

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

IVENS DIAS TRAVAGLI



APLICAÇÃO DA ABORDAGEM ENXUTA EM UM VIVEIRO DE MUDAS
FLORESTAIS

CURITIBA

2014

IVENS DIAS TRAVAGLI

APLICAÇÃO DA ABORDAGEM ENXUTA EM UM VIVEIRO DE MUDAS
FLORESTAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Industrial Madeireira do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. GHISLAINE M. BONDUELLE

CURITIBA

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, aos meus pais, José Donizeti e Regina, bem como minha irmã Ivana, que apesar da distância, sempre me dedicaram apoio, confiança e que me incentivam para que eu realize meus sonhos.

Aos meus amigos de infância, que hoje estão espalhados pelo Brasil, aos amigos que conquistei durante a faculdade e durante a minha breve passagem por Joaçaba, SC e Belo Horizonte, MG.

À empresa que possibilitou o estudo desenvolvido e aos meus colegas que me incentivaram. Um agradecimento especial ao supervisor do viveiro, João Claudio Trosdorf que possibilitou e contribuiu com o estudo de caso.

À Universidade Federal do Paraná, ao curso de Engenharia Industrial Madeireira e a todos os professores que contribuíram para o meu crescimento.

RESUMO

Com o crescimento e desenvolvimento da economia surgiu um novo ambiente de competição, que impõe às empresas a procura de um contínuo aperfeiçoamento de seus produtos e processos, esse aperfeiçoamento dá-se pela aplicação de conceitos da mentalidade enxuta. O objetivo do trabalho é analisar e propor melhorias, aplicando a abordagem enxuta em um viveiro de mudas florestais, a fim de alcançar benefícios (redução de desperdícios, custos, prazo e aumento da qualidade dos processos). Essa análise e ações de melhoria foram auxiliadas através da ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). O MFV é uma ferramenta que ajuda na visualização do fluxo da produção atual, identificando os desperdícios e atividades que não agregam valor, para assim, desenvolver um fluxo de valor futuro com menos desperdícios. A aplicação da ferramenta proporcionou o entendimento do processo e ajudou a identificar os desperdícios presentes, e a comparação do estado atual com o estado futuro permitiu apontar o impacto das melhorias implementadas.

Palavras-chave: Lean Manufacturing, Produção enxuta, Mapeamento de Fluxo de Valor, Viveiro de Mudas Florestais.

ABSTRACT

With the growth and development of the economy a new competitive environment, requiring companies seeking continuous improvement of its products and processes, this enhancement is caused by application of concepts of lean thinking emerged. The objective is to analyze and propose improvements, applying the lean approach in a nursery of forest seedlings in order to achieve benefits (reducing waste, cost, time and increase the quality of processes). This analysis and improvement actions have been helped through the tool of Value Stream Mapping (VSM). The VSM is a tool that helps you visualize the flow of current production, identifying waste and activities that do not add value, to thereby develop a stream of future value with less waste. The application of the tool provided an understanding of the process and helped identify waste present, and comparison of the current state and future state allowed pointing out the impact of the improvements implemented.

Keywords: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Forest Nursery Seedlings.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO. GHINATO (2000).....	21
FIGURA 2 - SOLUÇÃO PRÁTICA DE PROBLEMAS. LIKER (2005).....	32
FIGURA 3 - CICLO DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR. ROTHER E SHOOK (2003).....	39
FIGURA 4 - EXEMPLO DE LINHA DO TEMPO.....	44
FIGURA 5 - GRÁFICO DE SPAGHETTI ESTADO ATUAL.....	59
FIGURA 6 - MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL.....	61
FIGURA 7 - GRÁFICO DE SPAGHETTI DO ESTADO FUTURO.....	64
FIGURA 8 - MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO.....	66

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ELEMENTOS COMUNS DO MFV. ROTHER e SHOOK (2003)	42
QUADRO 2 - DADOS DE PROCESSO COMUNS LEVANTADOS NA INDÚSTRIA	43
QUADRO 3 - COMPARAÇÃO ENTRE ESTADO ATUAL E ESTADO FUTURO	67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.2	OBJETIVOS.....	11
1.2.1	Objetivo geral.....	11
1.2.2	Objetivos específicos.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	HISTÓRIA.....	13
2.1.1	A produção artesanal.....	13
2.1.2	Produção em massa.....	14
2.1.3	Produção Enxuta	17
2.2	O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	21
2.2.1	Estrutura e proposta	21
2.2.2	Introdução de alguns princípios	24
2.2.3	O embasamento do Pensamento Enxuto	34
2.3	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR	37
2.3.1	Mapa.....	37
2.3.2	Descrição do mapeamento de fluxo de valor (MFV).....	37
2.3.3	Descrição da aplicação do MFV	39
2.3.4	Elementos integrantes do MFV.....	41
2.4	SETOR FLORESTAL.....	44
2.4.1	Viveiro.....	45
3	METODOLOGIA.....	46
3.1	MAPA DO FLUXO DO ESTADO ATUAL.....	46
3.1.1	Selecionar uma família de produtos	46
3.1.2	Identificar estações de processos no fluxo de valor	46

3.1.3	Identificar desperdícios	47
3.1.4	Identificar o fluxo de informação	47
3.1.5	Levantamento de dados do processo para caixa de dados.....	47
3.1.6	Desenhar fluxo de valor do estado atual e calcular <i>lead time</i>	48
3.2	MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO	48
4	ESTUDO DE CASO.....	49
4.1	A EMPRESA.....	49
4.1.1	Negócios.....	49
4.2	VIVEIRO	51
4.2.1	Descrição do processo produtivo.....	51
4.3	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ATUAL – MFV (VALUE STREAM MAPPING – VSM).....	57
4.3.1	Programação do viveiro	57
4.3.2	Compra de sementes e quebra de dormência.....	58
4.3.3	Semeadura	58
4.3.4	Germinação	59
4.3.5	Formação.....	60
4.3.6	Rustificação e expedição	60
4.3.7	Análise.....	62
4.4	MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO	62
4.4.1	Plano de ação para implementar melhorias.....	63
4.5	MELHORIAS OBTIDAS PELO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	67
4.5.1	Redução do <i>lead time</i> e aumento da produtividade da semeadura.....	67
4.5.2	Redução da perda de mudas.....	68
4.5.3	Redução de movimentação na semeadura e área utilizada no barracão	68
5	CONCLUSÃO.....	69
6	REFERÊNCIAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Promovido pela globalização e com o crescimento e desenvolvimento da economia surgiu um novo ambiente de competição, que impõe às empresas, em qualquer parte do mundo a procura de um contínuo aperfeiçoamento de seus produtos, processos e a eliminação dos desperdícios. A queda da barreira alfandegária e a conseqüente abertura de mercados fez o cliente ter uma enorme variedade de escolhas, acesso sem precedentes à informação, e está exigindo excelente qualidade a um preço razoável. Assim a implantação de novos e eficientes sistemas de gestão, tanto no segmento industrial como no de serviços é uma necessidade imposta pelo mercado (DENNIS, 2008).

Segundo DENNIS (2008), antigamente, o setor de contabilidade determinava o custo baseado nos princípios de contabilidade de custos, e uma margem de lucro comum à área era acrescentado, o preço era passado ao consumidor que, com quase toda certeza, pagava. Essa equação é demonstrada na equação 1.

$$\text{custo} + \text{lucro} = \text{preço} \quad (\text{Equação 1})$$

e passou para

$$\text{preço(fixo)} - \text{custo} = \text{lucro} \quad (\text{Equação 2})$$

sendo o preço um valor que é definido pelo cliente. Portanto o único meio de aumentar o lucro é reduzindo o custo, mas como fazer isso sem reduzir o quadro de funcionários abaixo do necessário, canibalizar o orçamento de manutenção e assim enfraquecer a empresa em longo prazo?

O *Lean Manufacturing* (produção enxuta) e também chamado de Sistema Toyota de Produção, é uma filosofia de produção, a qual proporciona grandes benefícios nas mais variadas instituições por meio da aplicação de medidas simples e baratas. A filosofia *lean* propõe a utilização de conceitos e ferramentas para planejamento e controle do processo produtivo que buscam a melhoria contínua por

meio da organização, da implementação do fluxo contínuo, do atendimento ao cliente, da eficiência do uso dos recursos, da eliminação ou redução máxima dos processos que não agregam valor, ou seja, os desperdícios, e da satisfação do ser humano. Mais do que uma metodologia operacional ou administrativa, para ser bem sucedido, deve ser incorporado no dia-a-dia, criando uma cultura nos colaboradores de todos os setores produtivos e níveis hierárquicos da empresa (DENNIS, 2008).

A implantação da produção enxuta, desde a sua criação, gera e mostra o progresso e a melhoria alcançados no setor industrial, com destaque na indústria automobilística. Embora a filosofia *lean* exista desde 1950, no Brasil as empresas estão reconhecendo sua importância nesses últimos anos. Pelo mesmo caminho e também em busca de aperfeiçoamento, a introdução da filosofia *lean* nos processos de base florestal, em qualquer escala de qualquer ramo ou porte empresarial, é a metodologia apropriada para obtenção do sucesso esperado. Por uma questão de oportunidade ou necessidade, o aprimoramento das técnicas de gestão e das ferramentas e processos operacionais, aplicados satisfatoriamente e para obtenção de eficiência produtiva e valorização da mão de obra, são imprescindíveis para o desenvolvimento do setor (DENNIS, 2008).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo é analisar a possível aplicação da abordagem enxuta no viveiro de mudas florestais, a fim de alcançar benefícios (redução de desperdícios, custos, prazo e aumento da qualidade dos processos).

1.2.2 Objetivos específicos

- ♦ Descrever e estudar o atual processo de produção do viveiro, aplicando o mapeamento do fluxo de valor do estado atual (MFV).

- ✦ Com base no MFV atual, identificar desperdícios e propor maneiras de diminuí-los.
- ✦ Construir o MFV do estado futuro, indicando os ganhos, devido às melhorias aplicadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRIA

2.1.1 A produção artesanal

Segundo DENNIS (2008), depois da Revolução industrial iniciada na Inglaterra no século XVIII, foi agregada a mecanização ao trabalho manual. Por volta de 1894, não existiam fabricantes de automóveis. Para se comprar um carro, era preciso fazer uma encomenda. O desenvolvimento do trabalho era feito em oficinas artesanais individuais espalhadas, onde, na maior parte, artesãos habilidosos produziam cuidadosamente à mão, um pequeno número de produtos. O projeto dos produtos e suas características eram determinados pelos consumidores.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), as fábricas não tentavam produzir em massa e concentravam-se em ajustar cada produto à exata vontade do comprador individual, pois as máquinas e ferramentas dos anos 1890 eram incapazes de cortar o aço com precisão, e os fornecedores normalmente não utilizavam um sistema de metrologia. Assim, era impossível a produção de dois carros idênticos, mesmo que fossem construídos de acordo com o mesmo projeto.

Por volta de 1905, centenas de companhias na América do Norte e Europa Ocidental estavam produzindo em pequenos volumes e usando métodos artesanais. Dentre suas características, as quatro principais são: organizações extremamente descentralizadas, variedade altíssima entre os produtos, força de trabalho altamente qualificada e um volume de produção baixíssimo (WOMACK, JONES e ROSS, 1992).

Segundo DENNIS (2008), o sistema artesanal era incapaz de garantir boa qualidade na forma de confiabilidade e durabilidade, muito mais importantes do que detalhes ornamentais. Também fatal para a época foi a incapacidade de desenvolvimento de novas tecnologias.

2.1.2 Produção em massa

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), Frederick Winslow Taylor, no início do século XX, criou as bases da produção em massa ao aplicar princípios científicos à manufatura, foi uma tentativa, por meio do método científico, de dar mais racionalidade ao uso de homens e máquinas no interior das fábricas, de modo a obter ganhos e eficiência. Entre as inovações de Taylor, podemos dizer que as principais foram:

- ◆ Medição e análise para melhorar o processo.
- ◆ Tempo de ciclo reduzido (tempo que determinado processo leva)
- ◆ Estudo de tempo e movimento (ferramenta para desenvolvimento de trabalho padronizado)
- ◆ Trabalho padronizado (identificação da melhor forma e mais simples de fazer o trabalho)

Ao mesmo tempo o jovem empresário Henry Ford, com atuação na indústria automobilística, tentava desenvolver produtos “user friendly” (de fácil utilização), para que qualquer cliente seja capaz de dirigir ou consertar seu carro, ele conseguiu o que queria com o modelo T de 1908 (DENNIS, 2008).

Segundo DENNIS (2008), muitos dizem que a essência da produção em massa foi a linha de montagem, mas na verdade, foi a possibilidade de intercâmbio total de peças e a facilidade de montagem, isso tornou a linha de montagem possível. As novas técnicas de Ford reduziram drasticamente os custos, aumentando ao mesmo tempo a qualidade do produto. Desta forma, Ford ganhou tremenda vantagem em relação aos seus competidores.

O intercâmbio entre as peças a baixo custo foi propiciada por ferramentas que desempenhavam tarefas em grandes volumes com baixo ou nenhum custo de preparação de máquinas. Ford reduziu drasticamente o tempo de preparação por meio de máquinas que realizavam uma só tarefa de cada vez, facilitando também a operação pelo empregado (DENNIS, 2008).

Segundo DENNIS (2008), Ford também dispôs suas máquinas numa sequência, de modo que, a cada passo de fabricação, imediatamente se seguisse o próximo (linha de produção). Transferiu as peças para cada estação de trabalho, permitindo aos montadores ficarem no mesmo local, assim as movimentações dos funcionários no chão de fábrica foram diminuídas. O ciclo de tarefas dos montadores caiu e também esforço humano necessário para executar uma tarefa, o que fez a produtividade aumentar. Quanto mais veículos a Ford produzia, mais o custo por veículo caía. O sucesso de seus automóveis baseava-se, antes de tudo, nos baixos preços, que não paravam de cair.

O sistema que Ford lançou provavelmente não conseguia uma alta qualidade, nos termos de hoje, mas lançou a empresa à liderança industrial e orientou a indústria automobilística e tantas outras por mais de meio século e acabou sendo adotada em quase toda atividade industrial na Europa e América do Norte (DENNIS, 2008).

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), na década de 20, Alfred Sloan assumiu as rédeas da General Motors e reconheceu que o sistema de produção em massa exigia gerenciamento profissional. Nesta administração, ele logo percebeu os dois problemas críticos que deveria solucionar se quisesse ter sucesso e substituir a Ford como líder no ramo:

- ♦ A administração profissional dos enormes empreendimentos tornados possíveis com as novas técnicas de produção;
- ♦ O aperfeiçoamento dos produtos básicos de Ford.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), Alfred Sloan tentava assimilar a necessidade de padronização para reduzir custos de fabricação e a diversidade de modelos, exigida pela variedade da demanda dos consumidores. Ele atingiu seu objetivo padronizando vários itens mecânicos produzidos por ferramentas especializadas. Ao mesmo tempo, alterava anualmente a aparência externa dos carros e introduzia uma série de novos acessórios, para sustentar o interesse dos consumidores. Essas inovações representaram uma revolução no marketing e na gerência da indústria automobilística.

Segundo DENNIS (2008), entretanto, no chão de fábrica as coisas não iam bem, os trabalhadores eram tratados como meras peças intercambiáveis no sistema de produção. Até que no final da década de 1930, o United AutoWorkers (sindicato dos trabalhadores automotivos) assinou acordos com as empresas, resultando em uma lista de regras de trabalho que, sem dúvida, reduziram a eficiência da fábrica de produção em massa de Ford.

Segundo DENNIS (2008), juntando as práticas de fabricação de Ford, as técnicas de marketing e gerência de Sloan e acrescentando o novo papel do movimento sindical no controle das definições e conteúdo das tarefas: o resultado é a produção em massa em sua forma final amadurecida.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), a produção em massa rumou de vitória em vitória por décadas, companhias em praticamente todos os demais ramos adotaram metodologia semelhante. Todos os vestígios da produção artesanal foram desaparecendo. Mas assim que a produção em massa começou a migrar para fora dos Estados Unidos, encontrou resistência. Os trabalhadores perceberam que o trabalho na produção em massa tratava-se de um trabalho desestimulante e para vida toda.

Segundo DENNIS (2008), em 1955 foi o ano em que começou a queda da indústria automobilística. Os anos 60 caracterizavam-se por um crescimento expressivo na oferta de bens e serviços. Nos anos 70, os sistemas europeus de produção em massa foram afetados, por salários crescentes e jornada semanal de trabalho em constantes diminuições, além da crise do petróleo que enfraqueceram as expectativas dos trabalhadores e reduziram as alternativas de empregos.

Segundo DENNIS (2008), nos anos 80, os trabalhadores continuaram achando o trabalho de produção em massa desestimulante, a principal prioridade nas negociações sindicais continuou sendo a redução da jornada de trabalho. Essa teria prosseguido indefinidamente, se não fossem os acontecimentos ocorridos em Toyoda City. Os japoneses estavam desenvolvendo uma maneira inteiramente nova de se produzir, a chamada produção enxuta.

2.1.3 Produção Enxuta

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), no final do século XIX, quando o Japão dava início ao seu processo de modernização, Sakichi Toyoda procurava maneiras de melhorar o tear manual para facilitar o trabalho de sua mãe, depois de muito empenho, conseguiu inventar o primeiro tear elétrico. Mas ele não parou por aí, em Janeiro de 1918, Sakichi fundou a Toyoda Spinning and Weaving Co. Ltd e com a ajuda de seu filho, Kiichiro Toyoda, realizou o sonho de construir o primeiro tear automático, em 1924.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), depois de enfrentar uma séria crise econômica no Japão que o forçou a deixar a empresa, Sakichi se restabelece e cria, dois anos mais tarde, a Toyoda Automatic Loom Works, garantindo a continuidade da família na indústria têxtil. Kiichiro Toyoda, filho do fundador Sakichi, durante suas visitas a Europa e ao Estados Unidos, na década de 1920, começou a interessar-se profundamente pela então iniciante indústria automotiva. Com os fundos obtidos na venda da patente do tear automático inventado por seu pai, Kiichiro produziu o primeiro protótipo de automóvel e assim estabeleceu os alicerces da Toyota Motor Corporation (TMC), fundada em 1937.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), a Toyota ingressou na indústria automobilística, especializando-se em caminhões para as forças armadas, mas com o firme propósito de entrar na produção em larga escala de carros de passeio e caminhões comerciais. No entanto, o envolvimento do Japão na II Guerra Mundial adiou as pretensões da Toyota.

Segundo DENNIS (2008), com o final da II Grande Guerra em 1945, a Toyota retomou os seus planos de tornar-se uma grande montadora de veículos, mas após treze anos de esforço desde que foi fundada em 1937, a companhia conseguira produzir apenas 2.685 automóveis. Em contraste, a fábrica Rouge da Ford produzia 7.000 por dia. Costumava-se dizer, há esta época, que a produtividade dos trabalhadores americanos era aproximadamente dez vezes superior à produtividade da mão-de-obra japonesa. Esta constatação serviu para “acordar” e motivar os japoneses a alcançar a indústria americana.

Segundo DENNIS (2008), em 1956 o então engenheiro-chefe da Toyota, Taiichi Ohno, percebeu, em sua primeira visita às fábricas da Ford, que a produção em massa precisava de ajustes e melhorias de forma a ser aplicada ao mercado japonês. Ohno notou que os trabalhadores eram subutilizados, as tarefas eram repetitivas além de não agregar valor, existia uma forte divisão (projeto e execução) do trabalho, a qualidade era negligenciada ao longo do processo de fabricação e existiam grandes estoques intermediários.

Para WOMACK, JONES e ROSS (1992), a limitação do mercado interno japonês e sua exigência por diversidade. Mudanças no comportamento dos trabalhadores com sua forte organização sindical, restrições ao direito de demitir, amparada por novas leis introduzidas pela ocupação americana, a economia do país devastada desejando trocas comerciais e tornando proibitiva a importação de tecnologias de produção ocidental, e o fato de o exterior estar repleto de produtores de veículos dispostos a protegerem seus mercados foram os principais impulsionadores da Toyota para a Mentalidade Enxuta, que para Taiichi Ohno era simplesmente o Sistema Toyota de Produção (STP)

A produção enxuta emprega equipes de trabalhadores multiquificados em todos os níveis da organização, além de máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas, reduzindo imensos volumes de produtos de ampla variedade. Reúne o melhor da produção artesanal e da produção em massa: a capacidade de reduzir custos unitários e aumentar tremendamente a qualidade, ao mesmo tempo em que oferece uma variedade crescente de produtos e um trabalho cada vez mais estimulante (DENNIS, 2008).

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), ela é enxuta por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa:

1. Metade do esforço dos operários da fábrica;
2. Metade do espaço para fabricação;
3. Metade do investimento em ferramentas;
4. Metade de horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo;

5. Menos da metade dos estoques no local de fabricação.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), várias experiências foram feitas na Toyota para o desenvolvimento da filosofia *lean*, como: agrupamento dos trabalhadores em equipes; atribuição de tarefas de limpeza às equipes, assim como pequenos reparos e controle de qualidade; envolvimento da equipe na sugestão de melhorias para o processo; introdução de meios para interrupção da produção nas estações de trabalho (para que os operários imediatamente parassem a produção caso surgisse um problema). A ideia era consertar o problema para que ele não aparecesse de novo, através do sistema dos “cinco porquês”, que questionava a razão em cada nível do problema descoberto.

Os resultados foram excepcionais em todos os aspectos testados. A quantidade de reparos caiu continuamente, a qualidade dos carros aumentou constantemente. O sucesso pode ser vinculado a simples razão de que o controle de qualidade, por mais cuidadoso que seja, simplesmente não consegue detectar todos os defeitos no final da operação.

Atualmente as montadoras da Toyota praticamente não possuem área de reparos e quase não os executa. Mas, segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), uma série de montadoras de produção em massa dedica 20 por cento de sua área operacional e 25 por cento do total de horas de trabalho ao reparo de erros. Compradores norte-americanos relatam que os veículos da Toyota estão entre os de menor número de defeitos de todo o mundo.

À semelhança de Ford e Sloan, o êxito da produção enxuta residiu na criação de um sistema completo: do planejamento de produtos, através de todas as etapas de fabricação e coordenação do sistema de suprimentos, até o consumidor. Desse modo, a indústria automobilística transformou mais uma vez o mundo, tornando-se símbolo global da nova era da produção enxuta.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), a adaptação, a inovação e a flexibilidade derrubaram essa antiga abordagem empresarial concentrada no custo e se tornaram os fatores necessários para a sobrevivência, bem como os pressupostos para uma empresa bem sucedida. Sustentar esse comportamento organizacional exige um atributo essencial: a habilidade de aprender. De fato, o mais

alto elogio que podemos fazer a uma empresa no atual ambiente de negócios é dizer que ela é uma verdadeira organização de contínua aprendizagem.

2.2 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

2.2.1 Estrutura e proposta

O Sistema Toyota é um sistema sofisticado de produção em que todas as partes contribuem para o todo, não se restringe apenas a um conjunto de ferramentas. Segundo LIKER (2005), Fujio Cho, discípulo de Taiichi Ohno, desenvolveu uma representação da Estrutura do Sistema Toyota: uma casa, devido às dificuldades em difundir as práticas enxutas, pois, à medida que as melhorias amadureciam, a tarefa de ensiná-las para outras plantas e fornecedores mostrava-se dura, a casa pode ser observada na Figura 1.

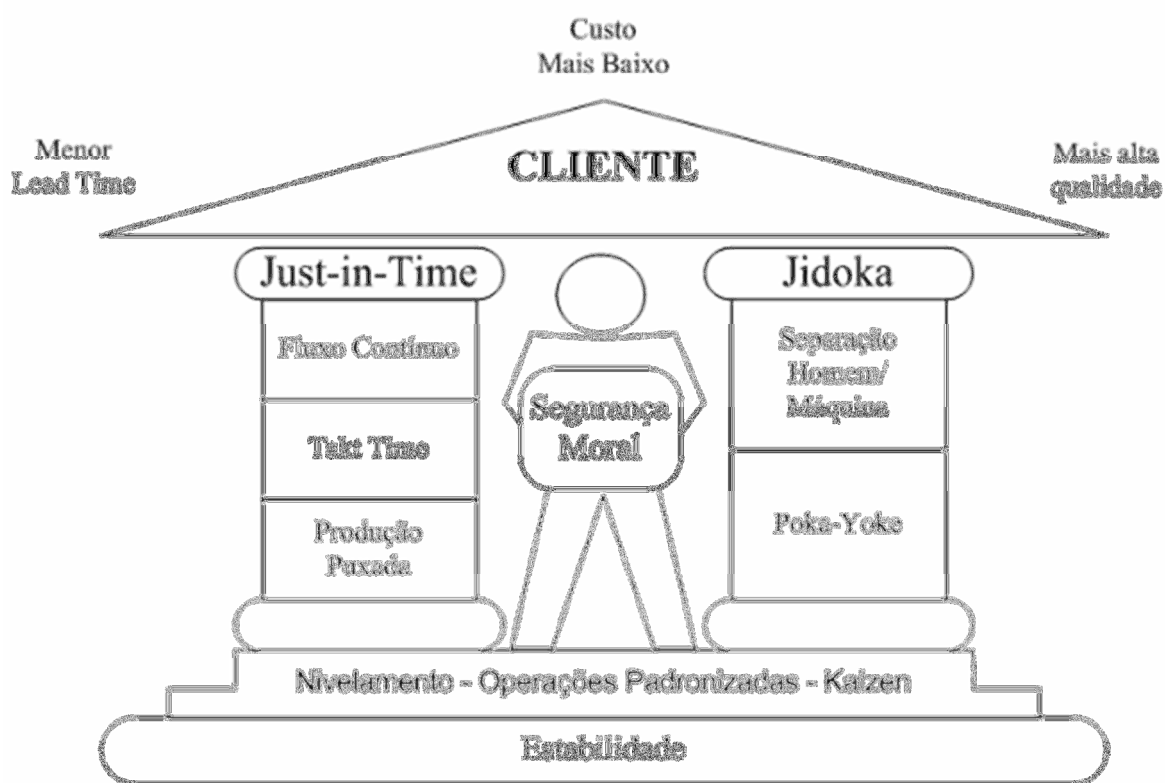


FIGURA 1 - ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO. GHINATO (2000).

Em sua composição, cada elemento por si só é crucial, mas o mais importante é o modo como eles se completam:

- No alicerce está a estabilidade, em um confronto gerado pela instabilidade da exigência em se trabalhar com pouco estoque, mas que cria um senso de urgência e comprometimento nos trabalhadores;
- O centro do sistema é a principal ferramenta do Sistema Toyota, as pessoas;
- As duas colunas externas, o Jidoka, automação que com toque humano, significa nunca deixar que um defeito passe para a próxima estação; e o Jus-in-Time, provavelmente a característica mais popularizada do STP;
- O telhado, com as metas de melhor qualidade, menor custo e menor *lead time*.

Para o sistema ser estável e permitir o mínimo de estoque, é necessário o *heijunka*, consiste no nivelamento da programação da produção tanto em volume quanto em variedade. A programação nivelada é necessária também para permitir um mínimo de estoque, pois grandes picos na produção de certos produtos com a exclusão de outros podem criar escassez de peças.

As pessoas encontram-se no centro da casa porque somente através da melhoria contínua e padronização, a operação pode chegar à estabilidade necessária. Para isso, as pessoas devem ser treinadas para encontrar perdas e eliminar os problemas pela raiz, utilizando a metodologia do 5S.

O Just-in-time, que pode-se entender como produzir as unidades necessárias com as quantidades necessárias, tem como objetivo a máxima remoção dos *buffers*, possível do estoque usado para proteger as operações. Jidoka ou automação, é o controle autônomo de defeitos, ele apoia o Just-in-Time, não permitindo que unidades defeituosas de um processo precedente sigam o fluxo e atrapalhe o processo subsequente.

O fluxo contínuo e unitário de peças possibilita a aproximação da filosofia do JIT, pois utiliza *buffers* menores na produção de uma unidade por vez e à razão da demanda do cliente (*takt time*). A identificação dos problemas e defeitos de qualidade torna-se mais fácil. Com a implementação do fluxo unitário de peças, quando um operador para um equipamento ou processo para solucionar um problema, outras operações em seguida serão interrompidas, gerando uma crise.

Assim, há sempre um senso de urgência entre todos na produção para que os problemas sejam resolvidos em conjunto.

Segundo LIKER (2005), os princípios do modelo Toyota são amplos e aplicam-se tanto em engenharia e administração como em serviços, e são um grande ponto de partida para tornar-se competitivo e lucrativo. Sem o pensamento *lean*, a maior parte das pessoas não consegue observar as grandes oportunidades de redução de perdas por meio da eliminação dos passos que não representam agregação de valor. A abordagem tradicional para a maioria dos processos concentra-se em identificar os pontos de eficiências locais, apontando significativas melhorias, porém, pontuais, o que gera pouco impacto no fluxo de valor como um todo.

A célula da produção enxuta consiste em uma minuciosa organização de pessoas e máquinas em estações de trabalho em uma sequência de processamento. Nela, o processo se dá pelo fluxo unitário de peças de um produto ou serviço, cuja velocidade da produção é determinada pelas necessidades do cliente e com o mínimo de atraso e espera.

Segundo Liker (2005), a obtenção de grandes aumentos na produtividade, qualidade e grandes reduções em estoque, espaço e tempo por meio do fluxo unitário de peças, foram demonstradas diversas vezes em empresas de todo mundo. Essa é a razão pela qual a célula do fluxo unitário é pressuposto da produção enxuta, pois engloba todos seus princípios e elimina a maioria das de perdas.

2.2.2 Introdução de alguns princípios

2.2.2.1 Just-In-Time (JIT)

Segundo GHINATO (1996), o JIT é, provavelmente, o mais discutido e estudado elemento da moderna administração industrial. É uma expressão em inglês que foi adotada pelos japoneses, fala-se do surgimento da expressão na indústria naval, sendo incorporada, logo em seguida, pelas montadoras. Portanto já seria um termo conhecido e utilizado nas indústrias antes das publicações que notabilizaram o JIT como um desenvolvimento da Toyota Motor Company.

O JIT é um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permite que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com *lead times* curtos para atender as necessidades específicas do cliente. Em resumo, o JIT entrega os itens corretos na hora certa e na quantidade exata, e permite a adaptação às mudanças diárias da demanda.

Segundo GHINATO (1996), o Just-In-Time também pode ser aplicado no modo de tratar cada processo e indivíduo na operação. Em um sistema empresarial típico, cada pessoa ou passo da produção ou do processo administrativo deve ser tratado como um cliente e receber exatamente o que necessita no tempo certo. O JIT não funcionará se o passo anterior não fizer o que o passo seguinte indicar.

2.2.2.2 Fluxo Unitário de Peças (One Piece Flow)

Segundo LIKER (2005), a fábrica da Toyota foi montada para operar como as fábricas da Ford. Mas esse método não funcionou, pois a Toyota não podia competir com o volume e com as economias de escala da Ford. Assim, Ohno decidiu aperfeiçoar o fluxo de material para que fosse movimentado mais rapidamente pela fábrica, reduzindo o tamanho dos estoques de trabalho em processo (*work in process* - WIP), através da eliminação dos departamentos e “ilhas de processo” e criando células de trabalho agrupadas por produto, não por processo. O material

parado no estoque provém do tipo de perda mais básico, a superprodução. Ela gera a ociosidade do estoque, a ocupação de um espaço na planta.

O sistema que Ohno estabeleceu não supõe que o tamanho ideal do lote seja aquele que for mais eficiente para cada processo individual ou para o departamento de movimentação do material. No pensamento enxuto, o tamanho ideal do lote é sempre o mesmo: um. Isso porque Ohno não estava tentando otimizar a utilização de pessoas e de equipamentos em cada departamento.

Segundo LIKER (2005), a célula do fluxo unitário de peças reúne as fases de fabricação de um produto ou serviço de forma que os processos ficam perto um dos outros e não há acúmulo estoque entre eles. No fluxo contínuo os operários não terminam um produto sem que o mesmo seja imediatamente necessário na próxima etapa do processo. O resultado é a redução drástica do tempo da operação, pois elimina a superprodução e o estoque, concentrando-se apenas no tempo de valor agregado.

2.2.2.3 Sistemas Puxados e Kanban

Segundo LIKER (2005), o conceito do “sistema de puxar” é inspirado nos supermercados americanos, onde os itens individuais são recolocados assim que cada um deles começa a acabar na prateleira, a recolocação do material é provocada pelo consumo. Em um sistema de produção empurrada, a ordem de produção é enviada para o processo sem uma sinalização do cliente interno ou externo, é uma ordem que parte de uma previsão de vendas ou de um planejamento de produção.

O sistema puxado aplicado a uma fábrica, o conceito significa que o passo 1 em processo não deve produzir (reabastecer) peças antes que o próximo processo (passo 2) utilize todo o suprimento de peças do passo 1 (até chegar a um pequeno estoque de segurança). No Sistema Toyota de Produção, quando o passo 2 chega a este estoque de segurança, aciona-se um sinal para requisição de mais peças do passo 1. O Kanban é o medidor que indica a volta ao passo anterior, quando o

reabastecimento de peças é necessário. Isso cria o “puxar”, que continua a acontecer para trás, no sentido do início do ciclo de produção.

Segundo LIKER (2005), para alcançar o processo ideal, ou seja, a produção ou realização de um serviço exatamente quando este for necessário para o cliente, necessitamos de um verdadeiro fluxo unitário de peças com estoque zero. Quando o fluxo unitário não é possível por problemas de longas distâncias, grandes variações de tempo de ciclo ou impossibilidade de se trabalhar com estoque zero, a melhor escolha é optar pelo sistema *kanban*. Seu principal benefício é sua facilidade de ser utilizado para forçar a equipe a melhorar o processo a partir da redução do número de *kanbans* no processo.

Mesmo que traga benefícios à operação, o *kanban*, um sistema organizado de estoques, deve ser eliminado. O desafio da organização não é a implementação deste sistema num processo qualquer, mas sim o desenvolvimento de técnicas para redução do número de *kanbans* e, conseqüentemente, da quantidade de estoque.

2.2.2.4 Nivelamento da produção

Segundo LIKER (2005), o Sistema Toyota de Produção (STP), tem como seu principal fundamento o combate contínuo aos 3 M's: Muda, Muri e Mura.

Segundo DENNIS (2008), Muda é desperdício, nenhuma agregação de valor. Trata-se de atividades supérfluas que são consideradas perdas do processo, causam movimentos extras para obter peças ou ferramentas, criam excesso de estoques, ou resultam em alguma forma de espera. Ao enxergar desta maneira o STP identificou, o que ele chamou de as “7 grandes perdas” do processo produtivo, que são:

1. Superprodução ou produção em excesso;
2. Movimentação;
3. Espera;
4. Transporte;
5. Estoques desnecessários;

6. Processos desnecessários e
7. Produtos defeituosos.

Estas perdas aumentam o *Lead time* e são as principais geradoras de custos desnecessários ao processo, os quais o mercado não aceita pagar.

Segundo DENNIS (2008), Muri é sobrecarga de pessoas ou de equipamento. Significa colocar uma máquina ou uma pessoa além de seus limites naturais, o que causa problemas de segurança, de qualidade, interrupções e defeitos. Em alguns aspectos, este M encontra-se na extremidade oposta à do muda.

Segundo DENNIS (2008), Mura é desnivelamento. Em sistemas de produção normais, às vezes há mais trabalho do que as pessoas ou máquinas podem realizar e outras vezes há ausência de trabalho. O desnivelamento resulta de um programa de produção irregular ou de volumes de produção flutuantes devido a problemas de produção internos, como paralisações, falta de peças ou defeitos. Este M pode ser visto como a resolução dos outros dois outros dois M's.

Segundo DENNIS (2008), em geral, na aplicação do Sistema Toyota de Produção, a primeira coisa a fazer é nivelar a produção. Quando o nível da produção tornar-se o mesmo ou mais ou menos constante, é possível aplicar os sistemas puxados e equilibrar a operação.

A principal melhoria gerada pelo nivelamento de produção, segundo LIKER (2005), é a possibilidade de planejar detalhadamente cada ponto da fabricação e padronizar as práticas de trabalho. O foco em *muda* é a abordagem mais comum para a implementação de ferramentas enxutas, pois é fácil identificar e eliminar perdas. Mas o mais difícil é alcançar a estabilização do sistema e criar um verdadeiro fluxo de trabalho enxuto e equilibrado, ou seja, heijunka.

O STP, teoricamente, implica em produzir sob encomenda e enviar somente o que o cliente deseja. Se for necessário manter estoques, manteremos o estoque de matérias primas, que são mais baratos, e produziremos por pedido.

Segundo LIKER (2005), as plantas da Toyota ou de qualquer um de seus fornecedores têm o plano de produção nivelado. Os melhores fornecedores da Toyota não mantêm estoques de produtos acabados e se expõe a qualquer variação

de pedidos. Mas este risco não os preocupa, pois eles sabem que a Toyota, tem seu plano de produção nivelado.

Entretanto, é recomendável manter um pequeno estoque de produtos acabados. Isso parece contradizer o pensamento enxuto, mas pode ser necessário para se proteger contra os súbitos picos de demanda. Uma vez que o nível produção é mantido, a perda gerada pelo estoque de alguns produtos prontos pode eliminar muito mais perdas em todo o processo de produção e na cadeia de suprimentos.

Segundo LIKER (2005), essa é a razão pela qual muitas empresas que aplicaram o STP com sucesso quase sempre programam sua produção com um misto de fabricação por pedido e manutenção de um nível determinado de estoque de produtos acabados.

2.2.2.5 Interrupção da produção

Segundo DENNIS (2008), normalmente, o lema das empresas é produzir grandes quantidades a qualquer custo e resolver os problemas depois. As peças defeituosas, quando percebidas, simplesmente são classificadas e separadas para conserto, que será efetuado em outra hora e por outro departamento. Embora possa parecer óbvio que se deva detectar e resolver imediatamente os problemas de qualidade, a última coisa que a administração na produção em massa tradicional permite é a interrupção da produção.

Segundo LIKER (2005), com uma visão completamente diferente, a produção enxuta acredita que a qualidade pode ser incrementada quando um problema aparece e a operação se volta para sua resolução, interrompendo a produção. Logo, são recomendáveis a utilização de ferramentas para detectar defeitos no momento em que eles ocorrem e automaticamente parar a produção para impedir que o defeito se repita. Entre eles estão o jidoka (também chamado de autonomia) é um equipamento dotado de inteligência para desligar-se quando apresenta defeito, e o andon, um sinal de luz, música ou alarme, indica a solicitação de ajuda para solucionar problemas de qualidade.

Segundo LIKER (2005), para os líderes de grupos e membros da equipe compreendam que é preciso parar a linha de montagem para melhorar continuamente o processo, são necessários vários meses de muito incentivo rotineiro para reeducá-los. Eles supõem que se pararem a produção serão responsabilizados por um mal feito

Segundo DENNIS (2008), quando se tem um problema de qualidade numa operação enxuta, não há como recorrer ao estoque, pois seus níveis são muito baixos e os amortecedores (buffers) quase inexistem. É muito importante, então, produzir corretamente já na primeira tentativa. Com a resolução dos problemas na própria estação de trabalho, os mesmos não seguem adiante para a próxima operação e não a paralisam. A qualidade torna-se muito mais eficaz e onera menos do que a inspeção e consertos posteriores.

O ponto forte da Toyota é que não se é criticado por perda de produção ou por se priorizar a segurança e a qualidade em detrimento das metas de produção. O que eles querem saber é se os problemas são atacados pela raiz e buscam ajudar uns aos outros a encontrar soluções. Existem duas maneiras de se dar mal na Toyota: uma é não ir trabalhar e a outra é não dar sinal quando acontece um problema.

Segundo LIKER (2005), a administração da Toyota aprendeu há muito tempo que solucionar os problemas na fonte economiza tempo e dinheiro, elimina as perdas, aumenta a produtividade e deixa para trás os concorrentes, que produzem sem parar deixando os problemas se acumularem. Portanto, não há problemas em não funcionar 100% do tempo para solucionar os problemas.

2.2.2.6 Padronização de procedimentos

Segundo LIKER (2005), o Trabalho Padronizado é um método centrado no movimento dos operadores e é a base para a fabricação de produtos corretos, de modo seguro e eficiente a partir da tecnologia de processos existente. O Modelo Toyota capacita os colaboradores a criar os próprios os procedimentos de tarefa

padronizada e de qualidade. Eles devem ser simples e práticos o suficiente para serem usados na rotina das pessoas que realizaram o trabalho. O processo do trabalho padronizado vai muito além de simples instruções de trabalho existentes na maioria das empresas. A padronização estabiliza o processo e precede o aperfeiçoamento contínuo.

Segundo LIKER (2005), ela é estabelecida com base nos três elementos:

1. *Takt time* (tempo exigido para completar uma tarefa no ritmo da demanda do cliente).
2. Seqüência de realização dos processos.
3. Quantidade de estoque que cada trabalhador necessita ter em mãos para realizar a tarefa padronizada.

Segundo IMAI (1986), é impossível melhorar qualquer processo antes que ele seja padronizado. Não se pode garantir a qualidade sem procedimentos padrão para assegurar a coerência dos processos. E o processo deve ser padronizado novamente para qualquer acréscimo de melhoria, caso contrário, a mudança será apenas uma variação ocasionalmente utilizada e quase sempre ignorada.

Segundo LIKER (2005), toda vez que um problema é descoberto na Toyota, o primeiro questionamento do líder do grupo é se o trabalho padronizado foi adotado. Caso o funcionário tenha seguido corretamente a folha de trabalho e os defeitos continuaram a ocorrer, significa que os padrões devem ser modificados. Portanto o trabalho padronizado também faz parte do processo de solução de problemas e é um importante facilitador do acréscimo de qualidade.

Segundo DENNIS (2008), o Modelo Toyota prega que o trabalhador é o recurso mais valioso, não apenas um par de mãos que seguem ordens, mas alguém capaz de analisar e resolver problemas. Mas conseguir que as pessoas usem os padrões existentes nos bancos de dados e contribuam para seu aperfeiçoamento é muito trabalhoso. Não há razões para os departamentos de qualidade produzir grandes volumes de procedimentos e cobrar para que os envolvidos os sigam. É preciso descartar as políticas burocráticas e criar equipes de autoadministração que sejam flexíveis e competitivas.

Segundo LIKER (2005), a Toyota passa anos conscientizando e treinando sua equipe de funcionários para que usem e contribuam para o aperfeiçoamento dos padrões, pois a criação de bancos de dados padrões com o intuito de padronizar os processos não funciona quando as pessoas não são treinadas. Os funcionários devem ser instruídos para encontrar o equilíbrio entre seguir rigidamente os procedimentos e ter liberdade de inovar para atingir as metas desafiadoras, que se focam em custos, qualidade e prazos.

Segundo DENNIS (2008), os procedimentos devem ser específicos o suficiente para serem guias úteis, mas também gerais o suficiente para permitir alguma flexibilidade. Regras impostas e controladoras tornam-se coercivas e passam a ser fonte de atrito e resistência entre a administração e os trabalhadores. As pessoas seguem as regras quando entendem que o próprio crescimento depende da aceitação de dicas e recomendações práticas. Ver todos usando sua melhoria como novo padrão é um estímulo aos trabalhadores a sugerir ideias.

2.2.2.7 Conhecimento detalhado do problema

Segundo LIKER (2005), em um projeto que deve ser totalmente implementado em um ano, a Toyota passará dez meses planejando, fará um plano de implementação em pequena escala, para depois implementá-lo completamente no final do ano, virtualmente sem nenhum problema pendente. Por outro lado, com o mesmo projeto de um ano, uma típica empresa americana gastaria três meses em planejamento. Todos os tipos de problemas aparecerão depois da implementação e a empresa passará o resto do ano corrigindo-os.

Na Toyota, segundo LIKER (2005), existe um processo de sete passos chamado “solução prática de problemas”, indicado na Figura 2.

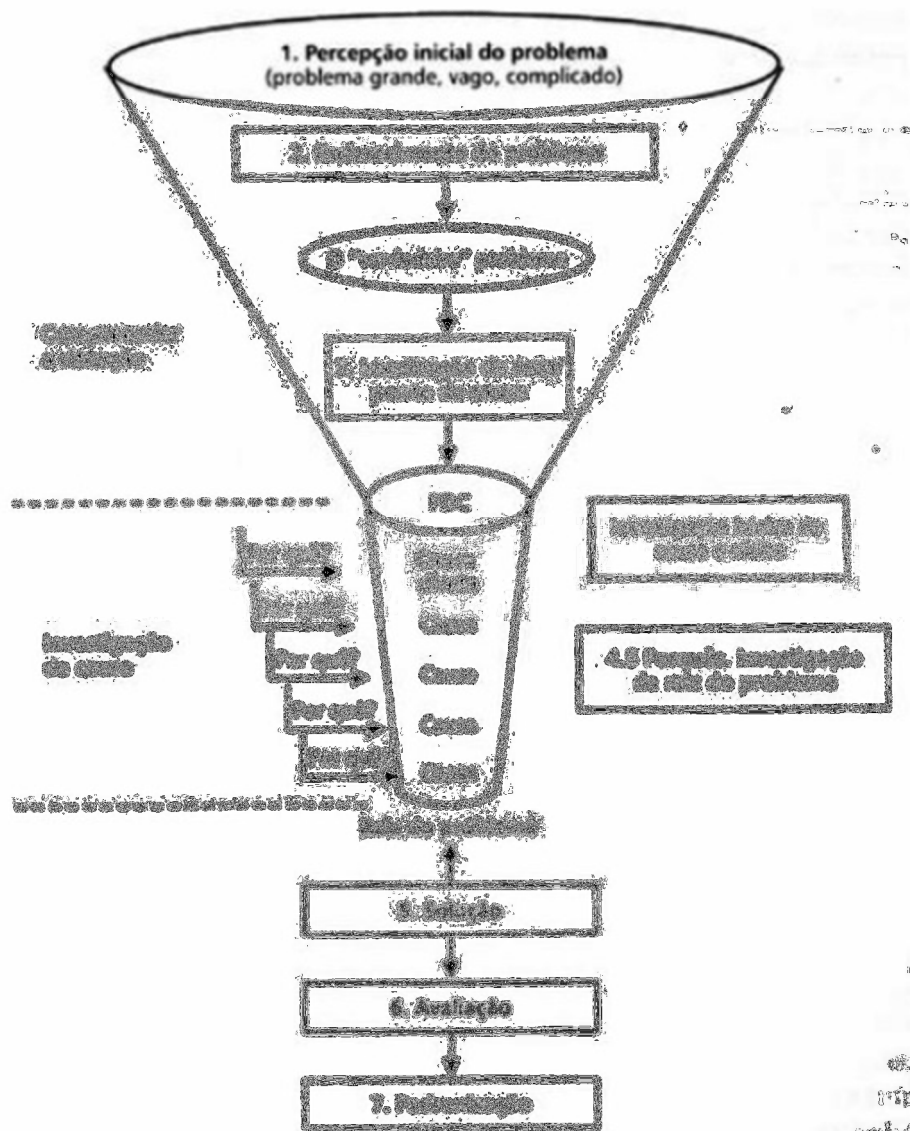


FIGURA 2 - SOLUÇÃO PRÁTICA DE PROBLEMAS. LIKER (2005)

A “solução prática de problemas” exige que se esclareça o problema. A compreensão da situação na qual ocorreu o problema é uma parte difícil de ser executada. Para esclarecer os problemas, deve-se fazer uma comparação com a situação padrão. Deve-se começar indo onde os problemas estão. Depois ocorre a análise dos cinco porquês (LIKER, 2005).

Simple mas poderosa, a ferramenta de análise estatística mais usada na Toyota na análise de problemas é o diagrama de Pareto, ela permite a priorização dos problemas, categorização dos mesmos conforme sua frequência, natureza ou fonte. Após a avaliação dos resultados, define-se uma solução eficiente, que gerará um novo conceito para compor uma nova abordagem padronizada (LIKER, 2005).

Infelizmente, em vários programas de Seis Sigma, algumas empresas se deixam levar pelo uso de grandes, sofisticadas e novas ferramentas de análise, pois acreditam que o problema constitui-se de 80% ferramentas e 20% pensamento. Por outro lado, a Toyota se preocupa em analisar os problemas e suas soluções. Ela considera que um problema é constituído de 20% de ferramenta e 80% de pensamento (LIKER, 2005).

2.2.2.8 Controle de qualidade

Segundo LIKER (2005), muitas empresas se perdem nos processos burocráticos e não alcançam os resultados esperados, pois acreditam que, se compilarem os livros de regras de padrão de qualidade industrial que evocam minuciosamente todos os tipos de procedimentos operacionais, essas regras serão cumpridas.

Na Toyota a realidade é bem diferente. Segundo LIKER (2005), seus especialistas em qualidade contam com quatro principais “ferramentas”:

1. Ir para ver;
2. Analisar a situação;
3. Usar o fluxo unitário de peças e a gestão à vista para trazer os problemas à tona;
4. Perguntar “por que” cinco vezes.

A filosofia da Toyota é apoiar os membros da equipe que fazem os processos funcionarem. Eles precisam ser atentos à inspeção de qualidade e à manutenção preventiva; conhecer as exigências de seu trabalho; saber que estão adicionando qualidade em algum ponto; ter o controle total sobre o processo que executam e reconhecer todas as necessidades para fabricação correta do processo (pessoal, material, método e máquina).

Segundo LIKER (2005), a diferença da Toyota é que ela prefere usar primeiro as pessoas e os processos e depois, conforme a real necessidade, oferecer-lhes a

tecnologia de apoio. O maior princípio da qualidade na Toyota é fazer seus funcionários entenderem e praticarem a responsabilidade de todos na organização. Por isso, apenas a implementação das ferramentas da Toyota não resolverá o problema de qualidade de uma empresa. As ferramentas só funcionam quando ensinamos os funcionários incorporá-las no seu dia-a-dia. As pessoas tendem a pensar que resolverão seus problemas de qualidade com a aquisição de uma tecnologia nova e dispendiosa. Entretanto, não é necessário gastar dinheiro em tecnologia sofisticada para solução de problemas.

2.2.2.9 Controle visual e mensurações

Segundo LIKER (2005), para eliminar a papelada dos escritórios e das fábricas e aprimorar a comunicação entre as pessoas, as companhias podem utilizar a internet ou intranet para acessar e compartilhar os grandes arquivos de dados, escritos e visuais, à velocidade da luz. Mas olhar para a tela de um computador é tipicamente uma tarefa realizada por uma pessoa só. O trabalho em um mundo virtual afasta as pessoas da equipe e do lugar onde o verdadeiro trabalho é feito, a operação.

A Toyota procura ignorar esta tendência centralizadora da tecnologia da informação. Ela acredita que os melhores indicadores visuais estão localizados no local de trabalho, onde podem ser visualizadas e indicar para quem executa o trabalho, através do som, visão ou tato, qual é o padrão e quais os desvios deste padrão.

2.2.3 O embasamento do Pensamento Enxuto

2.2.3.1 Melhoria contínua

Segundo LIKER (2005), a Toyota é a maior organização de aprendizagem e atingiu este patamar através da centralização da padronização e da inovação. A prática da melhoria contínua pode ser feita com a multiplicação de meios inovadores, apresentados para toda organização, padronizando-os e praticando-os até que outro meio mais eficiente seja descoberto. O processo da melhoria contínua resulta da aprendizagem de milhares de pequenas lições introduzidas pelos funcionários.

A aprendizagem da empresa acontece através do entendimento de seus próprios erros, da identificação da raiz do problema, da capacitação das pessoas para implementação de novas medidas e, principalmente, da disponibilidade de um processo para intercâmbio de conhecimentos, a fim de tornar as pessoas parte do repertório da empresa em termos de compreensão e comportamento.

2.2.3.2 Hansei

Segundo exemplo de LIKER (2005), no Japão, quando a criança faz alguma coisa errada, a mãe e o pai dizem para as crianças: “Façam o *hansei*”. Isso. Significa que ela deve melhorar seu comportamento, tudo esta incluído: espírito e atitude. Então, quando se diz para a criança “faça o *hansei*”, ela entende quase tudo o que sua mãe e seu pai querem que ela faça.

Uma chave para a aprendizagem e o crescimento, não só na Toyota como na cultura japonesa, é o *hansei*, cuja tradução aproximada é reflexão. *Hansei* é o conceito mais difícil de ser compreendido pelos administradores de outros países. O *hansei* não é simplesmente um sistema se crença filosófica da Toyota, é também uma ferramenta prática para a aprendizagem organizacional e melhoria contínua.

2.2.3.3 Comprometimento dos funcionários

Segundo LIKER (2005), só é possível implantar o Sistema Toyota de Produção numa organização alinhada cujos indivíduos compreendem e praticam a cultura da empresa. O mais básico desafio é poder contar com trabalhadores que, juntos, se preocupam em desenvolver o sistema e aperfeiçoá-lo, tornando a empresa uma organização de aprendizagem que agrega valor para o cliente.

É preciso que a alta administração compreenda e se comprometa em alavancar a filosofia *lean*, a qual abrange a construção de sistemas enxutos e de uma cultura que sustenta constantemente a melhoria do sistema. Essa é a parte mais difícil para as empresas ocidentais e também para a Toyota em suas fábricas fora do Japão.

2.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta desenvolvida pela Toyota Motor Company. Segundo GUINATO (1996), ela sintetiza os princípios do Sistema Toyota de Produção, ajuda a visualizar como está o processo atual da fábrica e ajuda a implementar o STP. A ferramenta foi desenvolvida na Toyota na década de 80, mas só foi difundida para o conhecimento de todos nos anos 90.

2.3.1 Mapa

Os mapas têm sido ferramentas poderosas por séculos, pois eles nos permitem ver um mundo que é muito grande e muito complexo para ser diretamente enxergado. Segundo WOOD (1992), a eficiência do mapa é uma consequência da seleção dos atributos para o modelo e como sua interação desses atributos pode representar um sistema. Um bom mapa é interpretável, reconhecível e de formato de fácil disseminação.

2.3.2 Descrição do mapeamento de fluxo de valor (MFV)

Segundo GUINATO (1996), o mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta interessante e importante, tem sido uma das mais utilizadas no universo de aplicações da produção enxuta. Entende-se por fluxo de valor, o conjunto de todas as atividades que ocorrem, desde a obtenção de matéria-prima até a entrega ao consumidor do produto final. A construção do mapa leva em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações, ajuda bastante no processo de visualização da situação atual e na construção da situação futura.

O mapa traz algumas limitações gráficas, pois ele está focado sobre o fluxo de valor, acaba perdendo a visão das operações e de métricas financeiras. O MFV foi construído com intenção de reduzir o *lead time* e eliminar desperdícios. Assim, a

dimensão de tempo parece ser a principal e, às vezes, a única dimensão considerada.

O MFV tem como características:

- Fácil visualização e compreensão;
- Fornece linguagem comum, visual e simbólica;
- Ajuda a visualizar os processos individuais e a enxergar o fluxo de valor através de departamentos e processos;
- Mostra a relação entre fluxo de materiais e de informações;
- Ajuda a identificar os desperdícios e suas fontes;
- Forma base de um plano de implementação, tornando-se referencia para a implementação;
- Agrega técnicas e conceitos de manufatura enxuta;
- Ajuda na melhoria do sistema como um todo.

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), o MFV está dentro da filosofia *lean* de simplicidade, divisão da informação na forma de gestão visual, inclusão e delegação de atividades para o nível hierárquico mais baixo, mas tem algumas restrições como: falta de gráficos para visualização espacial de layout e distâncias, falta de indicadores financeiros, deficiência em detalhar o conteúdo de informações do fluxo de informação e falta de um método para escolher o tipo de melhoria a ser feita inicialmente.

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), como se observa na Figura 3, o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de melhoria contínua, pois ela cria um círculo virtuoso no qual após realizar as ações para atingir o mapa futuro, o mapa do estado futuro torna-se o mapa do estado presente e serão elaboradas novas ações de melhoria para atingir o novo mapa futuro.

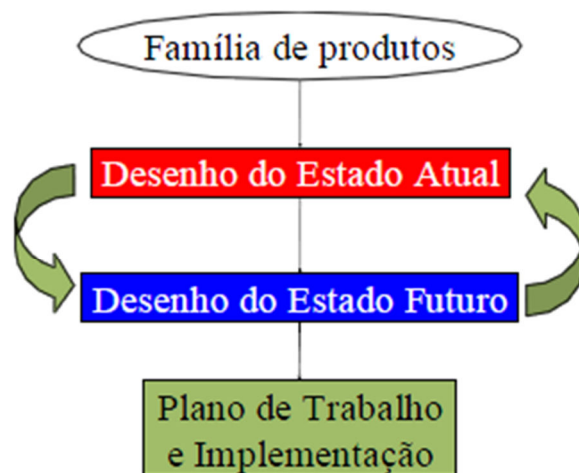


FIGURA 3 - CICLO DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR. ROTHER E SHOOK (2003).

2.3.3 Descrição da aplicação do MFV

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), todo valor produzido por uma organização é o resultado de um complexo processo, uma série de ações que são chamadas de fluxo de valor. Os clientes não estão interessados nos esforços de melhoria de cada produto para a organização e nem no valor fluindo para outros clientes, eles apenas estão interessados no valor fluindo diretamente para eles próprios.

O processo mapeamento de fluxo de valor é dividido em alguns passos, o primeiro é a identificação da família de produto, pois todo o fluxo e decisões serão feitos para melhorar o fluxo das famílias. O segundo passo é mapear o estado atual do fluxo de valor, segundo ROTHER e SHOOK (2003), obter o estado atual certo é crítico, porque a melhoria é baseada na precisa identificação dos problemas durante o mapeamento do fluxo de valor, isto é mais um desafio humano do que técnico, pois colaboradores envolvidos estão trabalhando duro para fazer seus superiores contentes, e é natural que para eles explicar que muitos dos problemas observados durante o mapeamento são anormalidades do sistema. Assim, é muito importante

registrar dados reais, coletados diretamente no chão de fábrica, e não os dados de como a empresa trabalharia quando tudo dá certo.

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), o objetivo de desenhar o mapa é identificar cada passo do processo que cria valor ao produto do ponto de vista do cliente. A medida mais simples do valor de uma atividade é perguntar se o cliente ficaria menos satisfeito com o produto se a atividade fosse omitida. Por exemplo, em uma fábrica de carros, omitir o passo de pintar o carro seria um problema para praticamente todos os clientes, assim pintar adiciona valor ao produto, enquanto retoques de pintura por falha no processo não adicionam.

Pensando em como medir se as estações criam o valor desejado do ponto de vista do cliente, foram desenvolvidas algumas métricas para medir os atributos de cada estação de trabalho. São as chamadas caixas de dados de processo e serão detalhadas mais adiante. A próxima etapa é o mapeamento do fluxo de material e informação, onde basicamente compara-se o fluxo de material e informação com os princípios do pensamento enxuto.

No mapa, os estoques são indicados com ícones de triângulos, dentro ou embaixo de cada um é indicada a quantidade de estoque disponível. O mapeamento do sistema de informações envolve desenhar setas que indicam o caminho do fluxo de informações, indicando o ponto inicial e o final para cada instrução de produção.

A etapa final do mapeamento do fluxo de valor é caracterizar a linha do tempo, capturando o tempo total desde o começo do trabalho para fabricação de um produto até que esteja pronto para o cliente.

Com o mapa de estado atual pronto, começa-se a planejar um estado futuro melhor, que ajude os clientes e fornecedores, aplicando o pensamento enxuto para eliminar desperdícios. Segundo ROTHER e SHOOK (2003), o primeiro passo para desenhar o mapa futuro é questionar se cada estágio do fluxo de valor está realmente criando valor. Estoques de produtos e retrabalhos raramente agregam valor ao produto, e devem ser eliminados sempre que possível. O segundo passo é colocar tantas etapas do fluxo de valor quanto possível em fluxo contínuo, pois ele reduz drasticamente o tempo de processamento, reduzindo assim os custos. Para isso ocorrer normalmente tem de haver mudança de layout e pode exigir a

introdução de novas tecnologias de processo. O terceiro passo é criar condições para fazer a produção puxada, regulando o fluxo de material, nivelando a produção.




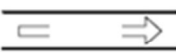




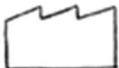

Aplicando os princípios do pensamento enxuto ao mapeamento do fluxo de valor do estado futuro deve fazer com que a nova linha do tempo seja drasticamente menor, reduzindo o *lead time* e os custos. O ciclo de aplicação do MFV se completa quando as ações de melhoria para alcançar o estado futuro são realizadas e o estado futuro torna-se o estado presente.

2.3.4 Elementos integrantes do MFV

O mapeamento do fluxo de valor tem como característica ser uma ferramenta padronizada formada por vários elementos, essa padronização em termos de figuras tem como benefício a fácil leitura para pessoas que conhecem a ferramenta. O MFV é uma representação simbólica e concisa do fluxo de material e informação, assim os elementos representativos mais comuns são:

- ◆ Fábrica ou planta – representa um fornecedor ou cliente localizado fisicamente fora da empresa mapeada;
- ◆ Caixa de processo – representa as estações de processo. É onde há modificação ou transformação de matéria ou informação;
- ◆ Caixa de dados – é um elemento onde se descreve os dados relativos aos processos, que incluem o tempo de ciclo, tempo de setup e outros. Cada caixa de processo possui uma caixa de dados;
- ◆ Estoques – esse elemento indica a existência de estoque, seja de matéria-prima, produto final ou estoque em processo;
- ◆ Identificação da forma com que o sistema flui. Representando o sentido do fluxo de material e indicando se o fluxo é “empurrado” ou “puxado”;
- ◆ Fluxo de informação – esse elemento mostra o sentido em que a informação flui e se ela é convencional ou eletrônica;
- ◆ Meio de transporte utilizado para entrega e recebimento de produto acabado e matéria-prima.

O Quadro 1, resume as figuras mais comuns do MFV:

Ícone	Nome	Ícone	Nome
	Caixa de processo		Supermercado (processo "puxado")
	Caixa de dados		FIFO (processo "puxado")
	Processo "empurrado"		Comunicação convencional.
	Estoque		Comunicação por meio eletrônico
	Planta ou fábrica		Caixa do PCP e MRP

QUADRO 1 - ELEMENTOS COMUNS DO MFV. ROTHER e SHOOK (2003)

2.3.4.1 Dados integrantes das caixas de dados

As caixas de dados contêm dados relativos aos processos, eles são fundamentais para ter uma visão melhor do processo e dar base às decisões de criar planos de melhoria para melhorar o fluxo de valor.

Os dados mais comuns levantados na indústria estão listados no Quadro 2, mas apesar de existir um grande número de tipos de dados, geralmente não são todos utilizados, pois nem todos são relevantes ao processo.

DADOS DE PROCESSOS	OBJETIVO DA PRODUÇÃO	UNIDADE
T/C (Tempo de ciclo)	Rapidez	Tempo (Segundos, minutos, horas)
TR (Tempo de troca ou setup)	Flexibilidade e rapidez	Tempo (Minutos, horas)
Disponibilidade real da máquina	Confiabilidade	Porcentagem
TPT (Toda Parte Toda - Tamanho do lote)	Custo	Tempo (Dias, turnos, horas)
Número de operadores	Custo	Número absoluto
Taxa de refugo	Qualidade	Porcentagem

QUADRO 2 - DADOS DE PROCESSO COMUNS LEVANTADOS NA INDÚSTRIA

O tempo de ciclo (T/C) corresponde ao tempo para se fabricar um produto dentro de uma estação de processo, ou seja, é a frequência com que uma peça ou um produto é realmente completado em um processo. Também, o tempo que um operador leva para percorrer todos os elementos de trabalho antes de repeti-los.

O tempo de troca (TR) ou setup é o tempo decorrente de mudar a produção de um tipo de produto para outro. Ele é um dado importante pois muitas vezes ele é a razão da produção em grandes lotes e a existência de grandes estoques em processo e produto acabado.

A disponibilidade de máquina está ligada ao tempo que a máquina está disponível para produção, costuma ser medido em porcentagem. Ele é um dado complexo, mas pode-se obter um número grosseiro, dividindo o tempo de máquina em operação pelo tempo total de expediente de trabalho.

O TPT (Toda Parte Toda) está ligado ao tamanho do lote, se a empresa produz seus produtos com frequência de uma semana, então o TPT será de uma semana. Reduzir o TPT é reduzir o tamanho do lote.

2.3.4.2 Linha indicadora de tempo

A linha indicadora de tempo do MFV é a forma de registrar, expor e calcular o *lead time* no mapa de fluxo de valor e o somatório dos tempos de ciclo de cada processo. Quanto menor o *lead time*, maior é a eficiência do fluxo de valor, ou seja, o volume de estoques é pequeno e a empresa está sendo mais competente.

A linha de tempo é uma barra indicadora que fica na parte inferior do MFV. Ela basicamente compara o somatório dos tempos de ciclo de cada processo ao *lead time*. Para montar a linha de tempo é preciso transformar todas as informações na

mesma grandeza, ou seja, tempo. A mudança de processos buscando a eliminação dos sete desperdícios necessariamente faz com que o *lead time* do processo diminua. O *lead time* é o somatório dos estoques em dias, da matéria-prima ao produto acabado.

A Figura 4 é um exemplo de linha do tempo.

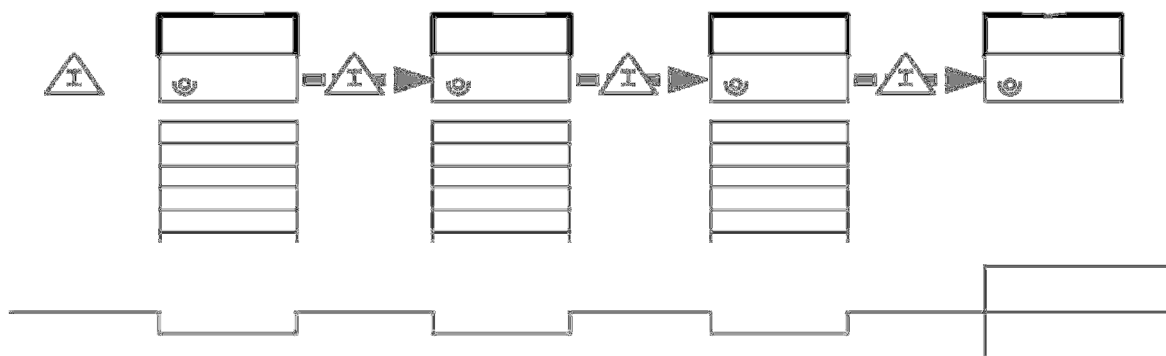


FIGURA 4 - EXEMPLO DE LINHA DO TEMPO

2.4 SETOR FLORESTAL

A silvicultura brasileira ocupa lugar de destaque no cenário mundial pelos índices de produtividade, possui cerca de 7,2 milhões de hectares de florestas plantadas, principalmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que representam 92,8% do total. Esta área corresponde a apenas 0,84% da área do país e a 1,55% da área total de florestas. As condições brasileiras (insolação intensa, abundância de recursos hídricos, solos propícios para o cultivo), associadas ao desenvolvimento de técnicas silviculturais adequadas, fizeram com que algumas espécies atingissem produtividade sem concorrência com outros países de tradição florestal. Essa produtividade colabora para o desenvolvimento econômico de municípios onde a atividade florestal está presente. Por exemplo, em 2012, estima-se que o setor florestal manteve 4,4 milhões de postos de empregos, incluindo empregos diretos (0,6 milhão), empregos indiretos (1,3 milhão) e empregos resultantes do efeito-renda (2,4 milhões), (ABRAF, 2013).

Segundo o Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário (IBPT), a arrecadação tributária brasileira, em 2012, foi 7,1% superior à de 2011, totalizando R\$ 1,60 trilhão. Estima-se que a contribuição tributária do setor florestal foi de R\$ 7,6 bilhões no ano, representando 0,48% do total arrecadado no país (ABRAF, 2013).

A geografia da produção de florestas plantadas começa a avançar das regiões Norte, Nordeste, Centro- Oeste, abrindo novas oportunidades nesse segmento. Contudo, nessas regiões, o setor enfrenta desafios relacionados à falta de mão de obra qualificada, problemas fundiários, conflitos sociais e ambientais, entre outros.

É clara a necessidade de ampliarmos a área de florestas plantadas no país, pois segundo projeções realizadas pela SAE/PR, a expectativa é que a área total de florestas plantadas no Brasil mais do que dobrará entre 2020-2030, mas isso dependerá do impacto de políticas públicas que favoreçam o incremento dos reflorestamentos.

2.4.1 Viveiro

Segundo CARNEIRO (1995), conceitualmente, viveiro florestal é uma superfície de terreno, com características próprias, destinada à produção, ao manejo e proteção das mudas até que tenham idade e tamanho suficientes para que possam ser transportadas, plantadas e resistirem às condições adversas do meio, estabelecerem-se e ter bom desenvolvimento.

3 METODOLOGIA

A metodologia será seguida de acordo como foi descrito ROTHER e SHOOK (2003). O MFV é um método de modelagem de empresas relativamente simples (utiliza papel e lápis), pois foi desenvolvido para ser uma ferramenta de baixa tecnologia. Segundo ROTHER e SHOOK (2003), o mapeamento é encorajado a ser feito com papel e lápis para os usuários da ferramenta andarem através do fluxo de valor, assim os usuários podem ver por si mesmo e compreender completamente a situação atual do processo.

3.1 MAPA DO FLUXO DO ESTADO ATUAL

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), o MFV do estado atual ou presente é uma fotografia onde se deve registrar a realidade do momento. Ele contém o fluxo de material e informação da empresa. No fluxo de material estão as estações de processo, seus dados, estoques, se o fluxo é puxado ou empurrado, a forma como ocorre o suprimento pelos fornecedores e a expedição de produtos para os clientes.

3.1.1 Selecionar uma família de produtos

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), uma família é um grupo de produtos que passa por etapas semelhantes de processamento e utiliza equipamentos comuns nos seus processos.

3.1.2 Identificar estações de processos no fluxo de valor

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), estações de processos ou de trabalho é onde o material é trabalhado de alguma forma ou onde ocorre transformação de

material. A identificação deles está relacionada com o caminho que o material percorre dentro da área de fábrica.

3.1.3 Identificar desperdícios

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), a eliminação de desperdícios é a principal bandeira do Sistema Toyota de Produção. Eliminá-los ou reduzi-los resume-se a olhar o fluxo de material de forma crítica e associar esse fluxo aos sete desperdícios listados na revisão bibliográfica, ou seja, fazer a atividade que não agrega valor mais rápido para não perder tempo, atacando a causa raiz do problema.

3.1.4 Identificar o fluxo de informação

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), a informação é um dos recursos mais importantes nas organizações e a forma como é utilizada está diretamente ligada ao sucesso. No fluxo de valor, o fluxo de informação é focado no domínio de atender as necessidades dos processos. Assim, ao mapear tenta-se responder questões como:

- ◆ Como a empresa sabe o quanto fabricar e quando fabricar?
- ◆ Como a informação chega à linha de produção?
- ◆ Como o fornecedor sabe quando expedir?
- ◆ Como ele recebe a previsão de vendas?
- ◆ Como chegam os pedidos e previsão de vendas?

3.1.5 Levantamento de dados do processo para caixa de dados

Como foi mencionado anteriormente, o levantamento de dados é fundamental para ter uma visão melhor do processo e dar base às decisões de criar planos de

melhoria para melhorar o fluxo de valor. O levantamento de dados é um processo simples onde os dados das caixas de dados do MFV são obtidos.

3.1.6 Desenhar fluxo de valor do estado atual e calcular *lead time*

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), a linha do tempo é a forma com que se mede a eficiência do fluxo de valor, ela compara o *lead time* com o somatório dos tempos de processamento. Quanto menor o *lead time*, menor o tempo entre pagar pela matéria-prima e receber o produto acabado.

3.2 MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO

Segundo ROTHER e SHOOK (2003), 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 se tornar uma realidade em um curto período de tempo.

Deve-se eliminar os desperdícios que aumentam o *lead time*, reduzindo assim o tempo de matéria-prima no estoque e o tempo entre o cliente fazer o pedido e a empresa receber o dinheiro é reduzido. Outros benefícios são: redução no custo do produto, redução de erros de informação, aumento de produtividade e redução de taxas de refugo.

4 ESTUDO DE CASO

Esse trabalho foi desenvolvido no ano de 2013, no viveiro da Celulose Irani em Santa Catarina, onde são produzidas mudas das espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*. A finalidade é estudar o atual processo de produção do viveiro, aplicar o mapeamento do fluxo de valor do estado atual (MFV) e com base no MFV atual, identificar os 7 desperdícios que o *lean* exerga no processo e propor maneiras de diminuí-los ou erradicá-los.

4.1 A EMPRESA

A Celulose Irani foi fundada em 1941 e Possui unidades industriais em Vargem Bonita (SC), Balneário Pinhal (RS), Indaiatuba (SP) e Santa Luzia (MG). Os escritórios estão localizados em Joaçaba (SC) e São Paulo (SP), com matriz em Porto Alegre (RS). Seus produtos são provenientes de florestas plantadas. Ela produz papel para embalagens, chapas de papelão e caixas de papelão ondulado e resinas.

4.1.1 Negócios

A Celulose Irani é dividida em negócio de papel, negócio de embalagem, negócio de resinas e negócio florestal.

4.1.1.1 Papel

A empresa produz papel kraft utilizando fibra virgem não branqueada e branqueada. Uma unidade industrial está localizada em Vargem Bonita (SC) e a outra em Santa Luzia (MG). Segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel

(BRACELPA), o *market share* da IRANI em 2012, considerando a produção de papéis para embalagens, foi de 4,68%.

Os principais clientes são convertedores independentes e atendem aos segmentos de panificação, carvão, açúcar, sementes com a fabricação de sacos e aos grandes varejistas com a fabricação de sacolas.

4.1.1.2 Embalagem

A empresa possui duas unidades industriais para a fabricação dos produtos de papelão ondulado localizadas nas cidades de Vargem Bonita (SC), Indaiatuba (SP) e na controlada São Roberto em São Paulo (SP). Elas produzem chapas e embalagens de papelão ondulado, utilizando papéis de várias gramaturas. Segundo a Associação Brasileira do Papelão Ondulado (ABPO), em 2012, o *Market share* da IRANI, mensurado em metros quadrados de papelão ondulado, foi registrado em 4,85%.

As embalagens IRANI são direcionadas aos mercados de alimentos, bebidas, plásticos, borrachas, têxteis, couros, calçados, vestuário, produtos farmacêuticos, de perfumaria e químicos. Tem também participação no mercado de chapas direcionadas para convertedores independentes.

4.1.1.3 Resinas

A empresa tem uma unidade localizada em Balneário Pinhal (RS), com produção de breu e de terebintina, que são produzidos a partir da resina extraída de *Pinus*. Ambos se destinam, principalmente, ao mercado externo, como Europa, América do Norte, América do Sul e Ásia.

4.1.1.4 Florestal

As operações florestais estão localizadas no Oeste de Santa Catarina e próximas ao litoral do Rio Grande do Sul. Os principais objetivos do negócio florestal são abastecer as linhas de produção das unidades industriais em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul e comercializar madeira no mercado regional.

4.2 VIVEIRO

O viveiro da Celulose Irani, além de plantar suas principais espécies comerciais, *Pinus* e *Eucalyptus*, também cultiva mudas de plantas nativas destinadas, principalmente à recuperação de áreas degradadas, enriquecimento de florestas em estágios iniciais, e doações em atividades socioambientais que a empresa participa e desenvolve nas comunidades ao entorno.

As mudas de *Pinus* e *Eucalyptus* são enviadas ao campo após atingirem o padrão desejado de desenvolvimento. O plantio de *Pinus* é realizado o ano todo, e o de *Eucalyptus* apenas nos meses em que a probabilidade de ocorrência de geadas é pequena, principalmente de outubro a dezembro.

As etapas de produção do preparo de solo até transporte da madeira após o corte são realizadas por empresas terceirizadas. O ciclo de manejo, do plantio ao corte final, é de quatorze anos para o *Pinus* e de sete anos para o *Eucalyptus*.

4.2.1 Descrição do processo produtivo

Os processos produtivos pelos quais a mudas passam, desde a obtenção de matérias-primas (sementes, substratos, fertilizantes, defensivos) até a sua expedição podem ser resumidos em: quebra de dormência, semeadura, germinação, formação, rustificação e expedição.

4.2.1.1 Obtenção de Sementes

As sementes são adquiridas de fornecedores especializados, elas são identificadas com dados contendo data, procedência, espécie e quantidade. Depois serão conservadas à temperatura de 3°C a 5°C em incubadora refrigerada, armazenadas em saco plástico.

4.2.1.2 Quebra de Dormência – *Pinus sp.*

A dormência de sementes é um processo caracterizado pelo atraso da germinação, quando as sementes mesmo em condições favoráveis (umidade, temperatura, luz e oxigênio) não germinam. Portanto, quando nos deparamos com este fenômeno há necessidade de conhecermos como as espécies superam o estado de dormência em condições naturais, para que através dele possamos buscar alternativas para uma germinação rápida e homogênea, este processo é chamado de quebra de dormência.

No caso do *Pinus sp.* para haver a quebra da dormência e ocorrer a germinação, as sementes devem passar por tratamento, que se inicia em colocar as sementes por um período de dois dias submersas em água em temperatura ambiente. Após os dois dias, as sementes são retiradas da água e voltam para incubadora e ficam armazenadas em sacos de algodão recoberto com saco plástico onde permanece por 60 dias em temperatura 3°C a 5°C e em seguida estão aptas a sementeira. Para *Eucalyptus sp.* não há necessidade de quebra de dormência.

4.2.1.3 Sementeira

4.2.1.3.1 Lavagem de tubetes

Tubete é um recipiente utilizado para a produção de plantas em viveiro, são constituídos por alvéolos de um material plástico duro, permitindo a sua reutilização.

Os tubetes são lavados em máquina lavadora e acomodados nas bandejas metálicas, de onde seguem para a esterilização.

4.2.1.3.2 Esterilização

As bandejas juntamente com os tubetes são submetidas à esterilização em água em temperatura que pode variar de 70 a 80°C acrescida de 2,5% de Hipoclorito de Sódio por no mínimo 1 minuto.

4.2.1.3.3 Preenchimento dos tubetes

Os tubetes são preenchidos com substrato misturado em betoneira com adubo de liberação lenta e Adubo Superfosfato Simples. A concentração deverá ser de 250g de Osmocote e 150g de Superfosfato Simples para 55 litros de substrato. A formulação e a quantidade dos adubos podem ser alteradas dependendo de critérios técnicos.

Deve-se adicionar uma pá de acícula triturada para cada 100 litros de substrato. O substrato com o adubo e a acícula picada deve ser compactado nos tubetes através da mesa compactadora até que os tubetes estejam completos. Após este processo deve ser realizada a limpeza das sobras de substrato, as quais poderão ser reaproveitadas nas próximas bandejas.

Após o preenchimento dos tubetes, realiza-se uma varredura para retirar o excesso de substrato. A semeadura é realizada manualmente da seguinte forma: coloca-se uma semente por tubete e cobre-se com uma camada de substrato (aproximadamente duas vezes e meia a espessura da semente). Depois de semeadas, as mesas metálicas são levadas para a casa de vegetação.

Para *Pinus sp.* utiliza-se pequena quantidade de acícula picada para incorporação de Esporos de Micorriza. Para o *Eucalyptus sp.* é realizado o mesmo procedimento, porém não é necessária a incorporação de acícula na mistura.

4.2.1.4 Germinação

Fase entre o 1º e o 60º dia após a sementeira. As mudas estarão acomodadas nas casas de vegetação e de sombra.

4.2.1.4.1 Casa de vegetação

Estrutura metálica coberta com filme (plástico) e sistema de irrigação de barras onde as mudas iniciam a germinação. A irrigação ocorre periodicamente em intervalos que variam conforme a temperatura e umidade (máximo 3mm diários). Deve-se manter a temperatura entre 15-30°C internamente. Essas temperaturas são obtidas com a abertura e fechamento das laterais (cortinas) e sombreamento interno da casa de vegetação. Faz-se necessário a ronda diária a fim de se ajustar a irrigação conforme as condições climáticas e acompanhar a sanidade e desenvolvimento do lote.

4.2.1.4.2 Casa de sombra

Após a saída da casa de vegetação, as bandejas são enviadas para casa de sombreamento (estrutura metálica coberta com sombrite 50% e sistema de irrigação de microaspersores) onde ficam em torno de 30 dias.

É realizada uma limpeza de bandejas eliminando as plantas invasoras. Nessa fase é realizado o levantamento de germinação, cuja avaliação é feita em 5% do total do lote. A irrigação nessa fase deve ser no máximo 5mm diários.

4.2.1.5 Formação

Fase que compreende o período de 60° até 120° dia após a semeadura para *Pinus sp.* e do 60° até 90° para *Eucalyptus sp.* Período onde as mudas começam a ficar a pleno sol.

Nessa etapa realiza-se o espaçamento das mudas, deixando 480 mudas por bandeja e deve ser realizado quando completarem no mínimo 90 dias após a semeadura. Os tratamentos fitossanitários podem ser realizados a qualquer momento que seja necessário. Devem ser feitas adubações de cobertura (fertirrigação) durante o período para melhor desenvolvimento das mudas, de acordo com a necessidade, sendo aplicado pelo sistema de irrigação instalado ou manualmente com regadores.

4.2.1.6 Rustificação

São os últimos meses de produção, fase que torna as mudas resistentes e prontas para serem plantadas. Ocorre pouca ou nenhuma adubação. A irrigação máxima nessa fase é de 8mm ao dia. Em períodos chuvosos todo o sistema de irrigação é desligado a fim de se eliminar o excesso de água nos tubetes.

O tempo de ciclo das mudas no viveiro é em média de sete meses para *Pinus sp.* e cinco meses para *Eucalyptus sp.* sempre observando a padrão de qualidade para expedição.

4.2.1.7 Expedição de Mudas

Antes da saída das mudas para o plantio, é feita a classificação, que consiste na separação por tamanho, na eliminação da mudas defeituosas, tortas e bifurcadas. Esta classificação tem como objetivo a homogeneidade do plantio. Depois as mudas são retiradas dos tubetes e embaladas em filme plástico (sistema rocambole) que mantém a umidade do sistema radicular, e transportadas para o caminhão.

Ambos os gêneros devem apresentar boa sanidade aparente e excelente vigor. As raízes devem estar voltadas para baixo. As mudas devem ser irrigadas antes do transporte para que cheguem ao campo em boas condições de plantio.

4.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ATUAL – MFV (VALUE STREAM MAPPING – VSM)

Para ter uma melhor análise do processo e sugerir possíveis melhorias, foi feito o mapeamento do fluxo de valor atual do processo produtivo do viveiro, desde a obtenção das sementes até a expedição das mudas. Será descrita a obtenção de dados, e na Figura 6 está o Mapa do fluxo de valor atual e depois a análise dele.

O viveiro conta com 9 operadores e 1 supervisor florestal, eles trabalham em horário comercial de segunda-feira à sexta feira com 8 horas (28.800 segundos) disponíveis de trabalho, já descontando tempo de almoço, lanche da tarde e deslocamentos.

Com será observado na Figura 6, há um diferencial nesse mapa, é uma linha do tempo a mais, alusiva ao tempo biológico da planta. Segundo CRESTANI (2008), não é possível parar o “produto”, como ocorre na manufatura com o fluxo de material, pois independente do processo agregar ou não valor, a planta continua a crescer e a se desenvolver.

4.3.1 Programação do viveiro

A programação da produção do viveiro é feita anualmente junto com a coordenação de silvicultura, que diz o quanto de área será plantada pela empresa e de quantas mudas por mês irá precisar. O planejamento de semeadura é feito com base nas condições climáticas ideais de plantio do *Pinus sp*, como o inverno da região sul do país é frio e chuvoso, as espécies desse gênero devem ser semeadas na primavera, usualmente começam a serem feitas em agosto até março, para ocorrer o plantio em todo o ano, mas tudo depende das condições climáticas. As mudas permanecem no viveiro por um período médio de 7 meses, podendo chegar a 8 meses.

Nos meses junho e julho é feito a semeadura de *Eucalyptus sp* para ser usado posteriormente para geração de energia da empresa, mas como o processo

produtivo é praticamente o mesmo, não será feita diferenciação no mapeamento do fluxo de valor.

4.3.2 Compra de sementes e quebra de dormência

As sementes ficam condicionadas em uma geladeira com capacidade para 50 Kg (30mil sementes por Kg), e não é feito nenhum controle de fornecimento. A compra de sementes é feita conforme é visualizado que o estoque está baixo, em média 3 meses. A compra de substratos é feita a cada 3 meses, o que deixa um estoque grande, inutilizando uma área grande do barracão. Fertilizantes e defensivos são comprados duas vezes por ano.

Como a compra de sementes é feita a cada 3 meses em média, elas ficam em estoque por 90 dias. O primeiro processo é a quebra de dormência que é feita por um colaborador com 483.000 sementes e demora 62 dias, com uma perda de 0,5% (Ocorrendo semeadura em excesso devido ao planejamento estratégico da empresa).

4.3.3 Semeadura

O pré-processo de semeadura começa desde a lavagem dos tubetes e montagem das bandejas, que necessitam 9 colaboradores e é demandado 5 dias de trabalho. Logo depois, é feita a esterilização dos tubetes juntamente com a bandeja, necessitam 2 colaboradores e 4 dias de trabalho. Essas duas etapas somam 9 dias, que foram colocados como *lead time* no mapeamento do fluxo de valor, pois não agregam valor na ótica do cliente. Depois é feita a semeadura propriamente dita, que começa com a mistura do substrato, preenchimento dos tubetes com substrato, semente e acícula. Todo esse processo é crítico, pois são observados diversos tipos de desperdícios, principalmente transportes desnecessários e movimentações desnecessárias, indicados na Figura 5.

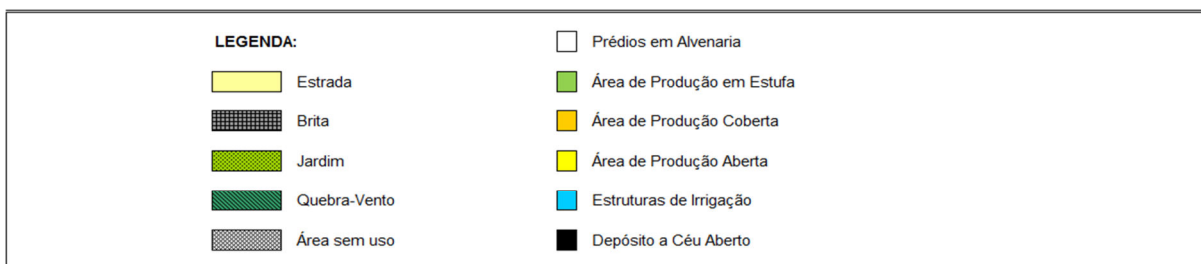
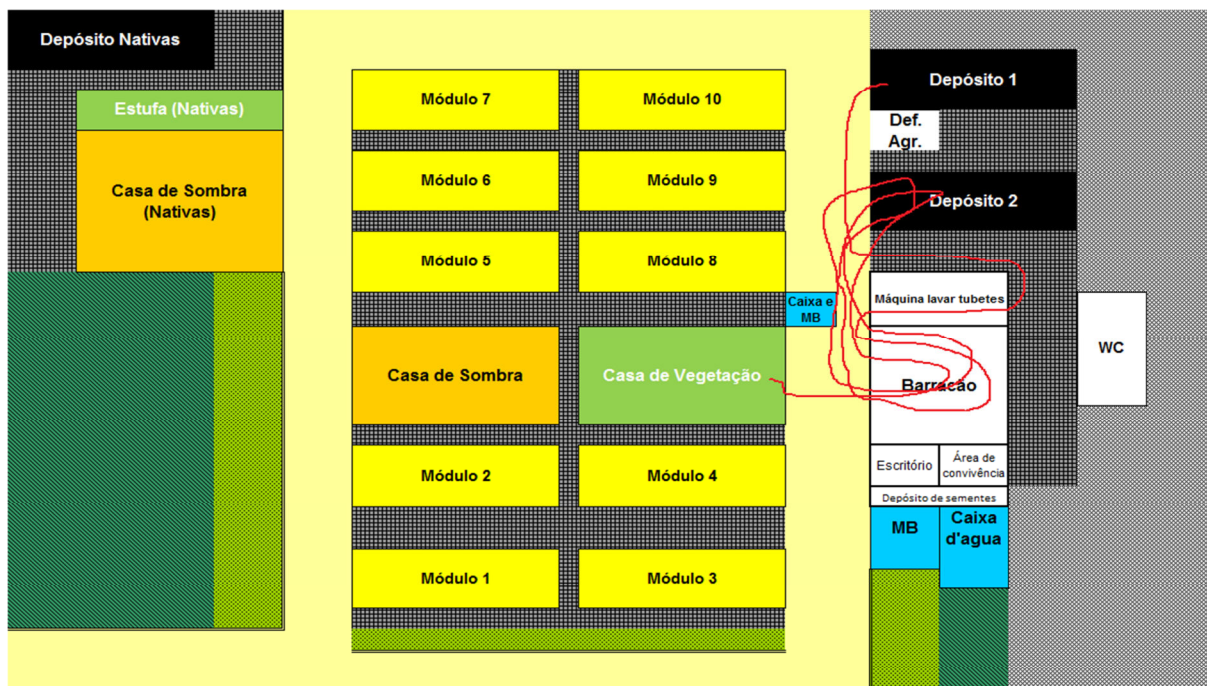


FIGURA 5 - GRÁFICO DE SPAGHETTI ESTADO ATUAL

Esse percurso é percorrido no processo de semeadura, ele começa com os colaboradores pegando os tubetes e bandejas no depósito 1, depois lavam os tubetes na máquina e montam as bandejas com os tubetes no barracão, para em seguida levar as bandejas montadas para o depósito 2, aproximadamente 500 bandejas. Posteriormente eles levam as bandejas montadas para esterilização no barracão, em seguida devolvem para o depósito 2. Logo depois levam as bandejas para a semeadura e de lá para a casa de vegetação, totalizando em média 250 metros de percurso.

4.3.4 Germinação

Na germinação o processo biológico soma 60 dias, 30 dias as mudas ficam na estufa e depois mais 30 na casa de sombra, são necessários 4 colaboradores com carrinhos para transportar as mudas de um lugar para o outro e 1 dia de trabalho.

4.3.5 Formação

O processo de formação tem 60 dias de processamento biológico, sendo que em 7 dias é feito o transporte para fora da casa de sombra e espaçamento, são necessários 9 colaboradores. A média de perda por mudas que não vingaram ou tem algum tipo de problema é de 23%, essas mudas são retiradas quando o espaçamento é feito. Esse é outro processo crítico, pois também é observado transporte desnecessário e movimentações desnecessárias, além da falta de organização da equipe.

4.3.6 Rustificação e expedição

As mudas ficam em média 90 dias no processo de rustificação, esses dias são apenas de processo biológico.

A expedição é o último processo do mapeamento de valor, são expedidas em média 140.000 mudas por mês, são necessários 9 colaboradores e 4 dias de processamento, e 1% de perda, devido a muda não se enquadrar nos padrões de expedição.

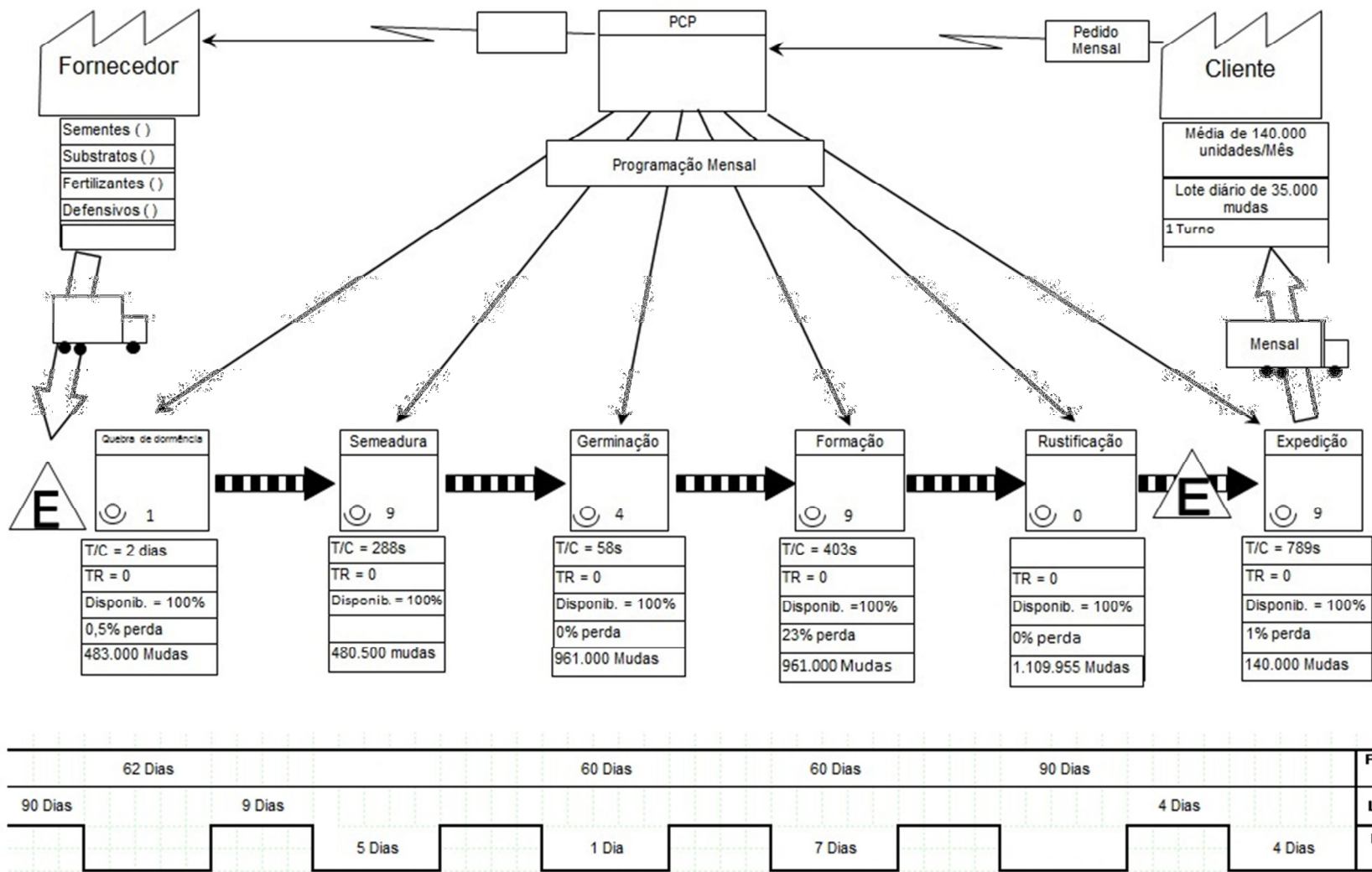


FIGURA 6 - MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL

4.3.7 Análise

Através da análise do fluxo de valor atual, verificaram-se vários desperdícios, que devem ser eliminados e/ou reduzidos. O *lead time* total foi de aproximadamente 392 dias, ou seja, o tempo desde o momento que semente chega ao viveiro até a expedição da muda para a silvicultura. O tempo de processos biológicos de desenvolvimento da planta é de 272 dias e o tempo que a muda agrega valor nos processos produtivos é de apenas 17 dias perfazendo um total de 289 dias. O restante do período, 103 DIAS, significa 26% de desperdício, pois não ocorre transformação no produto.

Também foram identificadas perdas nos processos produtivos, a mais significativa é na formação que é de 23%. Também ocorrem perdas na quebra de dormência (0,5%) e expedição (1%).

Foram identificados 3 pontos críticos principais que de devem ser trabalhados para a redução do *lead time* e para melhorar o processo:

- ◆ Ponto crítico 1: Perda de 23% das mudas até a fase de formação.
- ◆ Ponto crítico 2: Tempo de estoque de sementes de 90 dias e área utilizada para armazenamento de substratos com 19,2m².
- ◆ Ponto crítico 3: Processo de semeadura. Com distância percorrida de 250 metros e 9 dias demandados para a essa etapa.

4.4 MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO

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 se tornar uma realidade em um curto período de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais sejam articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo ou puxada e cada processo se aproxime o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam. Pensando nisso foi elaborado um plano de ação para implementar melhorias.

4.4.1 Plano de ação para implementar melhorias

Para reduzir o longo *lead time* e diminuir os 7 desperdícios que o sistema Toyota enxerga foi decidido atacar os 3 pontos críticos destacados anteriormente.

4.4.1.1 Ponto crítico 1: Perda de 23% das mudas até a fase de formação

Através de pesquisa no banco de dados no viveiro foi feita uma média que mostra que sementes que são colhidas e semeadas no mesmo ano tem uma perda média de 17%, enquanto sementes mais velhas, que foram colhidas em anos anteriores tem uma perda média de 31,4%.

Apesar de sementes novas serem mais caras, elas acabam compensando na qualidade, que reflete em uma perda menor. Então é aconselhável ao viveiro que compre apenas sementes novas para realizar a semeadura, assim a média de perda pode ir de 23% para 17%, diminuindo o desperdício de mudas.

4.4.1.2 Ponto crítico 2: Tempo de estoque de sementes e área utilizada para armazenamento de substratos.

Atualmente as sementes ficam em estoque por 90 dias, para diminuir o *lead time* e o estoque desnecessário, é preciso que a compra de sementes seja mensal, e não mais a cada 3 meses. Isso também deve ser feito com a compra de substrato que também fica em estoque por 90 dias.

4.4.1.3 Ponto crítico 3: Processo de semeadura

O principais desperdícios vistos foram o transporte e movimentação desnecessária, para diminuir esses desperdícios, a esterilização dos tubetes foi

adicionada ao processo de sementeira, colocando-os em fluxo contínuo no processo, isso reduz 4 dias no *lead time*. Também foram adicionadas mais 2 depósitos ao processo, para diminuir o percurso percorrido, como pode ser visto na Figura 7.



FIGURA 7 - GRÁFICO DE SPAGHETTI DO ESTADO FUTURO

Esse é novo percurso percorrido no processo de sementeira, ele começa com os colaboradores pegando os tubetes e bandejas no depósito 1, depois lavam os tubetes na máquina e montam as bandejas com os tubetes no barracão, para em seguida levar as bandejas montadas para o depósito 3a e 3b. Posteriormente eles levam as bandejas montadas para esterilização e sementeira no barracão, e de lá para a casa de vegetação, totalizando em média 115 metros de percurso, isso para

cada viagem com um carro de mão que cabem 20 bandejas empilhadas, sendo assim o percurso é feito no mínimo 25 vezes para produzir 500 bandejas.

A Figura 8 apresenta o fluxo de valor do estado futuro.

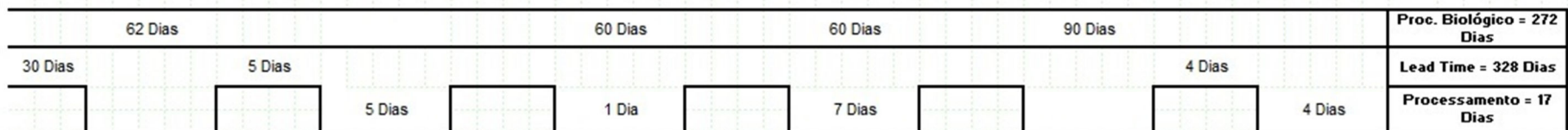
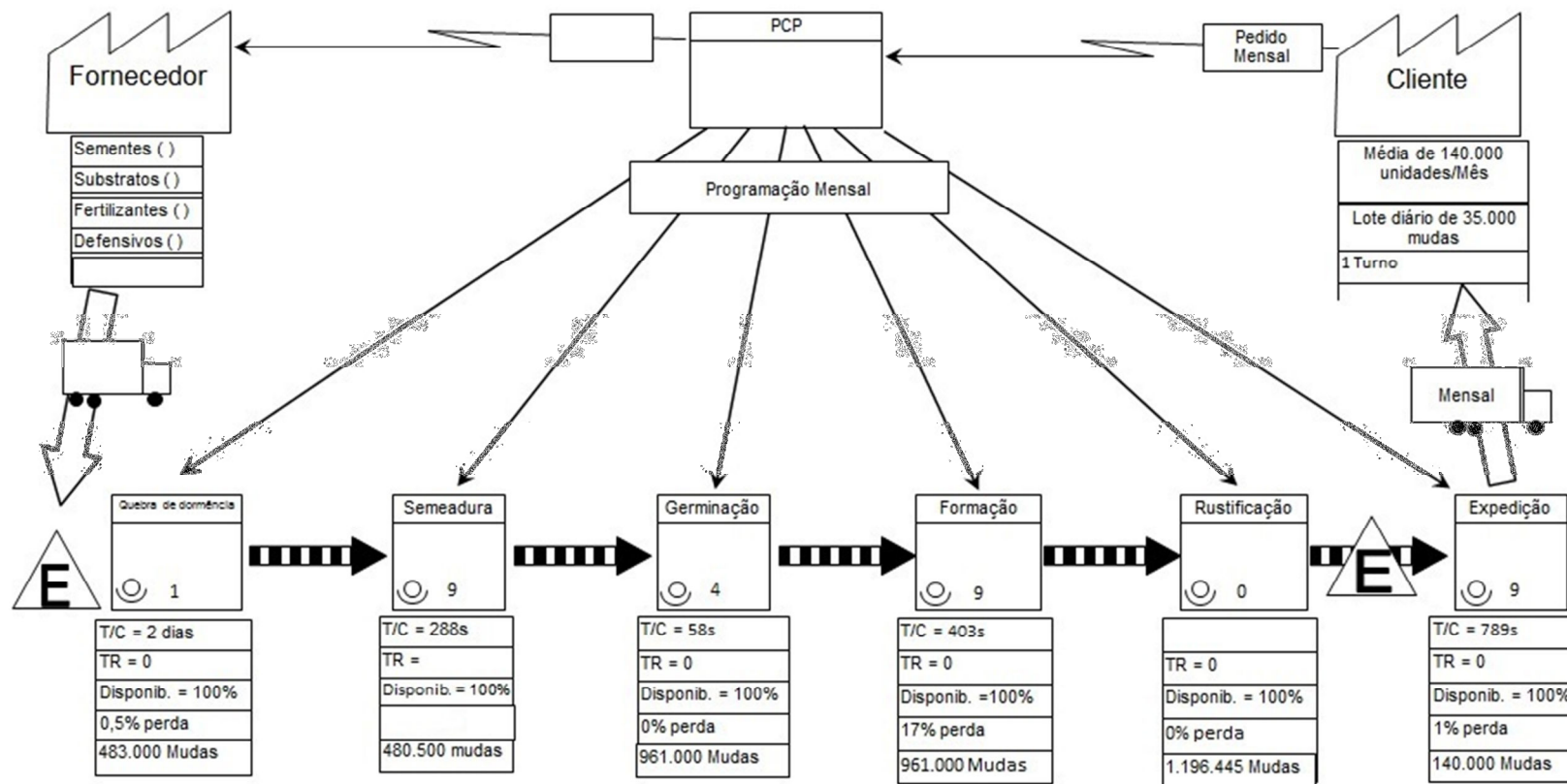


FIGURA 8 - MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO

4.5 MELHORIAS OBTIDAS PELO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O MFV auxiliou na geração de um plano de melhoria para o processo. Esse plano tem como finalidade eliminar os desperdícios encontrados no mapa de fluxo de valor e melhorar o próprio fluxo de valor. A seguir serão analisados os resultados obtidos com o MFV do estado futuro, indicados no Quadro 3.

	Estado atual	Estado futuro	Redução
Estoque de sementes	90 dias	30 dias	60 dias
Semeadura	14 dias	10 dias	4 dias
Perda na formação	23%	17%	6%
Distância percorrida (Semeadura)	250m	115m	135m
Estoque de substrato	19,2m ²	0m ²	19,2m ²
Total do <i>lead time</i>	392	328	64 dias

QUADRO 3 - COMPARAÇÃO ENTRE ESTADO ATUAL E ESTADO FUTURO

4.5.1 Redução do *lead time* e aumento da produtividade da semeadura

Ao se atacar os pontos críticos 2 e 3 houve uma redução do *lead time*, conforme mostra o Quadro 3.

Os dias de estoque de sementes foram reduzidos de 60 dias para 30 dias, que teve o maior impacto na redução total do *lead time*. Ao se adicionar a esterilização de tubetes ao processo de semeadura, colocando-os em fluxo contínuo, houve uma redução de 4 dias no *lead time*, teve um impacto pequeno na redução total do *lead time*, mas um grande impacto na produtividade, sobrando 4 dias à mais de 2 colaboradores para realizarem outras atividades, já que a semeadura continuou com o mesmo tempo de processo e mesma quantidade de colaboradores.

4.5.2 Redução da perda de mudas

A compra de sementes mais novas para realizar a semeadura, possibilitou uma drástica redução de perda de mudas, como pode ser observado no Quadro 3 que mostra uma redução total de 6% em média na perda de mudas da semeadura até o processo de formação.

4.5.3 Redução de movimentação na semeadura e área utilizada no barracão

Ao desempenhar o novo percurso no processo de semeadura houve eliminação de desperdícios de transporte e movimentação desnecessária, e ao comprar substrato uma vez por mês, a área utilizada para estoque foi reduzida. O resultado pode ser visto no Quadro 3, que mostra uma redução de 135 metros de distância percorrida no processo de semeadura e 19,2m² de área utilizada no barracão de estoque de substrato.

5 CONCLUSÃO

Conforme observado no estudo de caso, a aplicação da ferramenta proporcionou o entendimento do processo bem como ajudou a identificar os desperdícios presentes, resultando na implementação nos fluxos de material e informação. A comparação do estado atual e do estado futuro permitiu apontar o impacto das melhorias implementadas, como por exemplo, a redução do *lead time*, e a redução das distancias percorridas.

É importante destacar que a ferramenta de MFV se mostrou bastante importante, mas sua simples utilização sem o domínio dos conceitos da produção enxuta faz com que sua utilidade seja bastante limitada. Ela serve para evidenciar os problemas, mas não sugere soluções, as soluções dependem da experiência e conhecimento em manufatura enxuta de quem a utiliza.

6 REFERÊNCIAS

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico AbrAf 2013: ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos : UENF, 1995.

CRESTANI, P. A. **Lean Production: Estudo para Implementação da Filosofia Enxuta em um Viveiro de Produção de Mudas Florestais**. Trabalho de Conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time**. 1.ed. Caxias do Sul: EDUSC, 1996.

GUINATO, P. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000.

IMAI, M. **KAIZEN – A Estratégia para o Sucesso Competitivo**. São Paulo: IMAM, 1994.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

NARUSAWA, T.; SHOOK, J. **Kaizen Express: fundamentos para a sua jornada lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.

SAE/PR – SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **45 curiosidades sobre a nova classe média**. Brasília: SAE/PR, 2014. Disponível em: <www.sae.gov.br/novaclassemedia/?page_id=58>. Acesso em: 05/05/2014

SHOOK, J; MARCHWINSKI, Chet. **Léxico Lean – Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. 1ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: Lean Institute do Brasil, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.;ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOOD, D. **The power of Maps**. New York: Guilford Press, 1992.