4.5 e 4.6, respectivamente, foi analisada a influência de cada cliente de Folha Fina ao volume faturado e assim o mapeamento foi restringido apenas aos produtos de Folha Fina, focalizando os produtos vendidos aos clientes A e AB. Ao analisar os paretos relacionados aos clientes, foi observado que alguns dos principais clientes também consomem produtos de Folha Intermediária. Observando que os produtos de Folha Fina possuem processos semelhantes aos de Folha Intermediária foi decidido mapear também este tipo de produto.

Figura 4.4 – Análise de Demanda por Tipo de Produto – Pareto Tipo de produto X Volume Produzido



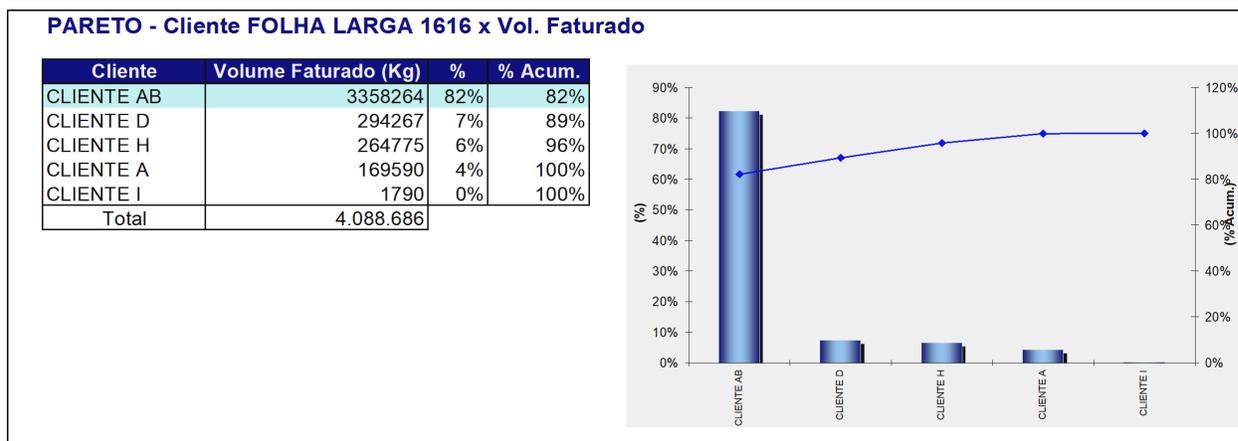
Fonte: Alcoa Itapissuma, 2005

Figura 4.5 – Análise de Demanda por Tipo de Produto – Pareto Cliente Folha Fina X Volume Faturado



Fonte: Alcoa Itapssuma, 2005

Figura 4.6 – Análise de Demanda por Tipo de Produto – Pareto Cliente Folha Larga X Volume Faturado



Fonte: Alcoa Itapssuma, 2005

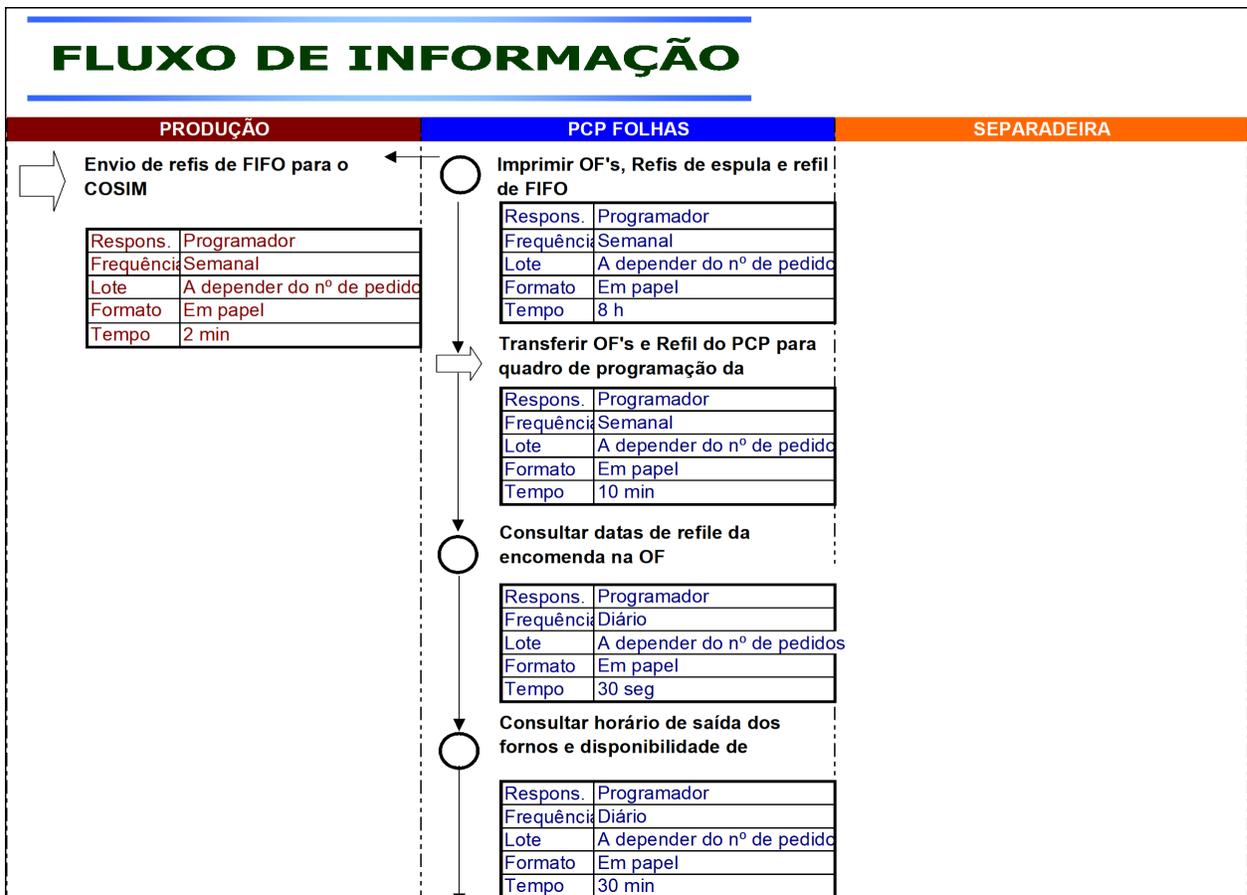
4.3 DESENHO DO ESTADO ATUAL

Para a otimização do tempo no desenho da situação atual, a equipe selecionada para este trabalho foi dividida em duplas onde metade da equipe acompanhou e coletou dados sobre o fluxo de informações e a outra metade sobre o fluxo de material. Depois de coletados os dados, iniciou-se, então, o desenho do mapa de informação, mostrado na figura 4.7. As informações deste mapa foram sendo acrescentadas no mapa do fluxo de valor à medida que este estava sendo elaborado.

Inicialmente, foi requisitado que o mapa estivesse o mais completo possível. Foram acrescentadas muitas informações como número e capacidade de empilhadeiras e pontes rolantes utilizadas, e outras informações e ícones poluindo o mapa e dificultando enxergar o essencial, o fluxo. Na verdade, foram gastas várias horas de trabalho para coleta e representação no mapa dessas informações pouco úteis.

Então, foi decidido redesenhar o mapa do estado atual com as informações já coletadas e de maneira clara, ou seja, apenas com as informações, agora, consideradas importantes. O mapa da situação atual é apresentado em anexo 1.

Figura 4.7 – Pareto Cliente Folha Fina X Volume Faturado



Fonte: Alcoa Itapissuma, 2005

4.4 DESENHO DO ESTADO FUTURO

Ao mesmo tempo em que era desenhada a situação atual da linha de produção, o mapa do estado futuro era idealizado. Com o mapa do estado atual concluído a equipe identificou os

pontos e fontes de desperdício e listou as melhorias que seriam feitas a curto e longo prazo e assim chegaram ao desenho do estado futuro. Algumas das melhorias identificadas foram:

- Gestão visual: adequar funcionamento dos quadros de programação, nivelamento e frequência de puxada;
- Ponto de interferência do PCP (Planejamento e Controle da Produção) limitado apenas a dois pontos na produção (no laminador Cosim e nas Separadeiras);
- Ter gestão de acompanhamento de materiais desviados / rejeitados;
- Supermercados alinhados com o Plano Operacional de 2006;
- Cavaletes para material distribuídos de acordo com o tamanho das lojas;
- Lojas de produto acabado (Largo e 1295 TPAK);
- Redução do *Lead time*;
- Redução do inventário de matéria-prima, material em processo e produto acabado;
- Performance de entrega para clientes em 100% para Folha Fina Larga e em 90% Folha Fina Estreita;
- Redução no custo de embarque de cargas expressas/aéreas;
- Distribuição uniforme de embarques durante o mês;
- Quadro de programação da expedição em funcionamento;
- Nivelamento dos insumos de movimentação e embalagem;
- Layout da área de resfriamento adequado à demanda;
- Sistemática de carregamento dos fornos de acabamento;
- Garantia de FIFO no carregamento dos fornos;
- Melhor aproveitamento da área externa às separadeiras;
- Sincronia entre a chegada do material e data de produção da Ordem de Fabricação nas separadeiras para *Kanban B*
- Sequência de tratamento nos fornos Junkers;
- Avaliar a viabilidade da existência das famílias FFL (Folha Fina Larga) e FFE (Folha Fina Estreita) entre Kasa → Junker → Kasa → Cosim; Funcionamento do *Pull* de matéria-prima. O mapa da situação alvo é apresentado em anexo 2, onde considera essa e

outras melhorias.

4.5 PLANO DE AÇÃO

Antes de preparar o plano de ação, o mapa da situação alvo foi dividida em “*loops*” considerando os responsáveis por cada área do fluxo de produção. Considerando os *loops* onde o processo é bem entendido e a probabilidade de sucesso a curto prazo, é alta através de esforços menores, foi decidido iniciar a implantação pelos *loops* 1, 5 e 6 simultaneamente.

Foram desenvolvidos dois planos de ação. O primeiro plano de ação desenvolvido tem uma visão macro no uso da ferramenta e traz atividades realizadas desde a decisão do uso do Mapeamento do fluxo de valor. Este plano de ação foi chamado de “Masterplan” (mostrado na figura 4.8) e é usado para apresentar à alta administração o andamento do mapeamento do fluxo de valor. Observa-se a previsão para conclusão da reestruturação dos *loops* 1, 5 e 6 seria março de 2006 e as atividades relacionadas a esses *loops* já estão atrasadas. Na verdade até as atividades iniciais foram concluídas com atraso em relação a previsão. Os pontos que podem justificar esses atrasos serão abordados do próximo tópico (4.6 CONSIDERAÇÕES).

No outro plano de ação, chamado de “Gerenciamento das Atividades”, os mapas foram separados em *loop* e as atividades são apresentadas separadamente por *loop* para que seja acompanhada a implantação etapa a etapa. Uma parte do gerenciamento de ações é mostrada na figura 4.9. O Gerenciamento de Ações foi criado para que a equipe e o responsável pelo mapeamento acompanhassem a evolução da reestruturação e, fazendo com que as dificuldades para cumprir os prazos fossem avisadas antecipadamente. Entretanto, depois de desenhados os mapas de estado atual e futuro, a equipe se dispersou e não foram programados encontros para acompanhar a reestruturação com a ajuda do Gerenciamento das Ações.

Figura 4.8 – Máster Plan – Mapeamento do Fluxo de Valor

Master Plan Pull System Folhas											
Membros: Izabel Patriota, Juliana Larrazabal, Deborah Batista, Alexsandro Magalhães, Katarina Ferreira, Marcelo Palmeira, Marcos Alves, Michelle Magalhães, Rodrigo Melo, Sérgio Galindo											
Atividade	Responsável	2005									
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Ju	
1 - Treinamento mapeamento do fluxo de valor (nivelamento)	Sérgio Galindo	█									
2 - Mapear fluxo de valor - Situação atual e futura	Equipe		█	█							
3 - Elaborar A3	Equipe		█	█							
4 - Apresentação do A3 para alta direção/Necessidade de recursos	Equipe			█	█						
5 - Validar planejamento com envolvidos	Padrinhos			█	█						
5.1 - Atividades no Loop 1 (SEPARADEIRAS - EXPEDIÇÃO)	Padrinhos e Equipe				█	█	█	█	█		
5.2 - Atividades no Loop 2 (COSIM - SEPARADEIRAS LG)	Padrinhos e Equipe								█	█	
5.3 - Atividades no Loop 3 (COSIM - SEPARADEIRAS EST.)	Padrinhos e Equipe								█	█	
5.4 - Atividades no Loop 4 (COSIM - SEPARADEIRAS KB B)	Padrinhos e Equipe								█	█	
5.5 - Atividades no Loop 5 (KASA-JUNKER-KASA-COSIM)	Padrinhos e Equipe				█	█	█	█	█	█	
5.6 - Atividades no Loop 6 (CASTER-KASA)	Padrinhos e Equipe				█	█	█	█	█	█	

Legenda: █ Planejado █ Concluído █ Em andamento █ Atrasado

Fonte: Alcoa Itapissuma, 2005

Figura 4.9 – Gerenciamento das ações – Mapeamento do Fluxo de Valor

GERENCIAMENTO DAS AÇÕES - Mapeamento do Fluxo de Valor							
Item	Nº	PROCESSO/ÁREA	AÇÕES	RESP.	PRAZO	STATUS	COMENTÁRIOS
	L-1.1	PCP & PULL	Analisar/ Validar agrupamentos de produtos por família.	Michelle	3-nov-05	OK	Ajuda - Juliana
	L-1.2	PCP & PULL	Analisar balanceamento de recursos de produção	Rodrigo	3-nov-05	Em andamento	
	L-1.2.1	PCP & PULL	Definir / Levantar (Chassi, stage, fornos, separadeiras,...) - recursos de produção + recursos de movime. + recursos de armazém.	Michelle	3-nov-05	OK	Ajuda - Izabel
	L-1.2.2	PCP & PULL	Levantar volume de produção (demanda) por família.	Michelle	3-nov-05	OK	Ajuda - Juliana
	L-1.2.3	PCP & PULL	Calcular tempo necessário de produção.	Michelle	3-nov-05	OK	Ajuda - Juliana
	L-1.2.7	PCP & PULL	Comparar condição atual com condição necessária e definir "GAP" (recursos necessários).	Rodrigo	17-nov-05	Pendente	Ajuda - Juliana
	L-2.1	PCP & PULL	Analisar/ Validar agrupamentos de produtos por família.	Juliana		OK	
	L-2.2	PCP & PULL	Definir/ Validar tipo de puxada (MTS/ MTO) para a família FFL	Juliana	4-nov-05	OK	
4/5/9/13	L-2.3	PCP & PULL	Calcular/ Validar dimensão supermercados filas e buffers. (alinhado com o PO2006)	Juliana	24-nov-05	OK	
	L-2.4	PCP & PULL	Rever sistemática de funcionamento dos quadros.	Juliana	11-nov-05	OK	
	L-2.5	PCP & PULL	Atualizar linha do tempo	Juliana	22-nov-05	Em andamento	
	L-2.6	PCP & PULL	Aferir volume W.I.P. no mapa	Juliana	22-nov-05	Em andamento	Fazer o cálculo baseado no percentual de 65%

Fonte:Alcoa Itapissuma, 2005

4.6 CONSIDERAÇÕES

A ação concreta esperada ao fim do mapeamento é a implementação dos estados futuros definidos. O ideal é que o estado futuro possa ser alcançado em um período de 6 meses a um ano, mas neste caso estudado o tempo previsto para a implantação da situação ideal foi prejudicado.

A reestruturação da linha de produção que foi iniciada em outubro de 2005 utilizando-se do mapeamento do fluxo de valor já apresenta sinais de atraso. As atividades atribuídas aos loops 1, 5 e 6 ainda estão em andamento e algumas estão sem previsão para sua conclusão.

A seguir são apresentadas algumas considerações que podem justificar os atrasos na implantação da situação alvo.

- **Falta de foco da equipe:** É de grande importância que o maior responsável pelo mapeamento do fluxo de valor deixe claro a prioridade da implantação do estado ideal desenhado, suas expectativas de prazo e recursos (principalmente humanos) que devem ser alocados. Este deve ter sido o ponto de maior influência no que diz respeito ao atraso da implantação da situação alvo no estudo de caso deste trabalho. As prioridades da equipe sempre foram outros trabalhos da companhia e que acabavam consumindo grande parte do seu tempo.
- **Falta de pontos de checagem:** Uma vez elaborado o plano de ação, sua execução deve ser monitorada diária ou semanalmente, para que os obstáculos sejam mostrados, analisados e removidos quando surgirem. Sem estes pontos de checagem as dificuldades encontradas não eram divididas com a equipe e tornaram-se mais difíceis de serem solucionadas. Além disso, o comprometimento da equipe ficou abalado, pois as ações não estavam sendo cobradas. Este ponto já está sendo resolvido pelo responsável sobre o mapeamento do fluxo de valor. As ações, agora, estão sendo checadas semanalmente em uma análise crítica com toda a equipe envolvida.
- **Plano de ação não contempla metas quantificáveis:** O ideal é definir indicadores e metas numéricas desde o começo. Pode-se definir objetivos qualitativos, que posteriormente podem ser quantitativos.
- **Desestruturação da equipe:** É importante destacar que muitas pessoas são envolvidas no mapeamento do fluxo de valor e todas precisam estar envolvidas e comprometidas na implantação do estado futuro. Nesta aplicação estudada, a implementação do estado ideal ficou restrita a poucas pessoas, apesar do grupo selecionado inicialmente para o

mapeamento do fluxo de valor ser de um número bastante razoável para o trabalho. E ressalta-se também a saída de 3 componentes da companhia.

5. CONCLUSÃO

A implementação dos conceitos da manufatura enxuta em uma empresa pode representar além das melhorias, como redução dos custos e eliminação de desperdícios, a sobrevivência e competitividade num cenário extremamente competitivo e globalizado. O mapeamento do fluxo de valor vem com o propósito de retratar o estado atual e futuro, no processo de desenvolvimento dos planos de ação para instalar os sistemas enxutos e nortear projetos de transformação. É nesta circunstância que este trabalho procura apresentar a utilização desta ferramenta no esforço para entender o fluxo de valor e projetar novos fluxos enxutos.

O poder do mapeamento do fluxo de valor está na simplicidade e capacidade de provocar mudanças servindo como instrumento de monitoração. Seus benefícios podem ser apresentados de várias formas como aumento da competitividade da companhia, melhor ambiente de trabalho e a certeza em servir o cliente.

Deve ser sempre lembrado que mapear o fluxo de valor é apenas uma etapa inicial, a partir dela que se desenvolve a aplicação das técnicas enxutas. Uma vantagem importante é que o mapeamento ajuda a evitar o uso de ferramentas isoladas, que podem criar "ilhas de eficiência" e benefícios limitados.

Outro ponto a ser considerado é que o futuro sempre se tornará o presente. Quando o estado futuro é implementado e se torna agora o estado atual, o mapeamento deve recomeçar e assim, cria-se uma dinâmica para a melhoria contínua. O interessante é manter este círculo virtuoso rodando.

Ao elaborar este trabalho foi possível o desenvolvimento das habilidades de observação, interpretação e criticidade através da aquisição de conhecimentos e da comparação da teoria com a aplicação prática. Compartilhar estas percepções permite além da difusão das lições aprendidas, o desenvolvimento do assunto. O desenvolvimento do mapeamento do fluxo de valor pode ser útil àqueles que pretendem usar esta ferramenta capaz de apoiar a efetiva transformação em suas empresas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOA ALUMINIO SA. **Guia do ABS.** Disponível em: <http://www.alcoa.com/brazil/pt/alcoa_brazil/abs>. Acesso em: 17 março 2006.

ALCOA ALUMINIO SA. **Guia de bolso do ABS.** 2000.

ALCOA ALUMINIO SA. **Treinamento ABS.** Itapissuma, Pernambuco, 2004.

ALONSO, Renato Miguel. **Manufatura Enxuta:** Implementação de um modelo de gestão em uma indústria de produtos laminados. 2002. Monografia (Pós-Graduação em MBA – Gerenciamento de Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia e Contabilidade, Universidade de Taubaté, SP, 2002. Disponível em: <http://www.unitau.br/prppg/cursos/ppga/mba/2002/alonso_renato_miguel.pdf> Acesso em: 23 março 2006

ARAÚJO, César A. C. de. QUEIROZ, José Antonio. RENTES, Antonio Freitas. **Transformação Enxuta:** uma aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real. Disponível em: <http://www.hominiss.com.br/artigos/Transforma%C3%A7%C3%A3o_enxuta_aplica%C3%A7%C3%A3o_do_mapeamento.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2006.

FERRO, Roberto. **A essência da ferramenta "Mapeamento do Fluxo de Valor".** Lean Institute Brasil. Disponível em: < http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_07>. Acesso em: 27 de março de 2006.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção** – mais do que simplesmente just-in-time. Editora da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 1996.

GHINATO, Paulo. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção,** In: Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações, Ed: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000.

LARRAZÁBAL, Juliana Corrêa de Araújo. **Manufatura Enxuta suas ferramentas como diferencial para redução de custos e eliminação de desperdícios em uma indústria de alumínio.** 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2005.

LEAN WAY CONSULTING. **Mentalidade Enxuta** - Mapeamento do fluxo de valor. Recife, 2005.

MOURA, Reinaldo. **Kanban** – Simplicidade do Controle da Produção. Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM, São Paulo, 1989.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção** – Alem da Produção em Larga Escala, Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.

ROTHER, Mike & SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar:** Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar Desperdício. Lean Institute Brasil, São Paulo, 1999.

SANDES, Alexandre Carlos. **Desenvolvimento Enxuto de Produto:** um modelo de integração entre Engenharia Simultânea e Co-Design. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2003.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Produção com Estoque-Zero:** O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996.

SHINGO, Shigeo. **Sistema Toyota de Produção** – Do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996.

SMALLEY, Art. **Estabilidade é a base para o sucesso produção lean.** Lean Institute Brasil. Disponível em: < http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_20> . Acesso em : 26 de março de 2006.

SPEAR, Steven & BOWEN, H. Kent. **Decodificando o DNA do Sistema Toyota de Produção.**
Harvard Business Review, set-out, 1999.