

2 Fundamentação Teórica

O objetivo deste capítulo é apresentar o ferramental teórico necessário, para fundamentar academicamente, o desenvolvimento do estudo de caso e as aplicações e análises dessa dissertação. Em primeiro lugar será apresentado o conceito de logística e de operador logístico, já que a pesquisa é a criação de um modelo e aplicação dos conceitos de logística *lean* em uma operação terceirizada de um operador logístico. Na segunda seção, serão apresentadas diversas interpretações sobre o conceito *lean*, encontrados na literatura científica. O final do capítulo enfoca nos conceitos de logística *lean* e as atuais ferramentas disponíveis.

2.1. Definições Gerais

Nesse capítulo será apresentada uma revisão dos conceitos de logística e gestão da cadeia de suprimento.

2.1.1. Logística

Durante anos, quando se falava de logística, se associava às atividades de distribuição física, armazenagem e transporte. A escassez ou quase inexistência de cargos dentro das organizações que mencionassem a logística é uma das provas mais relevantes de que isto realmente ocorria. Para Bowersox e Closs (2001), por exemplo, até a década de 50, não existia um conceito formal ou teoria sobre logística. Funções atualmente classificadas como logísticas, na época eram consideradas como atividade de apoio.

Historicamente, segundo Lambert *et al.* (1998), a logística já teve inúmeras denominações: distribuição física, distribuição, engenharia de distribuição, logística empresarial, logística de marketing, logística de distribuição, administração de materiais, administração logística de materiais, administração da cadeia de abastecimento, dentre outras. De um modo geral, todas estas

denominações tinham por objetivo se referir ao fluxo de entrega de bens, do ponto de origem ao ponto de consumo, só que aplicados a diferentes situações. A identificação da logística como uma atividade mais abrangente e de grande importância para as empresas data das últimas décadas.

O Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP, 2007) define “A logística é a parte da cadeia de suprimento que planeja, implementa e controla de forma eficiente, o fluxo reverso, a armazenagem de mercadorias, serviços e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo; com o objetivo de atender as necessidades do cliente.”

CSCMP (2007) também define que as atividades de Logística incluem tipicamente a gestão *inbound* e *outbound* do transporte, gestão de frota, armazenagem, manipulação de materiais, execução da ordem, projeto de rede logística, gestão de inventário, planejamento de demanda/suprimento, gestão de fornecedores logísticos. Em graus variados, a função da logística também inclui aquisição, planejamento e programação da produção, empacotamento e montagem e serviços customizados. É envolvida em todos os níveis de planejamento e execução – estratégicos, operacionais e táticos. A gestão logística é uma função de integração, que coordena e otimiza todas as atividades da logística, além disso integra essas atividades com outras funções como *marketing*, vendas, finanças e tecnologia da informação.

Christopher (1997), define logística como sendo o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas) através da organização e seus canais de *marketing*, de modo a poder maximizar as lucratividades presente e futura através do atendimento dos pedidos a baixo custo.

Definição semelhante é proposta por Ballou (1993): “A logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como todos os fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável, evidenciando o intuito de

generalizar o conjunto de atividades que fazem parte do conceito, indo ao caminho da concepção de logística integrada.”

Ainda segundo Ballou (2001), a missão da logística é dispor a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que fornece a maior contribuição à empresa.

2.1.2.

Gestão da Cadeia de Suprimento (*Supply Chain Management*)

A cadeia de suprimento constitui uma estrutura para as operações e os fornecedores, que combinados levam os produtos, a informação e a prestação de serviços, com eficiência, aos consumidores finais (BOWERSOX E CLOSS, 2001).

Já Lee e Billington (1992) definem que a cadeia de suprimento engloba todas as empresas que participam das etapas de formação e comercialização de um determinado produto ou serviço que será entregue a um cliente final, desde a compra de matéria prima, passando pela transformação desta matéria em produtos intermediários e depois em produtos finais, até a entrega deste último ao cliente final.

Para Simchi Levi *et al.* (2000), a cadeia de suprimento consiste nos fornecedores, centro de manufaturas, armazéns, centro de distribuição, pontos de varejo, assim como nas matérias primas, produtos em processo e produtos finais/acabados que percorrem essas atividades, compondo assim o fluxo de matérias.

O conceito de gerenciamento da cadeia de suprimentos ou gerenciamento logístico integrado, de acordo com Christopher (1997), é entendido como a gestão e a coordenação dos fluxos de informações e materiais entre a fonte e os usuários como um sistema, de forma integrada. A ligação entre cada fase do processo, na medida em que os produtos e materiais se deslocam em direção ao consumidor é baseada na otimização, ou seja, na maximização do serviço ao cliente, enquanto se reduzem os custos e os ativos detidos no fluxo logístico.

Para o CSCMP (2007) a gestão da cadeia de suprimento abrange o planejamento e a gestão de todas as atividades envolvidas, na procura, na aquisição, na conversão e todas as atividades da gestão da logística. Importante, também incluir a coordenação e colaboração com os parceiros, que podem ser fornecedores, intermediários, fornecedores de serviços logísticos e clientes. Essencialmente, a gestão da cadeia de suprimento integra o suprimento e a gestão da demanda dentro e através das companhias.

A gestão da cadeia de suprimento é uma função preliminar integradora, para ligar funções de negócio e principais processos de negócios, dentro e através das companhias, em um modelo de alto nível de performance do negócio. Isso inclui todas as atividades de gestão de logística acima citadas, além das operações de manufatura, *drives* da coordenação de processos e das atividades com e através do marketing, das vendas, dos projetos de produto das finanças e da tecnologia da informação (CSCMP, 2007).

2.2. Terceirização da Logística

Antes de contextualizar o processo de terceirização logística, é importante definir a diferenciação entre os prestadores de serviços tradicionais e um operador logístico. Os prestadores de serviços tradicionais estão diretamente ligados à terceirização, mas são responsáveis por apenas uma ou poucas atividades. Já o Operador Logístico Integrado é capaz de atender a várias ou todas as necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada. A tabela 1 confronta as principais características de cada um.

	Prestador de Serviços Tradicionais	Operador Logístico
Serviços	Genéricos – <i>commodities</i> .	Sob medida – personalizados.
Atividades Ofertadas	Tende a se concentrar numa única atividade logística; transporte, estoque ou armazenagem.	Oferece múltiplas atividades de forma integrada; transporte, estoque, armazenagem.
Objetivo do contratante	Minimização do custo específico da atividade contratada.	Reduzir os custos totais da logística, melhorar os serviços, e aumentar a flexibilidade.
Duração do contrato	Curto a médio prazos (6 meses a 1 ano).	Longo prazo (5 a 10 anos).
Know-how	Limitado e especializado (transporte, armazenagem, etc).	Possui ampla capacitação de análise e planejamento logístico, assim como de operação.
Duração das negociações	Tendem a ser rápidas (semanas) e num nível operacional.	Tendem a ser longas (meses) e num alto nível gerencial.
Diferença entre contratos	Arranjos mais simples e relativamente baixos custos de adaptação entre um contrato e outro.	Complexidade de arranjos leva a custos mais altos de adaptação entre contratos.

Tabela 1 - Prestador de serviços tradicionais x operador logístico

Fonte: Novaes (2004).

Para Boyson *et al.* (1999), a terceirização da função logística por meio de companhias conhecidas como prestadores de serviços logísticos tem se tornado cada vez mais uma poderosa alternativa para integração vertical da companhia. Um crescente número de relações de terceirização, baseada na sua principal competência, tem contribuído para o desenvolvimento de organizações mais flexíveis.

Para Kittel (2003), com o crescimento da importância do controle dos processos logísticos nas empresas, algumas atividades passaram a não ser mais consideradas com competências essenciais. Em um mercado cada vez mais competitivo, as empresas precisam estar focadas em seu negócio principal para que possam ser capazes de manter sua posição no mercado.

Entregar as atividades logísticas a um Operador Logístico é, em geral, um passo pensado durante muito tempo, antes de ser dado. No entanto, quando se decidem pelo processo, muitas organizações o fazem certas de que estarão acompanhando a performance do prestador de serviço de forma adequada. Isto é o que pensava também Bob Brescia, vice-presidente de logística da Michelin para a América do Norte quando decidiu terceirizar com a TNT a operação de 18 centros de distribuição, em agosto de 2002. Ao assinar um contrato de seis anos

com a TNT ele tinha certeza de que a Michelin teria que confiar muito em seu novo parceiro e ele queria ter certeza de que estaria avaliando de forma precisa a performance da operação. A Michelin tinha pouca experiência com operadores logísticos e havia decidido que seu negócio era fazer pneus, não logística (HANNON, 2003).

Bounfour (1999) acredita que as pressões decorrentes de um mercado altamente competitivo e a necessidade das organizações estarem constantemente buscando novas fontes de vantagem competitiva, sejam os responsáveis pelo incremento do processo de terceirização nas empresas. Para o autor, as razões diretas para se terceirizar seriam:

- Foco no negócio-chave;
- Aporte de tecnologia de ponta;
- Redução de custos;
- Desenvolvimento de vantagem competitiva através da inovação.

De forma mais abrangente, Hannon (2003) também cita as razões apropriadas para terceirização, especificamente da função logística:

- Quando a logística não é uma competência chave;
- Para reduzir custos;
- Para acelerar a reestruturação da malha logística ou para ganhar acesso a novos mercados;
- Para ter acesso a tecnologias de informação avançadas;
- Quando recursos e experiência em logística estão escassos;
- Para priorizar a rede de *supply chain* e obter flexibilidade em custos;
- Para melhorar o atendimento ao cliente;
- Para melhorar as relações com o empregado.

Da mesma forma, o autor argumenta a respeito das razões que acredita não serem apropriadas para se optar pela terceirização:

- Porque todos estão terceirizando;
- Para se controlar um processo que está fora de controle;
- Para descobrir quando a logística da empresa está realmente custando.

Segundo pesquisa realizada pela Consultoria Booz Allen Hamilton e a COPPEAD (2001), as principais razões para se terceirizar a logística e os serviços a ela associados, são os apresentados no quadro 1.

Entre as razões principais para a terceirização das atividades logísticas, segundo o Kittel (2003), estão: foco no negócio chave, redução de custos, evitar despesas, possibilidade de ganhos de escala e adquirir talento e experiência, para citar alguns.

POR QUE TERCEIRIZAR?	... O QUE TERCEIRIZAR
Maior Retorno sobre Ativos	✍ Transporte;
Maior Produtividade	✍ Negociação, Pagamento e Verificação de Contas de Frete;
Maior Flexibilidade	✍ Gerenciamento de Tráfego / Operação da Frota;
Maior Foco de Gerenciamento	✍ Armazenagem / Serviços de Valor Agregado;
Disponibilidade de Serviços	✍ Consolidação de Carga / Distribuição
Especializados/Customizados	✍ Cross Docking
Ganho de Eficiência em TI	✍ Fulfillment de Pedidos
	✍ Logística Reversa
	✍ Serviços Alfandegários
	✍ Soluções – Desenho de Rede de Distribuição.

Quadro 1 – Razões para terceirizar, adaptado de Pesquisa

Fonte: BAH-CEL/COPPEAD (2001).

2.2.1. Operador Logístico

Como o estudo de caso dessa dissertação será na visão de um operador logístico, é importante fundamentar o que a literatura define sobre os operadores logísticos, já que no mercado de terceirização do processo logístico vem crescendo a largos passos, isso se deve ao fato das empresas cada vez mais

reconhecerem a logística como uma fonte de vantagem competitiva, essa mudança proporcionou um rápido desenvolvimento da indústria de serviços de logística.

Para Fleury (1999), o Operador Logístico é um fornecedor de serviços logísticos integrados, sendo capaz de atender a todas ou quase todas as necessidades logísticas de seus clientes, de uma maneira customizada.

O Operador Logístico tem competência reconhecida em atividades logísticas, desempenhando funções que podem englobar todo o processo logístico de um cliente, ou somente parte dele (NOVAES, 2004).

Há, sob o ponto de vista operacional, dois tipos de Operadores Logísticos, que são os Operadores baseados em ativos, os quais possuem investimentos próprios em transporte, armazenagem e outros, e os Operadores baseados em informação e gestão, que se caracterizam por venderem *know-how* de gerenciamento (FLEURY, 1999). O quadro 2 apresenta essa diferença entre um operador logística com ativos e os que não têm ativos:

	Operador de Ativos	Integrador Logístico
Objetivo	• Maximizar rentabilidade dos ativos	• Oferecer uma Solução logística
Venda	• Transacional / Preço	• Proposição de Valor – Benefícios
'Core' Ativos	• Fornecer e Operar o ativo	• Planejamento / Gestão
'Drivers'	• Típicamente próprios	• Típicamente de Terceiros
Relação	• Produtividade / eficiência	• Nível de Serviço x Custo total
	• 'Meio' da organização / 'fornecedor'	• Nível executivo / 'sócio'
	• 'Pedaço' da operação	• Sinergias entre operações/regiões
	• Supervisor local	• Gerente da Conta e forte Relacionamento
Características	• O ponto de contato varia em função do tipo de problema ou da disponibilidade interna	• Ponto de contato único e 'sempre' disponível
	• Vendedor de 'Ativos'	• Área de Projetos e Tecnologia

Quadro 2 – Diferença entre operador de ativos e integrador logístico

Os operadores logísticos passaram a ser conhecidos como 3PL – *third-party logistics* e 4PL – *fourth-party logistics*, empresas de logística terceirizada ou ainda, provedores de serviços logísticos terceirizados.

Para Dornier *et al.* (2000), os 3PL são empresas que montam um ramo de negócio independente e oferecem ampla gama de serviços realizados dentro dos clientes. Segundo o autor, a terceirização das operações de frete, estocagem, preparação de pedido, entrega final, atividades de pré e pós-montagem preenche duas necessidades:

- Aumenta os níveis de serviços, mediante a melhoria em flexibilidade e gestão de estoques, levando assim a uma maior disponibilidade e;
- Em muitos casos, reduz custos.

Segundo Kittel (2003), o desenvolvimento do segmento de 3PL aconteceu de forma mais efetivas no final dos anos 80. O *Third Party Logistics* geralmente é proveniente de uma área de negócio relacionada como transporte, armazenagem e agenciamento de carga. As empresas que entraram no mercado de 3PL geralmente o fizeram através do aumento dos serviços ofertados em seu portfólio. Como os clientes desejam terceirizar cada vez mais atividades, aumenta também a procura por empresas que forneçam uma vasta gama de serviços, também conhecida como *one stop shop*. Este tipo de comportamento direcionou o desenvolvimento dos 3PL.

Bask (2001) define provedores de serviços 3PL como membros de apoio da cadeia de suprimentos, significando que estes provedores de serviços podem auxiliar estrategicamente a cadeia de suprimentos. Para Lambert *et al.* (1998), membros de apoio são empresas que dispõem recursos, conhecimento, utilidades ou vantagens para os membros primários da cadeia de suprimentos, membros esses envolvidos diretamente na concepção, produção e venda do produto na cadeia.

Em 1996, Bob Evans, então consultor da Accenture, citou pela primeira vez a expressão 4PL (*Fourth Party Logistics*). Seus companheiros de empresa entendiam esta nova expressão como uma evolução do conceito de terceirização na cadeia de suprimento.

Kittel (2003) define 4PL como um provedor de serviços logísticos, mas com um escopo de serviços que vão além daqueles fornecidos por empresas do segmento de logística. As pessoas que defendem o conceito do 4PL dizem que se trata de uma nova (e superior) dimensão de terceirização. O quarteirizador de serviços logísticos seria capaz de atender às novas demandas das empresas, que desejam focar em suas atividades e ao mesmo tempo melhorar os serviços prestados, eficiência, flexibilidade financeira. Tudo isto através de terceirizações estratégicas de determinadas atividades e reengenharia dos processos de negócio.

Van Hoek e Chong (2001) definem que 4PL é um novo conceito de terceirização que utiliza um agente integrador da cadeia de suprimentos que reúne e gerencia recursos, capacidades e tecnologias, sejam próprias ou de terceiros, para oferecer uma solução ampla na cadeia, combinando as capacidades de consultoria e gestão da tecnologia de informação.

Marino (2005) corrobora com Van Hoek e Chong (2001) e definem um provedor 4PL como um membro da cadeia de suprimentos altamente baseado em informação e coordenação de modo a obter vantagens para os envolvidos na cadeia, em nome de seus clientes.

O 4PL é essencialmente um integrador logístico ou um ponto de contato único entre o contratante e os prestadores dos serviços logísticos. São responsáveis pela contratação de vários 2PL e 3PL e por montar e gerenciar as soluções do princípio ao fim. O 2PL é um provedor de serviços *commodities*, como transporte e armazenagem, e que atua em poucas funções da cadeia de suprimento. Estes têm pouco retorno sobre o investimento, são intensivos na propriedade e uso de ativos (LE E SU, 2002).

Diante dos conceitos citados, tem-se que o 4PL é um agente integrador e gestor da cadeia de suprimentos que reúne e gerencia recursos, capacidades e tecnologias, em nome da eficiência de seu cliente podendo desenvolver e operar uma rede de Prestadores de Serviços Logísticos, sendo eles de 3PLs e/ou de 2PLs (FERRO COSTA, 2006).

2.3. Definições *lean*

Nesta sessão serão abordados os conceitos enxutos e sua aplicação, apesar do termo *lean* ter uma tradução para o português que é enxuto, nessa tese será utilizada a versão em inglês, pois é a mais utilizada. Para que essa seção fique mais didática, ela apresenta inicialmente o Sistema Toyota de produção (STP), para depois entrar detalhes no conceito *lean*.

2.3.1. Sistema Toyota de Produção

Esta seção será toda baseada em *Léxico Lean* (2007).

Sistema de produção desenvolvido pela *Toyota Motor Corporation* para fornecer a melhor qualidade, o menor custo e o *lead time* mais curto por meio da eliminação do desperdício. O Sistema Toyota de Produção (STP) é formado sobre dois pilares, *Jist-in-time* e *Jidoka* e é ilustrado pela “casa” mostrada na figura 1.

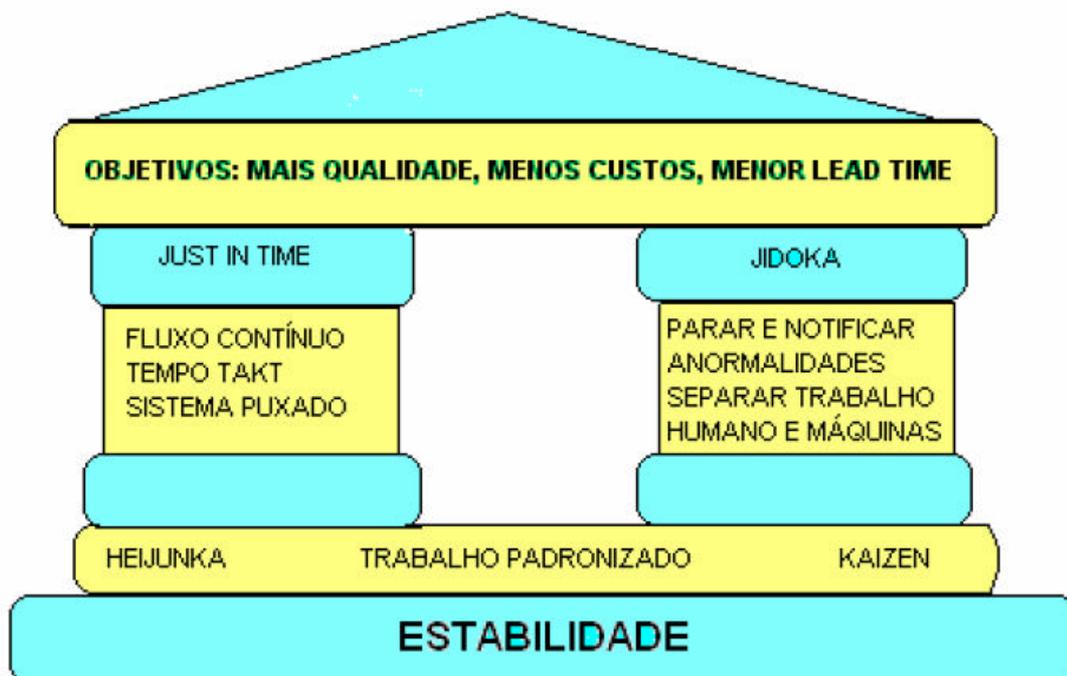


Figura 1 – “Casa” do sistema Toyota de Produção

Fonte: *Léxico lean* (2007).

Jidoka também chamado de “autonomação” significando automação com inteligência humana, ou seja, dá aos equipamentos a habilidade de distinguir peças boas de peças ruins automaticamente, sem precisar do monitoramento de um operador.

O desenvolvimento do STP é creditado a Taiichi Ohno, chefe de produção da Toyota no período posterior à segunda guerra mundial. Começando nas operações de usinagem, Ohno liderou o desenvolvimento do STP ao longo de décadas de 1950 e 1960 e sua disseminação à cadeia de fornecedores nas décadas de 1960 e 1970. Fora do Japão, a disseminação começou da *joint venture* Toyota- General Motors em 1984.

Sakichi Toyota, fundador do grupo Toyota, inventou o conceito de Jidoka no início do século XX, incorporando um dispositivo de parada automática em seus teares, que interrompia o funcionamento de uma máquina caso um fio se partisse. Isso deu espaço a grandes melhorias na qualidade e liberou os funcionários para realização de um trabalho que agregasse mais valor do que o simples monitoramento dos equipamentos.

O reconhecimento do STP como um sistema modelo de produção se difundiu rapidamente com a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo” que popularizou o conceito ao buscar entender e sistematizar a lógica por trás das operações da Toyota. Os pesquisadores descobriram que o STP era muito mais eficaz e eficiente do que o tradicional sistema de produção em massa, tanto que representava um paradigma completamente novo e foi cunhado, então, o termo de produção *lean*, indicando essa abordagem radicalmente diferente da produção. Portanto, o termo *lean* nasce como um adjetivo que qualifica o tipo de operação de uma empresa.

2.3.2.

O conceito *lean*

O sistema conhecido atualmente como produção enxuta foi desenvolvido na Toyota, ao final da década de 40, objetivando o combate ao desperdício. Desperdício pode ser conceituado, resumidamente, como o resultado de toda atividade que consuma recursos e que não entregue valor ao produto.

Segundo Womack e Jones (1992) o termo produção enxuta foi cunhado por Krafcik durante uma discussão em que se comparavam sistemas produtivos automotivos. Krafcik foi integrante do *International Motor Vehicle Program* (IMVP), um projeto de pesquisa do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) que buscava entender as diferenças na produtividade entre diversos sistemas de produção de veículos. Ao listar as diferenças entre o sistema de produção Toyota e o sistema tradicional de produção em massa é que surgiu o termo enxuto como descrição do Sistema Toyota. O termo *lean*, por uma série de razões (WOMACK E JONES, 1992):

- Requer menos esforço humano para projetar e produzir os veículos;
- Necessita menos investimento por unidade de capacidade de produção;
- Trabalha com número menor de fornecedores;
- Operava com menos peças em estoque em cada etapa do processo produtivo;
- Registra um menor número de defeitos;
- O número de acidentes de trabalho era menor e demonstra significativas reduções de tempo entre o conceito de produto e seu lançamento em escala comercial, entre o pedido feito pelo cliente e a entrega e entre a identificação de problemas e a resolução dos mesmos.

Através da análise dessa nova lógica, Womack e Jones (1992) usam como ponto de partida a análise da criação de valor com a perspectiva do cliente ser a única razão para uma empresa existir. Como o objetivo é criar valor, todas as etapas que não geram valor são consideradas desperdício. Os autores descrevem o desperdício como sendo qualquer atividade que absorve recurso, mas que não cria valor.

Segundo Hines *et al.* (2004) o conceito *lean* sofreu evolução ao longo do tempo. Com o tempo e a difusão do conceito, a palavra foi ganhando cada vez mais peso, sua carga conotativa se amplia paulatinamente a ponto de se substantivar: *Lean* deixa de ser um simples adjetivo para assumir um caráter substantivo.

Embora muitos autores tenham escrito sobre o conceito *lean*, grande parte desses escreveram sobre *lean Manufacturing* e seus efeitos, porém os pesquisadores Womack e Jones se destacam por acompanhar a evolução do conceito *lean* e as diferentes conotações e aplicações que o conceito passou a ter no mundo empresarial, por isso, os autores possuem vários livros escritos sobre o assunto. Um deles é o *Lean Thinking* (1998), com a proposta de cinco princípios para ajudar as empresas na adoção do conceito como uma maneira de pensar o trabalho e não como uma caixa de ferramentas. O outro é *Lean Solutions* (2005) no qual introduzem o conceito de Consumo Enxuto, a idéia é que os clientes tenham menos dificuldade, menos aborrecimentos no momento de usar, de consumir os produtos e serviços que adquirem.

Baseado nos argumentos acima citados, o conceito de *lean* adotado nesta pesquisa é o mesmo adotado por Womack e Jones (1998), que definem, no contexto de iniciativa enxuta, o valor deve ser definido conjuntamente pelas empresas e baseado na percepção de valor do cliente. A partir da definição de custo alvo, todas as empresas devem trabalhar para identificar desperdícios dentro da cadeia de valor, estejam eles dentro das empresas ou em atividades realizadas pelos parceiros. O pensamento enxuto transforma a forma de relacionamento das empresas durante todas as etapas do processo.

Dentro do contexto de criação do valor para o cliente, Hines e Taylor (2000) definem que as atividades podem ser classificadas da seguinte maneira:

- Atividades que agregam valor: são aquelas atividades que aos olhos do cliente final, tornam o produto ou serviço mais valioso;
- Atividades que não agregam valor: são as atividades que aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso, sendo desnecessárias nas atuais circunstâncias;
- Atividades necessárias que não agregam valor: são aquelas atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso, mas que são necessárias, a não ser que o processo atual mude radicalmente.

Portanto, as atividades que não agregam valor e não são necessárias são os focos dos desperdícios, devendo ser objeto de esforço para sua completa eliminação. Os desperdícios advindo das atividades que não agregam valor, que

são necessárias e que não podem ser eliminados no curto prazo, devem ser submetidas a um contínuo aprimoramento do processo, de forma que possam vir a ser eliminados, mesmo que no longo prazo.

Segundo Hines e Taylor (2000), em um ambiente de produção de bens (manufatura ou fluxo logístico) a relação entre os tempos consumidos pelos três tipos de atividades giram em torno da seguinte proporção:

- 5% de atividades que agregam valor;
- 60% de atividades que não agregam valor;
- 35% de atividades que não agregam valor, porém necessárias.

Com esses percentuais, observa-se que uma pequena parcela das atividades gera valor para o cliente, analisando as atividades desempenhadas por um operador logístico, pode-se elencar algumas atividades que não geram valor algum para o cliente, como, atrasos na entrega, caminhão parado no pátio esperando para carregar, embalagens inadequadas, separações desnecessárias, entre outras.

Analisando essas pequenas atividades verifica-se que estes fatores ocasionam perda de tempo, aborrecimentos, retrabalhos e desconfiças, entre outros problemas. O pensamento enxuto, quando aplicado, procura fazer com que as partes envolvidas trabalhem juntas para eliminar essas fontes de desperdícios, por isso esse conceito é tão importante.

Além disso, Womack e Jones (1996), baseados no conceito de Taiich Ohono, descrevem de forma genérica, através de um *kit* de ferramentas, como o pensamento enxuto pode ser aplicado nas empresas e expressivos ganhos podem ser conseguidos. Os elementos chaves dessas ferramentas são:

- Nivelar o fluxo de pedidos e trabalho eliminando todas as causas de demanda de distorção ou amplificação;
- Organizar o trabalho de modo que o produto flua diretamente de operação em operação sem qualquer interrupção;
- Somente fazer ou transmitir o que é pedido pelo passo seguinte; não mais e não menos; vender um pedir um;
- Trabalhar do começo ao fim do sistema no mesmo ritmo que a demanda dos clientes;

- Padronizar o melhor ciclo de trabalho para cada tarefa a fim de assegurar uma atuação consistente.
- Padronizar e minimizar o estoque de segurança necessário entre operações;
- Fazer toda a operação detectar e parar quando um erro ocorrer, com isso não conseguirá ir adiante;
- Manejar irregularidades e prioridades ao invés de conduzir a causa da eliminação para evitar repetições e para retirar lixo do fluxo.

Ainda segundo os autores, o interessante é que quando os princípios enxutos são aplicados, usando o kit de ferramentas, citado na página anterior, é que se começa a repensar não apenas na organização do trabalho, mas na aproximação do tamanho das máquinas, armazéns e sistemas para encaixar o fluxo. Com os sistemas, pessoas e armazéns são pensados e combinados de diferentes maneiras, camadas de perdas anteriormente escondidas, serão descobertas e removidas e a perfeição se torna o objetivo. A perfeição é definida como a completa remoção de perda, desde que todas as ações adicionem um relativo valor para o último cliente.

2.3.3. Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*)

De acordo com Womack e Jones (1992), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, que perceberam que a manufatura em massa não funcionaria no Japão e então, adotaram uma nova abordagem para a produção, a qual objetivava a eliminação de desperdícios. Para conseguir esse objetivo, técnicas como produção em pequenos lotes, redução de *set-up*, redução de estoques, alto foco na qualidade, dentre outras, eram utilizadas. Essa nova abordagem passou a ser conhecida como Sistema Toyota de Produção, que foi popularizado por Womack e Jones (1992) por Manufatura Enxuta.

Womack *et al.* (1992) modelam a filosofia de manufatura enxuta como sendo um sistema produtivo integrado, com enfoque no fluxo de produção, produzindo em pequenos lotes, conduzindo a um nível reduzido de estoques. Outros princípios apontados por Womack *et al.* (1992) que caracterizam esta filosofia são:

- a) envolve ações de prevenção de defeitos ao invés da correção posterior;
- b) é flexível, organizada por meio de times de trabalho formados por operadores multifuncionais;
- c) pratica um envolvimento ativo na solução das causas de problemas, buscando maximizar a agregação de valor ao produto final.

Nazareno *et al.* (2001) afirmam que a manufatura enxuta tem uma visão bastante similar ao conceito de *Just In Time* (JIT), diferindo com a adição de novas ferramentas, como CONWIP (*Constant Work In Process*) e quadros de nivelamento da produção (Heijunka Box), trabalhando de forma integrada às ferramentas tradicionais da abordagem *Just In Time* (JIT).

Womack *et al.* (1992), apresentam cinco princípios para a configuração de um sistema de manufatura enxuta:

1. Definir detalhadamente o significado de valor de um produto a partir da perspectiva do cliente final, em termos das suas especificações como preço, prazo de entrega, etc.;
2. Identificar a cadeia de valor para cada produto, ou família de produtos, incluindo os dados de cada operação de transformação necessária, bem como o fluxo de informação inerente a esta família ou produto;
3. Gerar um fluxo de valor com base na cadeia de valor obtida, de modo que isso ocorra sem interrupções, objetivando reduzir e, se possível, eliminar as atividades que não agreguem valor que compoñham a cadeia identificada;
4. Configurar o sistema produtivo de forma que o acionamento se dê a partir do pedido do cliente, sejam eles internos ou externos, de forma que o fluxo e a programação sejam puxados, não empurrados;
5. Buscar incessantemente a melhoria do fluxo de valor por meio de um processo contínuo de redução de perdas.

Além disso, WOMACK *et al.* (1992), define que os princípios da manufatura enxuta podem ser aplicados em todas as indústrias do mundo, e que a conversão rumo à produção enxuta terá um efeito profundo na sociedade humana – realmente mudará o mundo. O modelo de produção enxuta relaciona a vantagem do desempenho da manufatura à sua aderência com relação a três princípios:

- Melhorar o fluxo de material e informação no ambiente de negócios;

- Ênfase na “puxada” do consumidor, ao invés daquilo “empurrado” pela organização e;
- Comprometimento com o melhoramento contínuo por meio do desenvolvimento das pessoas.

A fim de alcançar a meta estabelecida, os gerentes devem eliminar refugos e as avarias nas máquinas, reduzir o tamanho dos lotes e os tempos de preparação. O trabalho em equipe, tanto dentro da fábrica quanto com os fornecedores externos, deve ser feito com o mesmo afinco. A negociação com os fornecedores externos deve levar em conta a qualidade dos materiais e produtos que eles fornecem, as quantidades e frequência de entrega, bem como o tamanho das caixas em que vêm os produtos (SLACK, 1999).

Além disso, Womack e Jones (1998) definem “Manufatura Enxuta 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.)”

Segundo Shah e Ward (2002), “Manufatura Enxuta engloba ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo *just in time*, sistemas de qualidade, manufatura celular, entre outros”. Ainda de acordo com esse autores, o ponto fundamental da manufatura enxuta é trabalhar de maneira sinérgica para criar um sistema de alta qualidade que fabrica produtos no ritmo que o cliente deseja, sem desperdícios.

Slack *et al.* (1999) apresenta uma série de frases e termos para descrever, mesmo que superficialmente, este tipo de abordagem, tais como:

- Manufatura de fluxo contínuo;
- Manufatura de alto valor agregado;
- Produção com pouco estoque (ou estoque zero);
- Manufatura veloz.

Godinho Filho (2004) apresenta a Manufatura Enxuta como um paradigma estratégico de gestão de manufatura, ou seja, define a manufatura enxuta como um modelo estratégico de integrado de gestão, direcionado a certas situações de

mercado, que propõe auxiliar a empresa a alcançar determinados objetivos de desempenho (qualidade e produtividade), paradigmas esses compostos por uma série de princípios (idéias, fundamento, regras que norteiam a empresa) e capacitadores (ferramentas, tecnologia e metodologia utilizadas).

2.3.4. Consumo Enxuto (*Lean Consumption*)

De acordo com os autores Womack e Jones (2005), o consumo enxuto não se trata de uma redução do volume de compras de bens ou serviços. Trata de fornecer todo o valor agregado que o consumidor está procurando nos bens e serviços que adquire, com a maior eficiência possível e o menor desconforto. A chave aqui é o processo.

Dentro desse mesmo enfoque Womack e Jones (2005) escrevem sobre o pensamento do consumo enxuto da seguinte maneira: “Pense no consumo não apenas como um momento isolado de decisão sobre aquisição de um produto específico, mas sim como um processo contínuo interligando inúmeros bens e serviços que solucionarão os problemas do cliente.”

Léxico *Lean* (2007) define o consumo *lean* como um processo complementar à produção *lean*. O consumo *lean* consiste em alinhar as etapas necessárias para se adquirir bens e serviços de maneira que o cliente possa receber exatamente aquilo que deseja, quando e onde necessita, com o mínimo dispêndio de tempo e esforço.

Consumo não é entendido aqui como o ato instantâneo de aquisição de um bem ou serviço. Womack e Jones (2005) entendem o consumo como um processo contínuo orientado para a solução de um problema. Isso envolve a busca, a obtenção, a instalação, a manutenção, o conserto, a atualização e o possível descarte do bem ou serviço. Todas estas etapas envolvem tempo e esforço do consumidor que, se não contribuem diretamente para a solução do problema, são fontes de frustração.

Após essas definições, os conceitos que estão por trás do consumo enxuto resumem-se em seis princípios similares ao da produção enxuta. Os princípios do consumo enxuto estão no quadro 3:

Princípios do consumo enxutos	
1	Resolva o problema do cliente por completo, garantindo que todos os bens e serviços funcionam separada e conjuntamente;
2	Não desperdice o tempo do cliente;
3	Forneça exatamente o que o cliente deseja;
4	Forneça o que é desejado, onde desejado;
5	Forneça o que é desejado, onde desejado, quando desejado;
6	E agregue soluções continuamente para reduzir o trabalho do cliente.

Quadro 3 – Os princípios do consumo enxuto

Fonte: Womack e Jones (2005).

Embora os princípios acima tenham sido enunciados pensando no consumidor final, eles são perfeitamente adaptáveis para todo tipo de cliente; mais ainda, se pensarmos que toda empresa pertence a uma cadeia de suprimentos, podemos, em alguns princípios, incluir os fornecedores como alvo das iniciativas enxutas. Assim, por exemplo, se determinada empresa examinasse seu processo de recepção de mercadorias, poderia encontrar maneiras de não desperdiçar o tempo de motoristas e veículos dos fornecedores ou dos prestadores de serviços que realizam o transporte *inbound* (FIGUEIREDO, 2006).

Léxico Lean (2007) aponta que a aplicação deste conceito exige que produtores e fornecedores de bens e serviços pensem o consumo não como uma decisão isolada de comprar algo, mas como um processo contínuo – um conjunto de atividades que conecta muitos produtos e serviços através do tempo e tem como objetivo resolver um problema para o cliente. O consumo *lean* requer uma mudança fundamental na maneira como varejistas, provedores de serviços, operadores logísticos, manufaturas e fornecedores pensam em relação entre provisão e consumo e o papel que o cliente deve ter nesta relação. Também requer colaboração entre consumidores e fornecedores para minimizar o custo total e o tempo desperdiçado.

Womack e Jones (2005) escrevem que para se trabalhar com os princípios do consumo enxuto é necessário mapear todas as etapas de um processo de produção e consumo para ver as oportunidades de melhora. Um mapa pode

revelar como processos ineficientes podem desperdiçar tempo e dinheiro tanto dos fornecedores quando dos consumidores.

2.3.5. Logística Enxuta (*Lean Logistics*)

Jones *et al.* (1997) estudando a transformação da Toyota nos EUA separa o sistema de distribuição, que seria parte do *supply* da Toyota, em manufatura enxuta, armazenagem enxuta, varejo enxuto e consumo enxuto, conforme ilustrado na figura 2:

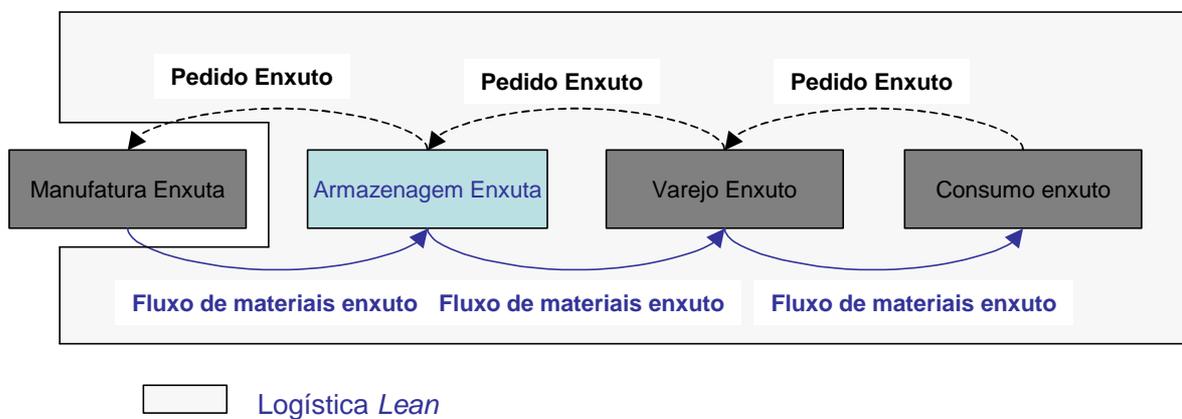


Figura 2 – Sistema de distribuição

Fonte: adaptado do Jones *et al.* (1997).

Observa-se na figura 2 que o fluxo de valor denominado de logística *lean*, se refere a todos os processos controlados pelos operadores logísticos, que estão sinalizados dentro do quadrado pontilhado, principalmente quando se refere a gestão de armazém, transporte e distribuição que são processo que podem ser retirados dessa figura.

De acordo com Ferro (2006), dos sete desperdícios clássicos definidos por Taiichi Ohno (ver seção 2.2.6), quatro deles (movimentação, espera, estoque e transporte) estão associados ao que comumente é chamado de logística, a administração dos estoques, da movimentação de materiais e do processamento das informações.

Baseado nessa lógica, Jones *et al.* (1997) define que a otimização isolada de cada parte da cadeia de suprimento não leva à solução de mais baixo custo.

De fato é necessário olhar para toda a seqüência de acontecimentos, desde a encomenda do cliente, aos pedidos ordenados, aos produtores das matérias primas e fazer com que todas as empresas façam e entreguem os produtos aos clientes. Tentar identificar possibilidades para eliminar a perda faz mais sentido se for feito com um produto em particular ou um produto de família em conjuntamente com todos os participantes desse canal de criação de valor.

Além disso, esses autores dividem os focos em três momentos, o primeiro foca-se no suprimento como um todo, o segundo foca-se na cadeia de suprimento e o terceiro foca-se na corrente de criação de valor e não mais no tradicional medidor de desempenho de departamentos e firmas. Isso é chamado de fluxo de valor (*value stream*), uma nova e mais útil unidade de análise, foca-se na criação da corrente de valor o que imediatamente desafia a noção de que lotes são necessários e melhores.

O Léxico *Lean* (2007) define que a Logística *lean* é um sistema puxado com reposição em pequenos lotes, estabelecido entre cada uma das empresas e plantas em longo do fluxo de valor. Além disso, a Logística *lean* requer algum tipo de sinal puxado (EDI, Kanban, *Web*, etc.), algum tipo de dispositivo de nivelamento em cada etapa do fluxo de valor, algum tipo de entrega freqüente em pequenos lotes e muitas vezes, vários *cross-dock*² para consolidação das cargas nos *loops* de reposição.

Baseado nesses conceitos Jones *et al.* (1997) trouxe uma nova estrutura e um novo modo de pensar sobre a cadeia de suprimento chamado de logística *lean*. A logística *lean* leva a filosofia fundamental do sistema Toyota de produção e estende esse conceito sem interrupções por toda a cadeia de suprimento, desde a extração da matéria prima até o consumidor. Dentro da logística *lean* as noções chaves de valor, fluxo de valor, sistema puxado e perfeição são discutidas.

² *Cross-dock* é uma instalação que seleciona e recombina uma variedade de itens advindos de diversos fornecedores para que sejam enviados aos vários clientes. Um *cross-dock* não é um armazém, pois não estoca materiais. Os produtos normalmente são descarregados dos veículos que chegam e transportados para os veículos que os transportarão para outros locais em apenas uma etapa ou movimentação (LÉXICO LEAN, 2007).

Para Ferro (2006), a implementação da Logística *Lean* (movimentação interna, almoxarifados, *inbound* e *outbound*) segue os mesmos princípios *lean* e surge como o próximo passo após a empresa ter conseguido criar fluxo e puxar de forma suave e compassada, de acordo com o tempo *takt*. Além disso, a implementação da logística *lean*, apoiando uma fábrica *lean*, permitirá melhorar o atendimento aos clientes com menores estoques e menores custos.

Como a repercussão econômica mais visível da adoção do conceito *lean* sempre foi à redução de estoques, através de entregas mais frequentes e diminuição dos lotes de compra e/ou de fabricação, surgiu no âmbito da logística à premissa do “ressuprimento enxuto”, expressão que erradamente muitos passaram a substituir por “logística enxuta”. Enquanto o ressuprimento enxuto é um conceito limitado, por considerar apenas as operações de abastecimento, que pode ser inadequado por não avaliar corretamente todos os *trade-offs* envolvidos em sua adoção (aumento dos custos de transportes ou ineficiências provocadas nos sistemas de fornecedores e clientes), o conceito de logística enxuta é mais amplo e envolve iniciativas que visam à criação de valor para os clientes mediante um serviço logístico realizado com o menor custo total para os integrantes da cadeia de suprimentos (FIGUEIREDO, 2006).

Por fim, Jones *et al.* (1997) finaliza dizendo que o mapeamento de fluxo de valor pode ser usado para diagnosticar perda e para ajudar organizações a fazer melhorias radicais ou incrementais. A logística enxuta é concebida para alguma das principais questões como a administração da cadeia de suprimento se move até a administração de fluxo de valor, movimento da indústria de um paradigma de produção em massa para uma abordagem de produção enxuta.

2.3.6. Categorias de desperdícios – Atividades que não agregam valor

Shingo (1996) assinala como característica principal do sistema de produção da Toyota a busca por eliminar desperdícios. Para enfatizar este princípio compara as operações enxutas da Toyota com um sistema capaz de extrair água torcendo uma toalha seca. Trata-se de uma mentalidade de procurar sistematicamente por desperdícios que normalmente passam despercebidos, pois se tornaram aceitos como parte natural do trabalho diário.

Léxico *lean* (2007) define que o desperdício é qualquer atividade que consome, mas não cria valor para o cliente. A maior parte das atividades é de desperdício. Há dois tipos de desperdícios: Tipo 1 não cria valor, mas é inevitável dentro de uma determinada situação e o tipo 2 não cria valor e pode ser imediatamente eliminado.

Como afirmam Figueiredo *et al.* (2003), este princípio requer conhecer o que significa valor para o cliente, potenciar as atividades que contribuem com a geração de valor e, ao mesmo tempo, considerar como desperdício as atividades que não geram valor. Segundo Liker (2004), 90% das atividades que compõem um processo constituem desperdício do ponto de vista do cliente. A mentalidade *lean* implica buscar continuamente maneiras de eliminar ou minimizar as etapas que constituem desperdícios.

Os desperdícios são classicamente dispostos em sete categorias, conforme definição de Womack e Jones (1996):

1. Superprodução: Produzir antecipadamente ou em quantidade maior do que o necessário resulta em um fluxo pobre de peças e informações e, em última análise a um excesso de inventário.

2. Tempo de Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead times* longos. Menos óbvio é o montante de tempo de espera que ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento (SLACK *et al.*, 1999).

3. Transporte: É o desperdício proveniente do movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de

capital, tempo e energia. Slack *et al.* (1999) afirmam que, embora o transporte claramente não agregue valor ao produto, as empresas normalmente aceitam esta atividade em seu processo como um “dado”.

4. Processos Inadequados: São as fontes de desperdício no próprio processo, por exemplo, a existência de algumas operações advindas de um projeto, componentes ou manutenção que poderiam ser melhorados. Modificações nestas estruturas podem facilitar operações, ou mesmo extingui-las.

5. Inventário desnecessário: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente. Segundo Slack *et al.* (1999), os estoques existem porque o fornecimento e a demanda não estão em harmonia um com o outro, ou seja, existe uma diferença de ritmo entre fornecimento e demanda de recursos materiais. Slack *et al.* (1999) apresentam ainda alguns tipos de estoque:

Estoque isolador: também é chamado de estoque de segurança. Seu propósito é compensar as incertezas inerentes ao fornecimento e à demanda.

Estoque de ciclo: ocorre porque um ou mais estágios na operação não podem fornecer todos os itens que produzem simultaneamente. Dessa forma, mesmo quando a demanda seja estabelecida e previsível, haverá algum estoque para compensar o fornecimento irregular de cada tipo do *mix* de produtos.

Estoque de antecipação: é usado para compensar diferenças de ritmo de fornecimento e demanda. Por exemplo, em vez de fazer chocolate somente quando for necessário, ele é produzido ao longo do ano à frente da demanda e colocado em estoque até que seja necessário.

Estoque no canal de distribuição: desde o momento em que o estoque é alocado (e, portanto, está indisponível para qualquer outro consumidor), até o momento em que se torna disponível para o consumidor de destino. Todo estoque em trânsito é definido como estoque no canal de distribuição.

6. Movimentação desnecessária: Desorganização do ambiente de trabalho, resultando da baixa de desempenho dos aspectos ergonômicos e perda freqüente de itens. O valor agregado por estas atividades é nulo, sendo que ações para combatê-las podem ser de considerável ganho na redução do desperdício total.

7. Produtos Defeituosos: Problemas freqüentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa desempenho na entrega. Slack *et al.* (1999) afirmam que o desperdício com qualidade é bastante normalmente.

Womack e Jones (1996) explicam que uma vez eliminadas as atividades que não agregam valor, a provisão enxuta buscará fazer com que a informação, o serviço ou o produto sejam trabalhados do começo ao fim do processo num fluxo contínuo, isto é, percorrendo cada etapa do processo sem esperas de qualquer tipo.

2.3.7. Tempo Takt (*Takt time*)

O tempo *takt* (*takt time*) é o tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente. O tempo *takt* foi usado pela primeira vez como ferramenta de gerenciamento de produção na indústria aeronáutica alemã na década de 1930 (*takt* é um termo alemão que se refere a um intervalo preciso de tempo). Era o intervalo em que uma aeronave era transportada à estação de produção seguinte (LÉXICO LEAN, 2007).

$$\text{Tempo}_{_Takt} = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{Demanda do cliente por turno}}$$

O tempo *takt* é usado para sincronizar o ritmo da produção como ritmo das vendas, no processo puxado em particular. O *takt* é o número de referência que dá a noção do ritmo em que cada processo deveria estar produzindo e ajuda a enxergar como processos estão indo e o que precisa ser feito para melhorar (ROTHER E SHOOK, 2003).

2.3.8. Fazendo Fluir os materiais

Para se criar uma planta *lean*, precisa-se introduzir um sistema *lean* de movimentação de matérias para poder fazer fluir os materiais em toda a planta com mais precisão e menores custos. Especificamente, precisa-se de (RICK HARRIS *et al.*, 2004):

- Um processo para descrever com alta precisão como cada peça seria gerenciada, da doca de recebimento até o seu ponto de uso na planta;

- Um mercado de peças compradas perto da doca de recebimento para armazenar e controlar as peças necessárias;
- Um sistema de entrega que seja preciso para levar as peças até o seu ponto de uso;
- Um sistema de sinalização preciso que cada área de produção utilizaria para puxar somente as peças necessárias do mercado de peças compradas.

O Léxico *lean* (2007) define fluxo contínuo como sendo a maneira de produzir e movimentar um item por vez, ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente, sendo que em cada etapa se realiza apenas o que é exigido pela etapa seguinte.

Antes de se introduzir um sistema *lean* de movimentação de matérias precisa-se entender tudo sobre a movimentação de cada peça: Como a peça é comprada? Como é recebida? Onde é armazenada? Como é entregue ao seu ponto de uso na planta? (RICK HARRIS *et al.*, 2004).

Um sistema *lean* de movimentação de matérias é feito através de quatro etapas, que são (RICK HARRIS *et al.*, 2004):

- Plano para cada peça (PPCP);
- Supermercado;
- Rotas de abastecimento;
- Sinais de puxada.

A seguir serão detalhadas cada uma dessas etapas para se fazer os materiais fluírem:

a) Plano para cada peça (PPCP)

Plano para cada peça (Plan For Every Part – PFEP) é um plano detalhado para cada peça (*part number*) utilizada em um processo de produção, mostrando todos os pormenores relevantes para garantir o processo, sem erros nem desperdícios. Essa é uma ferramenta fundamental para o Sistema Toyota de Produção. Um plano incluirá o número da peça, quantidade utilizada diariamente, o local exato de uso, o local exato de armazenamento, a frequência dos pedidos, o fornecedor, a quantidade outra informação importante. O objetivo

é especificar todos os aspectos do manuseio e do uso de cada peça (LÉXICO LEAN, 2007).

Plano para cada peça é um banco de dados para todos os tipos de peças, contendo informações de peças, fornecedor, localização do fornecedor, pontos de estocagem, pontos de uso, taxa de utilização e outras informações importantes. Ou seja, é uma base criada para manter todas as informações sobre a peça no processo. A tabela 2 mostra um modelo contendo as informações para se montar um PPCP (RICK HARRIS *et al.*, 2004).

DADOS	DEFINIÇÃO
Número da Peça (Part Number)	Número utilizado para identificar o material na planta
Descrição	Nome do material (ex: moldura, parafuso, porca, suporte)
Utilização Diária	Quantidade média de material utilizado em um dia
Local de uso	Processo/aéreas nas quais os Materiais são utilizados (ex: célula 10)
Local de Armazenamento	Endereço (local) onde os materiais são utilizados (ex: célula 10)
Frequência de Pedido	Frequência de solicitação do material para o fornecedor (Ex: diário, semanal, mensal, de acordo com a solicitação)
Fornecedor	Nome do fornecedor do material
Cidade do Fornecedor	Cidade onde o fornecedor está localizado
Estado Fornecedor	Região, Estado e Município onde o fornecedor está localizado
Pais do Fornecedor	País onde o fornecedor está localizado
Tipo de Embalagem	O tipo de embalagem (Ex: Descartável, retornável)
Peso da Embalagem	Peso de uma embalagem vazia
Peso de uma peça	Peso de uma unidade de material
Peso total do Carregamento	Peso da embalagem cheia de material
Cumprimento da Embalagem	Cumprimento ou profundidade da embalagem
Largura da Embalagem	A largura da embalagem
Altura da Embalagem	A altura da embalagem
Uso por Montagem	Número de peças necessárias para um produto acabado
Uso horário	Número máximo de peças utilizadas por hora
Quantidade Padrão da Embalagem	Número de peças em uma embalagem
Embalagens Utilizadas por hora	Número máximo de embalagens por hora
Tamanho da Embalagem	Tamanho da entrada padrão em dias (Entrega de uma semana = 5 dias)
Transportadora	Empresa que fornece serviços de transporte de peças
Tempo em Trânsito	Tempo de percurso necessário do fornecedor à planta (em dias)
Número de cartões no Circuito	Número de sinais de puxada que estão no sistema
Desempenho do Fornecedor	Índice de desempenho do fornecedor incluindo entrega pontual, qualidade, etc.

Tabela 2 – Dados de um PPCP

Fonte: Rick Harris *et al.*(2004).

b) Supermercado

O Léxico *lean* (2007) definiu supermercado como sendo um local onde um estoque padrão predeterminado é mantido para o fornecimento aos processos fluxo abaixo. Os supermercados se localizam próximos aos processos fornecedores para ajudá-lo a entender os usos e as necessidades dos clientes. Cada item em um supermercado tem uma localização específica, de onde um movimentador de materiais retira os produtos nas quantidades necessárias para um processo fluir abaixo.

O supermercado controla o nível de inventário em um local específico para cada item. Para se montar um supermercado as seguintes etapas tem que ser seguidas (RICK HARRIS *et al.*, 2004):

- Definir a localização para cada peça (*part number*);
- Definir o nível máximo de estoque para cada peça (*part number*);
- Definir a quantidade de embalagem, que será o espaço de armazenagem necessário para cada peça (*part number*).

$$\text{Quantidade máxima de embalagem ? } \frac{\text{Nível máximo de estoque}}{\text{Quantidade padrão de embalagens}}$$

Segundo Womack e Jones (2005) o primeiro passo para o supermercado é formar uma estimativa aproximada das vendas de cada item e encomendar esta quantidade talvez uma vez por semana, efetuando ajustes para os picos e vales conhecidos nas vendas de curto prazo.

Após organizar as ferramentas e regras necessárias para operar o supermercado de forma eficiente, deve-se seguir o plano abaixo para fazer o supermercado funcionar: (RICK HARRIS *et al.*, 2004).

- Escolha o meio correto de armazenamento para estocar peças;
- Desenvolva um sistema de endereços;
- Estabeleça procedimentos para colocar e retirar peças;
- Estabeleça procedimentos para reagir a estoques além dos níveis máximos;

- Determine os níveis de estoque mínimo e os pontos de pedido e estabeleça procedimentos para reagir aos níveis mínimos de estoque.

c) Rotas de abastecimento

Após ter definido o PPCP e o supermercado, o próximo passo é desenvolver uma rota de entrega dos materiais para transportar de forma eficiente do supermercado à célula. Para se estabelecer um sistema de informações e uma rota que entregue somente as peças que os operadores necessitam, na quantidade necessária, quando necessário e onde necessário, é preciso seguir os seguintes passos (RICK HARRIS *et al.*, 2004):

- Definir como transportar as peças do supermercado para as células e como traçar a rota que as entregas fariam;
 - a) Identificar os corredores de entregas na planta;
 - b) Selecionar o método de transporte para entregar as peças (carrinhos elétricos (paleteiras), a pé, empilhadeira);
 - c) Determinar os pontos de parada e de entrega para a rota;
 - d) Criar prateleiras de pontos de uso de tamanho certo nos pontos de entrega.
- Instalar um sistema de informação utilizando sinais de puxada para disparar o reabastecimento de peças e controlar a quantidade de entregas de materiais;
- Identificar as necessidades de entregas de peças para a primeira célula e então expandir estas necessidades para preencher a rota de entrega.

d) Sinais de puxada

Sinais de puxadas existem em diversas formas, como luzes *andon*, embalagens de peças vazias e cartões *Kanban*, além de inúmeros sinais eletrônicos. Abaixo são descritos alguns desses sinais (RICK HARRIS *et al.*, 2004):

- *Kanban*: é uma palavra japonesa para sinal ou quadro de sinais, e um cartão *Kanban* é literalmente um cartão que contém informações,

incluindo o nome da peça, o número da peça, processo consumidor, etc. Esse cartão é anexado a cada embalagem;

- Embalagens vazias: podem ser utilizadas com sinais de puxada, porém somente quando a embalagem é única ou exclusiva com relação a uma peça (*part number*) e quando o local de estoque está à vista do departamento consumidor;

- Sinais andon: são apropriados para itens grandes e volumosos, que são difíceis de serem incluídos em uma rota de entrega padrão por causa do seu tamanho. Quando o estoque atinge o nível de ressuprimento, o operador acende a luz *andon* e alerta sobre a necessidade de trazer outra embalagem de material.

2.3.9. Mapeamento de fluxo de valor (MFV)

Uma importante ferramenta, amplamente usada no processo de desenvolvimento de sistemas de produção enxuta, é o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), introduzido por Rother e Shook (2003). Resumidamente, esta é uma ferramenta de modelagem de empresas com um procedimento para construção de cenários de manufatura.

Mapeamento do Fluxo de Valor é baseado na metodologia da Toyota, o mesmo foi desenvolvido para desenhar fluxos eficientes de uma empresa, de porta a porta, orientando-se no cliente final. Além de ser uma metodologia prática focada na implementação de melhorias (ROTHER E SHOOK, 2003).

Nazareno *et al.* (2001) afirmam que esta ferramenta concentra-se nas questões relativas à redução do *lead time* dos sistemas, tornando questões como custos, por exemplo, implícitas. Womack (2002) aponta o fato de que o MFV tem se limitado a um mero “papel de parede corporativo”, não havendo a implementação dos pontos vislumbrados e concebidos em sua situação futura. Womack (2002) ainda afirma que muitos gerentes sentem-se angustiados diante da falta de métricas e metas estabelecidas que lhes digam se suas organizações estão se tornando realmente enxutas.

Léxico *Lean* (2007) define fluxo de valor como todas as ações, que criam valor ou não, necessárias para trazer um produto ou serviço do conceito ao

lançamento ou do pedido à entrega. Incluem todas as etapas de processamento de informações e materiais necessários para o valor sejam entregue ao cliente.

Rother e Shook (2003) apresentam uma série de afirmações sobre porque o MFV é importante, dentre as quais se podem destacar:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, enxergando o fluxo como um todo;
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios, mas também as fontes destes desperdícios;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que possam ser discutidas.
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

A figura 3 apresenta um MFV:

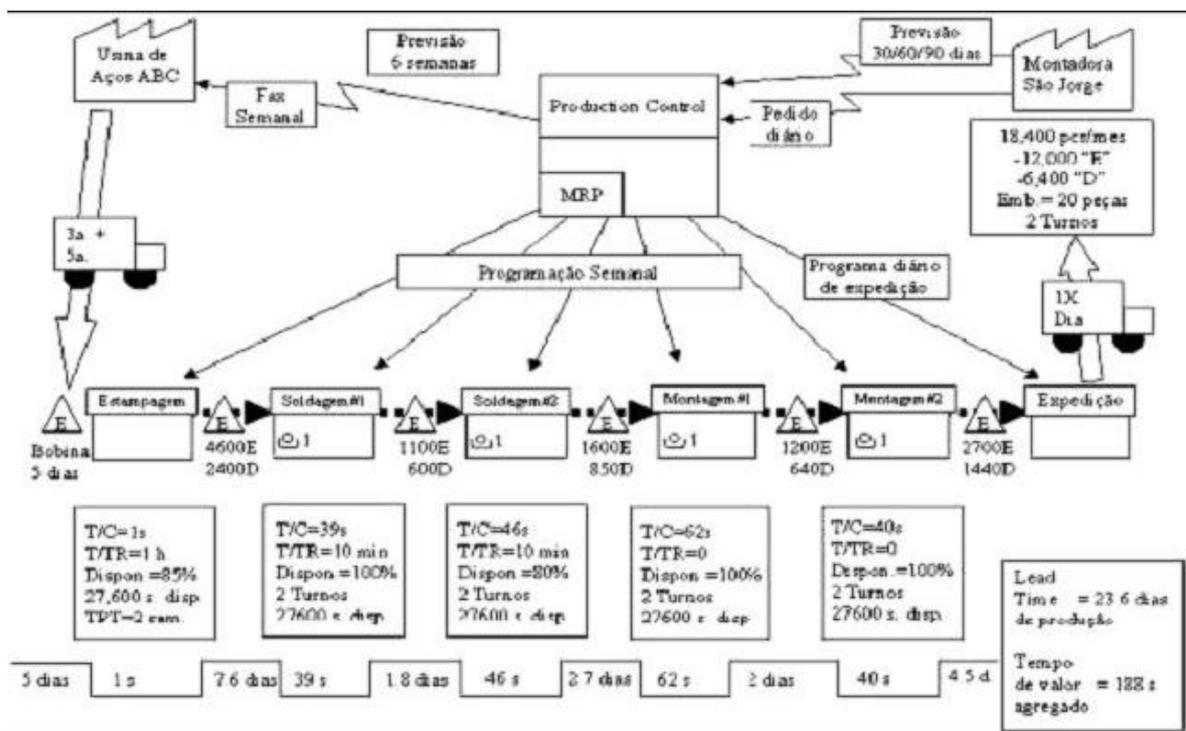


Figura 3 - Exemplo de mapa da situação atual

Fonte: Rother e Shook (2003).

O mapa da situação atual, apresentado na figura 3, é de uma empresa de Estamparia ABC, o primeiro passo para se começar a mapear é selecionar as famílias dos produtos, identificar as caixas dos processos e suas respectivas identificações da localização e da quantidade média de estoques, em número de

peças e dias e os *lead times*. Depois que o mapeamento for todo feito, consegue-se enxergar o padrão básico de todos os fluxos de valor.

Alguns ícones presentes na figura 3 são usados na construção do MFV. A figura 4 mostra alguns destes ícones pré-definidos.



Figura 4 - Exemplo de ícones utilizando na técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor

Fonte: Rother e Shook (2003).

Outro componente do MFV é a linha do tempo, que é posicionada abaixo das caixas de processos e dos triângulos de estoque para registrar o *lead time* de produção, o tempo que leva uma peça para percorrer todo o caminho no chão de fábrica, começando com a sua chegada como matéria-prima até a liberação para o cliente.

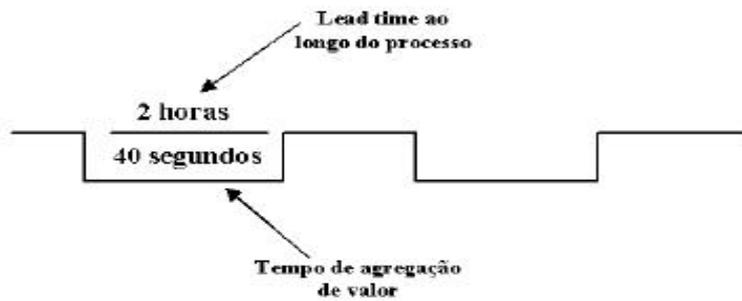


Figura 5 - Linha do tempo

Fonte: Rother e Shook (2003).

Rother e Shook (2003) argumentam que o uso da ferramenta deve ser feito a partir do desenho do estado atual, feito a partir da coleta de informações no chão de fábrica, para cada família de produtos.

A partir das informações contidas no MFV atual, desenvolve-se um desenho do estado futuro. No entanto, o desenho do estado atual e futuro não ocorrem de forma totalmente separada e seqüencial.

Por fim, deve-se elaborar um plano de trabalho e implementação para o alcance da situação futura projetada.

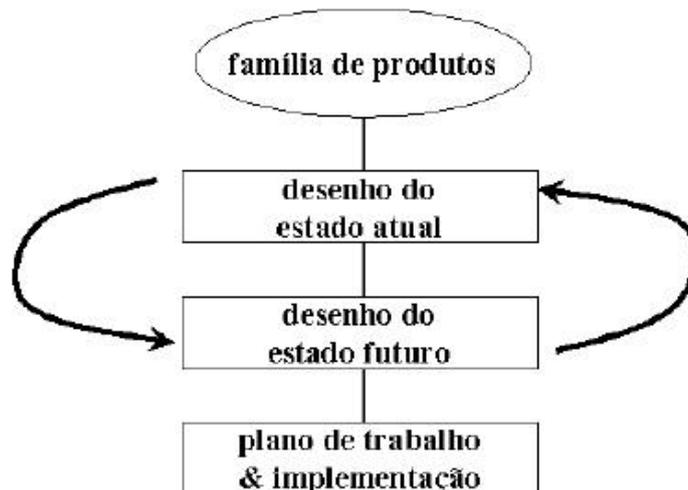


Figura 6 - Etapas do mapeamento do Fluxo de Valor

Fonte: Rother e Shook (2003).

Além disso, o objetivo para 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 se tornar uma realidade em um curto espaço de tempo. A meta é construir uma cadeia onde os processos individuais são articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo³ ou puxado e a cada processo se aproxima para entregar apenas o que o cliente precisa quando ele precisa (ROTHER E SHOOK, 2003).

Rother e Shook (2003) estabelecem uma série de diretrizes a serem seguidas para elaboração do mapa da situação futura. As diretrizes propostas pelos autores são:

1. Produzir de acordo com o *takt time*: a idéia é fazer com o ritmo de produção acompanhe o ritmo das vendas. Produzir de acordo com o *takt time* requer esforços concentrados para fornecer resposta rápida para problemas, eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas e eliminar tempos de troca em processos posteriores;

2. Desenvolver um fluxo contínuo onde possível: a idéia é fazer com que cada item processado seja transferido imediatamente ao estágio posterior, sem nenhuma interrupção. Com isso, reduz-se o tempo de espera, o tempo total de fabricação (as peças não precisam esperar até que todo o lote seja concluído), entre outros desperdícios;

3. Usar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não foi possível: os supermercados são utilizados para associar a programação destes processos à demanda dos processos posteriores. O supermercado, em geral, é controlado por meio de um sistema *kanban*, que determina o fluxo de materiais;

4. Enviar a programação do cliente para um único processo de produção: como todos os processos estarão interligados (pelo sistema de programação puxada), as ordens de produção não precisam ser enviadas a todos os processos, mas somente ao processo puxador que determinará o ritmo de produção dos demais processos e a velocidade de resposta do sistema;

5. Distribuir uniformemente a produção de diferentes itens ao longo do tempo: é importante salientar que o nivelamento do *mix* de produção é importante para trazer a flexibilidade necessária ao sistema e permitir a redução

³ Fluxo contínuo entende-se por produzir e movimentar um item por vez (ou um lote pequeno de itens) ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente, sendo que em cada etapa se realiza apenas o que é exigido pela etapa seguinte (LÉXICO LEAN, 2007).

dos estoques pela redução do tamanho do lote de processamento. Contudo, a frequência de tempo desta distribuição (TPT) dependerá do tempo de processamento total de todos os itens que passam pelo processo, bem como do tempo de troca despendido;

6. Criar uma “puxada inicial” com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador: o objetivo é estabelecer um ritmo de produção consistente, nivelado, criando um fluxo de produção previsível que alerte para os problemas de forma que ações corretivas possam ser tomadas rapidamente. O incremento de trabalho liberado é chamado de *pitch*, que é baseado na quantidade de embalagens no contêiner, ou um múltiplo, ou fração daquela quantidade;

7. Desenvolver a habilidade de fazer toda parte todo dia nos processos anteriores ao processo puxador: no mesmo sentido da diretriz de número cinco, esta visa o nivelamento da produção. No entanto, com foco nos processos controlados por algum tipo de supermercado puxado via *kanban* e quadro de programação nivelada.

Estas diretrizes foram transformadas em questões-chave para o estado futuro (ROTHER E SHOOK, 2003):

1. Qual é o *takt time*, baseado no tempo de trabalho disponível dos processos fluxo abaixo que estão mais próximos do cliente?
2. A produção será realizada para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para expedição?
3. Onde é possível implementar o fluxo contínuo?
4. Onde será necessário introduzir os sistemas puxados com supermercado a fim de controlar os processos anteriores?
5. Em que ponto da cadeia produtiva será programada a produção?
6. Como o *mix* de produção será nivelado?
7. Quais quantidades de incremento de trabalho serão liberadas e com qual frequência no processo puxador?
8. Quais melhorias serão necessárias para que os processos comportem-se como o projeto do estado futuro?

A figura 7 apresenta um exemplo de um mapeamento de fluxo de valor futuro da empresa Estamparia ABC, que foi apresentado o estado atual na figura 6.

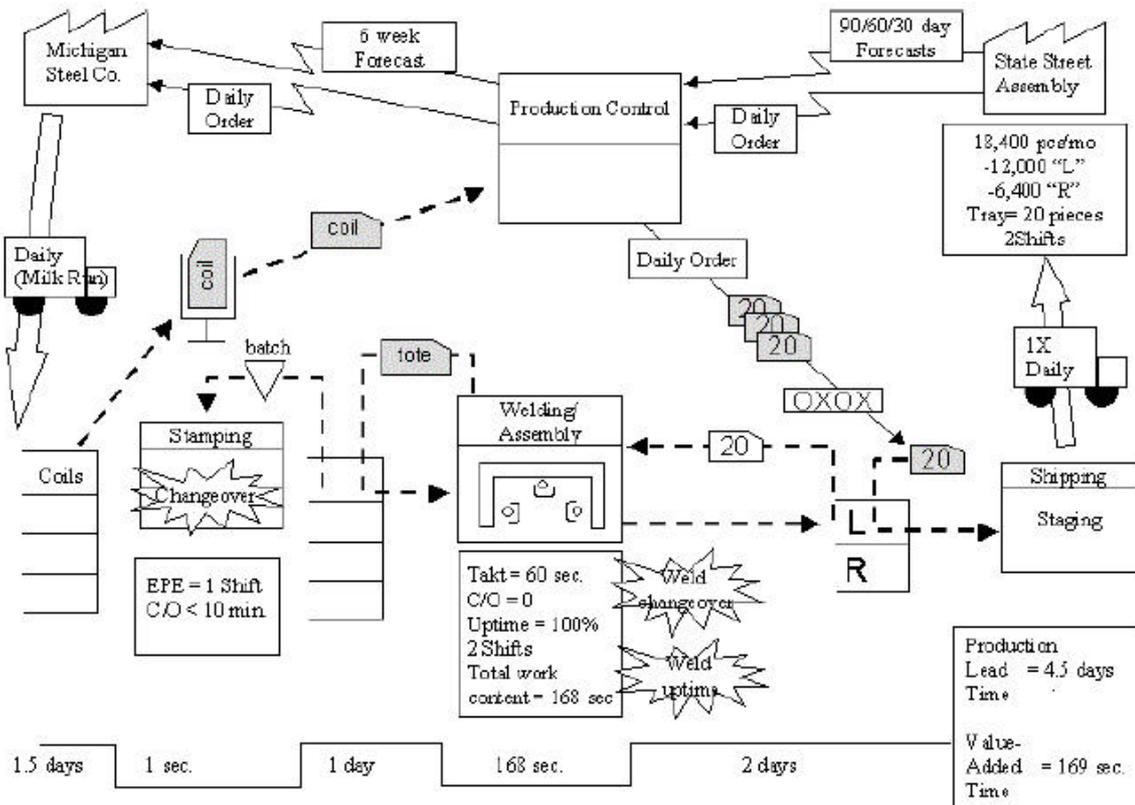


Figura 7 - Exemplo de mapa da situação Futura

Fonte: Rother e Shook (2003).

Fazendo a análise da figura 7, a primeira grande modificação no mapa da situação futura da Estamparia ABC foi à junção das quatro caixas de solda e montagem em uma caixa de processo única que indica um fluxo contínuo, foi também criado um supermercado entre a estamparia e a nova célula de montagem e solda e foi também implementado o pedido diário que é enviado pelo controle de produção.