

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Aplicação dos Princípios da Produção Enxuta em uma  
Pequena Empresa**

*Danilo Augusto Ferro*

**TCC-EP-16-2012**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

## **Aplicação dos Princípios da Produção Enxuta em uma Pequena Empresa**

*Danilo Augusto Ferro*

**TCC-EP-16-2012**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.<sup>(a)</sup> Eng.-Dr. Edwin Vladimir Cardoza Galdámez

**Maringá - Paraná  
2012**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais e meu irmão,  
por se constituírem diferentemente enquanto  
pessoas, admiráveis em essência, estímulos que me  
impulsionaram a buscar vida nova a cada dia,  
meus agradecimentos por terem aceitado se privar  
de minha companhia pelos estudos, concedendo a  
mim a oportunidade de me realizar ainda mais.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me encher com Sua graça e misericórdia todos os dias da minha vida.

Aos meus pais, João e Sinete, pelos sacrifícios realizados, pelo apoio incondicional e incentivo prestados durante todos esses anos.

Ao meu irmão, Deivid, por me ensinar o real valor do ser humano e por fazer de mim uma pessoa vitoriosa.

À minha namorada, Renata, por todo amor, carinho e compreensão.

Às meus avós Sita, Maria e Quincarde por serem pessoas maravilhosas, que torcem por mim e me acompanham sempre transmitindo muito amor e carinho.

Aos meus amigos da República Pé de Pano e aos meus amigos de graduação, pelo companheirismo, apoio, por todos os momentos marcantes e pela grande amizade construída ao longo desses anos.

Ao Professor Doutor Edwin Cardoza, não somente pela orientação deste trabalho, dos conhecimentos compartilhados, mas também pelos conselhos dados, pela tolerância praticada e por participar da minha formação pessoal.

## RESUMO

A Produção Enxuta é um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos com a redução contínua de desperdícios. A sobrevivência das empresas em um ambiente de competitividade depende de sua habilidade e flexibilidade em efetuar melhorias contínuas e de se inserir em novos mercados. Neste âmbito, a Produção Enxuta atualmente surge como uma ferramenta adequada na conquista de competitividade pelas empresas que buscam melhorias na qualidade e produtividade. O presente trabalho teve como finalidade aplicar os métodos e práticas de Produção Enxuta em uma empresa de pequeno porte, objetivando promover melhorias no processo produtivo. As análises foram realizadas através do mapeamento do fluxo de valor e do estudo do *layout*, e permitiram o desenvolvimento de propostas de ações de melhorias que poderão ser utilizadas como base para transformação da produção empurrada em uma produção puxada, com mais eficiência nos processos, menos custo e menos desperdício.

## **ABSTRACT**

The Lean Manufacturing is a manufacturing system whose goal is to optimize the processes and procedures with the continuous reduction of waste. The survival of businesses in a competitive environment depends on its ability and flexibility to make continuous improvements and to enter new markets. In this context, the Lean Manufacturing currently appears as a suitable tool in achieving competitiveness for companies that seek improvements in quality and productivity. This work should aim to apply the methods and practices of Lean Manufacturing in a small company, aiming to promote improvements in the production process. Analyses were performed by mapping the value stream and study the layout, and allowed the development of proposed actions for improvement that could be used as a basis for transformation of production pushed on a pull production, more efficient processes, less cost, and less waste.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. Justificativa .....	12
1.2. Definição e delimitação do problema .....	13
1.3. Objetivos .....	13
1.3.1. Objetivo geral .....	13
1.3.2. Objetivos específicos .....	14
1.4. Metodologia .....	14
1.5. Estrutura do trabalho .....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	16
2.1. Contexto da Produção Enxuta.....	16
2.2. Método de implantação da Produção Enxuta.....	19
2.3. Práticas da Produção Enxuta.....	23
2.3.1. <i>Kaizen</i> .....	23
2.3.2. <i>Kanban</i> .....	25
2.3.3. Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).....	27
2.3.4. Gerenciamento Visual .....	32
2.3.5. Método 5S .....	34
2.3.6. Manutenção Produtiva Total (MPT).....	35
2.3.7. Mudança do <i>layout</i> .....	36
2.3.8. Balanceamento de linha.....	38
2.3.9. <i>Heijunka box</i> .....	41
2.3.10. <i>Setup</i> .....	42
2.4. Recomendações para empresas de pequeno porte .....	43
3. DESENVOLVIMENTO.....	45
3.1. Caracterização da empresa.....	45
3.2. Caracterização do processo produtivo .....	46
3.3. Mapa de Fluxo de Valor Atual e <i>Layout</i> Atual.....	52
3.3.1. Análise da situação atual .....	55
3.4. Mapa de Fluxo de Valor Futuro e <i>Layout</i> Futuro .....	56
3.5. Recomendações para a implantação das práticas da Produção Enxuta .....	60
4. CONCLUSÃO.....	61
4.1. Considerações finais .....	61
4.2. Limitações do trabalho.....	61
4.3. Trabalhos futuros .....	62
5. REFERÊNCIAS .....	63
ANEXOS .....	67

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxo de operações em uma linha de produção .....	39
Figura 2: Modelo de quadro de nivelamento da produção .....	42
Figura 3: Organograma da empresa .....	46
Figura 4: Recebimento da matéria-prima .....	47
Figura 5: Estoque da madeira tipo 1 .....	48
Figura 6: Cabeceira .....	49
Figura 7: Caixa de madeira para embalagem de frutas .....	50
Figura 8: Caixas prontas .....	50
Figura 9: Diagrama do fluxo de materiais da serraria João David Ferro ME .....	51
Figura 10: Mapa de Fluxo de Valor Atual .....	53
Figura 11: <i>Layout</i> Atual .....	54
Figura 12: Mapa de Fluxo de Valor Futuro .....	58
Figura 13: <i>Layout</i> Futuro .....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Ferramentas da Produção Enxuta .....	18
Quadro 2: Relação entre desperdício e algumas possíveis causas e soluções .....	21
Quadro 3: Principais desperdícios diagnosticados na serraria João David ME .....	56
Quadro 4: Proposta de melhorias .....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EI - Empreendedores Individuais

EPIs - Equipamentos de Proteção Individual

L/T - *Lead Time*

MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor

MPT - Manutenção Produtiva Total

PCP – Planejamento de Controle da Produção

PE – Produção Enxuta

TAV - Tempo de Agregação de Valor

T/C - Tempo de Ciclo

TR - Tempo de Troca

TPT - Tamanho dos Lotes de Produção

## 1. INTRODUÇÃO

As micro e pequenas empresas vem sendo alvo de atenção de analistas econômicos devido a seu potencial de geração de renda e de emprego. Entretanto, para atingir o sucesso no mercado empresarial, é necessário que sejam cumpridos os requisitos mínimos capazes de prover à essas empresas a posição de sobrevivência no mundo global e competitivo, já que as mesmas estão mais sujeitas ao ataque da concorrência. É evidente a grande dificuldade que as mesmas têm ao acesso à informações e ao conhecimento, bem como pela inexistência de treinamentos e capacitação dos próprios gestores, além da falta de mão-de-obra qualificada e de tecnologias inovadoras. A sobrevivência desses empreendimentos é condição indispensável para o desenvolvimento econômico do País. E vários estudos no Brasil e no mundo mostram que os dois primeiros anos de atividade de uma nova empresa são os mais difíceis (SEBRAE, 2011).

Um dos principais desafios que pequenas e médias empresas tem, é buscar um diferencial entre as concorrentes do mesmo segmento, a fim de garantir sua permanência no mercado de trabalho, visto que no Brasil, são criados anualmente mais de 1,2 milhão de novos empreendimentos formais. Desse total, mais de 99% são micro e pequenas empresas e Empreendedores Individuais (EI). As micro e pequenas empresas são responsáveis por mais da metade dos empregos com carteira assinada do Brasil (SEBRAE, 2011).

A sobrevivência das empresas em um ambiente de competitividade depende de sua habilidade e flexibilidade em efetuar melhorias contínuas e de se inserir em novos mercados. Como consequência, as empresas vêm buscando novas ferramentas de gestão que as direcionem para uma maior competitividade por meio de melhorias da produtividade e da qualidade. Isso requer aumento na eficiência e eficácia de seus processos e operações, a fim de produzir cada vez mais, com menos recursos e ao menor custo possível (DE FRANCISCO e HATAKEYAMA, 2009).

A Produção Enxuta (PE) atualmente surge como uma ferramenta adequada na conquista de competitividade pelas empresas que buscam melhorias na qualidade e produtividade. A Produção Enxuta surgiu como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos por meio de redução contínua de desperdícios. Seus objetivos

fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando a capacidade de produzir e competir (NAZARENO *et al.*, 2002). Womack e Jones (1998), na obra “A Mentalidade Enxuta nas Empresas”, apresentam os princípios do pensamento enxuto (*lean thinking*) e relatam casos de sucesso das empresas que o adotaram.

Levando em consideração este contexto foi realizado um estudo em uma empresa de pequeno porte objetivando otimizar sua produção, utilizando os princípios da Produção Enxuta e propondo melhorias no processo produtivo. A empresa é uma serraria situada no interior de São Paulo, na cidade de Duartina, que atende a vários clientes da região e também de outros estados.

### **1.1. Justificativa**

A implantação do sistema de Produção Enxuta em empresas tem demonstrado resultados promissores. Entretanto, a implantação de práticas da PE em uma empresa brasileira, apesar da crescente disseminação dessa filosofia de produção no Brasil, não é freqüente em trabalhos acadêmicos, devido à dificuldade de acesso dos pesquisadores às empresas (SAURIN E FERREIRA, 2008).

Este estudo, na tentativa de implantar as ferramentas da Produção Enxuta em uma empresa de pequeno porte do ramo madeireiro, pode possibilitar melhorias:

- no *layout* da empresa: diminuindo movimentações internas;
- redução no tempo de *setup*: agilidade nas trocas de ferramentas;
- criação de procedimento padrão: evitar falhas nos procedimentos;
- elaboração de manutenção preventiva: prevenir quebras de equipamento;

Com as mudanças no processo produtivo e nas condições de trabalho espera-se que haja mais conforto e segurança para os colaboradores e também uma minimização nos custos na produção dos produtos da empresa.

## **1.2. Definição e delimitação do problema**

Com a alta competitividade do mercado e o número significativo de pequenas empresas, nota-se um número muito alto na porcentagem de empresas que deixam de operar em menos de 5 anos de mercado. Pesquisa realizada pelo Sebrae (2004) revelou que 49,4 % das empresas pesquisadas morreram com até 2 anos de existência, 56,4% com 3 anos e 59,9% com 4 anos. Isso indica que cerca de 60% das empresas que nascem, morrem antes de completar 5 anos de sua existência, devido à deficiência de gestão, problemas de competitividade e alta carga tributária (SEBRAE, 2004).

Com a deficiência de gestão, os empreendedores não conseguem implementar novas técnicas capazes de se diferenciarem no mercado e a falta de recurso agrava ainda mais, por não conseguirem contratar profissionais qualificados, que possam auxiliar na implementação de técnicas como 5S, Cartão *Kanban*, *Kaizen*, entre outras.

Visando diminuir essa estatística e a dificuldade de implantação de novas técnicas por conta dos empreendedores, foi realizado um estudo em uma empresa de pequeno porte, para a implantação da ferramenta Produção Enxuta, que segundo Womack e Jones (1996) busca otimizar os processos e procedimentos por meio de redução contínua de desperdícios, em um curto período de tempo, afim de torná-las mais competitivas no mercado.

A empresa em estudo atua no setor madeireiro. Trata-se de uma serraria que tem carência por profissionais qualificados e, além disso, não possui um *layout* adequado, carece de um programa de manutenção preventiva, procedimentos padrão e uso adequado de EPIs.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo geral**

Aplicar métodos e práticas de Produção Enxuta para promover melhorias no processo produtivo e nas condições de trabalho em uma serraria de pequeno porte.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) Levantamento bibliográfico: identificar quais os atributos caracterizam um sistema de Produção Enxuta bem como as metodologias e ferramentas que os viabilizam;
- b) Pesquisa de campo: caracterizar e analisar o sistema de produção da empresa, diagnosticar os desperdícios existentes no processo produtivo e determinar suas possíveis causas;
- c) Identificar quais atributos de um sistema de produção manufatureiro enxuto são aplicáveis à unidade produtiva da empresa;
- d) Propor um plano de melhorias para a implementação de tais atributos.

### **1.4. Metodologia**

O trabalho foi dividido basicamente em duas etapas: i) a revisão de literatura, que correspondeu à parte teórica do trabalho; e ii) o desenvolvimento de campo, que correspondeu à parte prática do trabalho.

A revisão da literatura forneceu embasamento teórico necessário ao desenvolvimento da parte prática do presente trabalho e consistiu no levantamento referente ao contexto da Produção Enxuta, aos métodos de aplicação deste sistema e das principais ferramentas e práticas envolvidas no processo de implantação de um sistema de manufatura com características enxutas. A pesquisa foi realizada em livros, artigos, manuais, dissertações de mestrado e doutorado, trabalhos de conclusões de curso e em trabalhos apresentados em congressos e simpósios. Para a pesquisa dos artigos foram utilizadas as bases Scielo e google acadêmico.

O desenvolvimento de campo consistiu em uma pesquisa básica de abordagem qualitativa com objetivos descritivos e exploratórios que forneceu uma i) descrição da empresa e da unidade produtiva objeto do estudo; ii) descrição detalhada do processo produtivo em termos do seu fluxo de valor; iii) análise e diagnóstico dos desperdícios existentes no sistema produtivo e iv) elaboração de um plano de melhoria para o processo produtivo.

Os procedimentos realizados para o estudo compreenderam visitas à unidade produtiva, entrevistas com trabalhadores do chão-de-fábrica e com o gerente de produção, observações, registros e coletas de tempos.

### **1.5. Estrutura do trabalho**

O trabalho está dividido em quatro capítulos conforme descrito a seguir:

- 1) **Introdução:** introduz o Sistema de Produção Enxuta como uma alternativa para direcionar a administração da produção no esforço de proporcionar vantagens competitivas às organizações a fim de assegurar-lhes a sobrevivência no mercado. Além disso, expõe os motivos que justificam a realização do presente trabalho bem como define e delimita o problema ao qual o mesmo pretende responder. Por fim relata os objetivos do trabalho, descreve a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento e expõe a estrutura do mesmo.
- 2) **Revisão da Literatura:** são apresentados os conceitos necessários para a formulação do método proposto. São estudados a origem, os princípios e os desperdícios, bem como algumas das principais práticas e ferramentas do Sistema de Produção Enxuta, além da citação de autores que já descreveram e/ou implementaram esse sistema em empresas.
- 3) **Desenvolvimento:** apresenta a organização da unidade produtiva da empresa e descreve detalhadamente a unidade de produção em termos dos fluxos de materiais e de informação envolvidos no processo produtivo. Por fim apresenta o plano de melhoria sugerido para a unidade produtiva.
- 4) **Conclusão:** expõe as considerações finais acerca do presente trabalho bem como as oportunidades de trabalhos futuros geradas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Contexto da Produção Enxuta

A Produção Enxuta surgiu como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos com a redução contínua de desperdícios. O termo “enxuta”, do inglês “*lean*”, foi definido por *John Krafcik, do Massachusetts Institute of Technology*, em meados de 1980, para descrever as técnicas do sistema de produção, o sistema de trabalho e a política de recursos humanos. John Krafcik chamou o sistema de enxuto pela redução de tudo em relação à produção em massa: menos esforço dos funcionários, menos espaço para a fabricação, menos investimento em ferramentas, menos tempo em planejamento, estoques menores no local de fabricação, menos fornecedores, além da redução de defeitos, com uma maior variedade de produtos (KRAFCIK, 1988; WOMACK e JONES, 1992).

A Produção Enxuta é um sistema de produção caracterizado pela eliminação progressiva do desperdício, pelo fluxo contínuo com que os processos produtivos ocorrem, pela produção segundo a demanda do cliente no tempo e na quantidade por este estabelecidos e, por fim, pela relação próxima e de parceria com fornecedores. Estes podem ser também denominados como os requisitos básicos que configuram um sistema enxuto de produção (KRAFCIK, 1988).

Para entender melhor a Produção Enxuta, torna-se necessário defini-la. Nesse sentido Womack e Jones (1992) modelam essa nova filosofia de produção da seguinte maneira:

- a) é um sistema produtivo integrado, com enfoque no fluxo de produção, produção em pequenos lotes segundo a filosofia *just in time* e um nível reduzido de estoques;
- b) envolve ações de prevenção de defeitos em vez da correção;
- c) trabalha com produção puxada em vez da produção empurrada baseada em previsões de demanda;

- d) é flexível, sendo organizada através de times de trabalho formados por mão-de-obra polivalente;
- e) pratica um envolvimento ativo na solução das causas de problemas com vistas à maximização da agregação de valor ao produto final;
- f) trabalha com um relacionamento de parceria intensivo desde o primeiro fornecedor até o cliente final.

Segundo Womack e Jones (1996), a Produção Enxuta possui cinco princípios básicos cujo objetivo é tornar as empresas mais flexíveis e capazes de responder efetivamente às necessidades dos clientes.

- 1) Determinar precisamente o valor por produto específico: é o ponto de partida e deve ser definido segundo as perspectivas dos clientes finais.
- 2) Identificar a cadeia de valor para cada produto: é o conjunto de todas as atividades para se levar um produto específico a passar pelas tarefas de desenvolvimento, de gerenciamento da informação e da transformação física propriamente dita.
- 3) Fazer o valor fluir sem interrupções: é necessário fazer com que as etapas que criam valor fluam. Isso exige uma mudança de mentalidade, o produto e suas necessidades devem ser o foco, e não as máquinas e equipamentos. O objetivo é reduzir as atividades que não agregam valor.
- 4) Deixar com que o cliente puxe o valor do produto: é fazer o que os clientes (internos ou externos) precisam no momento certo, permitindo que o produto seja puxado quando necessário, isso minimiza os desperdícios comumente encontrados em sistemas “empurrados”.
- 5) Buscar a perfeição: fazer os quatro princípios anteriores interagirem em um processo contínuo na eliminação dos desperdícios.

Para minimizar os desperdícios de produção, o sistema de Produção Enxuta lança mão de algumas técnicas e ferramentas. O Quadro 1 indica as principais ferramentas utilizadas na aplicação da PE.

**Quadro 1:** Ferramentas da Produção Enxuta

<b><i>Just in time</i></b>	Relaciona-se com a produção por demanda, em que primeiramente vende-se o produto para depois comprar a matéria prima, fabricá-lo e montá-lo.
<b>Método 5S</b>	Método constituído por 5 etapas, relacionadas à mudança comportamental: <i>Seiri</i> (utilização), <i>Seiton</i> (organização), <i>Seisou</i> (limpeza), <i>Seiktsu</i> (saúde) e <i>Shitsuke</i> (autodisciplina).
<b><i>Kaizen</i></b>	Melhoramento contínuo envolvendo todos, desde os operários aos gerentes de uma empresa.
<b>Tempo de Setup</b>	Tempo gasto para que sejam feitas as trocas de moldes ou ferramentas para novos lotes de peças.
<b>Manutenção Produtiva Total (TPM)</b>	Filosofia gerencial que visa atingir falha zero ou quebra zero, por meio de manutenção preventiva e treinamento sistemático dos funcionários de operação e manutenção.
<b>Qualidade Total (QT)</b>	Garantia de produtos ou serviços que satisfaçam as necessidades do consumidor.
<b>Redução dos lotes de fabricação</b>	Diminuição do tamanho dos lotes a fim de reduzir o tamanho dos estoques.
<b>Layout de Fábrica</b>	Distribuição adequada de máquinas, materiais e pessoas em uma fábrica.
<b>Trabalho em equipes</b>	Desenvolvimento de um trabalho por um determinado grupo de pessoas em prol de um objetivo em comum.
<b>Treinamentos - RH</b>	Conjunto de técnicas que geram condições de melhoria e adequação de aptidões, num enfoque de curto e médio prazo.

Fonte: DE FRANCISCO e HATAKEYAMA (2009)

Diversos estudos tem sido desenvolvidos sobre a implantação da Produção Enxuta em empresas abordando diferentes questões. Lima *et al.* (2003) desenvolveram um estudo em pequenas e médias empresas gaúchas sobre o impacto potencial da aplicação de uma ferramenta da PE, o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). O resultado obtido foi uma redução geral nos tempos de estoques de 23%, o mesmo ocorrendo para o tempo de agregação de valor, reduzido em 65%. Isso mostra que as propostas apresentadas possibilitariam às empresas não somente fornecer de acordo com a demanda do cliente e em fluxo contínuo, mas também aumentar sua capacidade de fornecimento, atendendo às exigências de preço, prazo e flexibilidade.

Saurin e Ferreira (2005) apresentaram uma avaliação qualitativa da implantação de práticas da Produção Enxuta em uma fábrica de máquinas agrícolas, a qual desde 2001, vem adotando

este sistema como filosofia de produção. O estudo permitiu identificar pontos fortes e fracos do sistema existente na empresa, além de indicar diretrizes para o aperfeiçoamento dos métodos existentes de avaliação de implantação da PE.

Saurin e Ferreira (2008), em outro estudo, avaliaram os impactos da Produção Enxuta sobre as condições de trabalho em uma fábrica e concluíram que os operadores relataram melhoras em suas condições de trabalho em função da adoção dessas práticas.

Alves e Fernandes (2006) ao implementarem os princípios da PE em uma empresa fabricante de cilindros de laminação, observaram aumento de produtividade e eficiência, redução de irregularidades, *lead time*, tempos mortos e melhorias no atendimento ao cliente.

## **2.2. Método de implantação da Produção Enxuta**

Os métodos de aplicação do sistema de produção enxuta nas empresas baseiam-se na implantação das ferramentas da PE, pois são estas que permitiram à PE alcançar os resultados esperados, como a qualificação da mão-de-obra, redução de estoques e racionalização do tempo, que contribuem para a redução de custos. As características críticas da PE são as ideias que ela suporta; as ferramentas que a abordagem utiliza são meios de sustentar essas ideias e podem ser adaptadas de acordo com as necessidades operacionais particulares de cada empresa, independente do ambiente em que operam (GAMBI *et al.*, 2011).

Entretanto, segundo Saurin e Ferreira (2008), a simples aplicação de práticas da PE não garante que a filosofia enxuta está implementada. De acordo com Womack e Jones (1996), as dificuldades enfrentadas pelas empresas que estão implementando a PE são devidas, em grande parte, à falta de compreensão acerca dos princípios fundamentais da PE.

Liker (2005) afirma que a maioria das empresas concentra-se demais nas ferramentas da PE, sem compreender o conceito de “enxuto” como todo um sistema que deve permear a cultura da organização. Para este autor, o sucesso de uma implantação de PE baseia-se, essencialmente, na habilidade da empresa em cultivar liderança, equipes e cultura para criar estratégias, construir relacionamentos com fornecedores e manter uma organização capaz de aprender com suas falhas e sucessos.

De acordo com Womack e Jones (1996) a Toyota se concentrou primeiramente em implementar um sistema de gestão, antes de pensar sobre as técnicas enxutas específicas. Por outro lado, a maioria das empresas que copiaram a Toyota fez exatamente o contrário, aplicando primeiramente as ferramentas. Segundo Mann (2005), é o sistema de gestão baseado em disciplina e rotinas diárias de acompanhamento do processo que sustentam a implantação das práticas enxutas. Para este autor, a transformação *lean* começa com a mudança de antigos hábitos de trabalho, nas novas informações necessárias para gerir a produção e na alteração da rotinas do dia-a-dia, antes das mudanças físicas do processo.

Saurin e Ferreira (2008) apontam para o fato de existirem poucas pesquisas que avaliem experiências de implantação da PE no contexto brasileiro. Nazareno (2003), em sua pesquisa, desenvolveu e validou um método para implementação de sistemas de PE em duas empresas, sendo uma produtora de bebedouros e outra de tanques para armazenagem de leite. O método desenvolvido baseou-se nas seguintes etapas, resumidamente:

#### 1) Diagnosticar os desperdícios existentes no sistema produtivo

O primeiro passo representa a necessidade de membros na organização em diagnosticar os disparadores de mudança para a produção enxuta. Para facilitar a visualização dos desperdícios, foi criado um quadro (Quadro 2) com os desperdícios (considerados perdas) e algumas de suas possíveis causas e soluções.

Um primeiro diagnóstico básico deve ser feito com a equipe de liderança de forma a se definir os pontos fracos a serem atacados e os principais objetivos (expectativas de mudança) para a manufatura.

#### 2) Criar infra-estrutura de suporte ao processo de transformação enxuta

Esse passo deve ser executado em paralelo com as demais etapas ao longo do processo de transformação enxuta. Para tanto, é necessária a realização dos passos descritos a seguir:

##### a) Formar equipes para o desenvolvimento do processo de transformação enxuta.

**Quadro 2:** Relação entre desperdício e algumas possíveis causas e soluções

<b>Desperdícios</b>	<b>Possíveis causas</b>	<b>Possíveis soluções</b>
1. Perda por superprodução	Áreas grandes de depósito	Reduzir o <i>set-up</i>
	Custos elevados de transporte	Fazer só o necessário
	Falhas no PCP	“puxar” a produção
2. Perda por transporte	<i>Layout</i> inadequado	Projetar <i>layout</i> para minimização de transporte
	Lotes grandes	Reduzir a movimentação de material
	Produção com grande antecedência	
3. Perda por estoques	Aceitar superprodução	Sincronizar o fluxo Reduzir o <i>set-up</i>
	Produto obsoleto	Reduzir <i>lead-times</i>
	Grande flutuação da demanda	Promover a utilização de projeto modular dos produtos
		Reduzir os demais tipos de desperdícios
4. Perda por espera	Espera por materiais	Sincronizar o fluxo de material
	Espera por informações	Balancear a linha com trabalhadores flexíveis
	<i>Layout</i> inadequado	Realizar manutenção preventiva
	imprevistos de produção	
5. Perda por produzir produtos com defeito	Processos de fabricação inadequados	Utilizar mecanismos de prevenção de falhas
	Falta de treinamento	Não aceitar defeitos
	Matéria-prima defeituosa	
6. Perda no processamento	Ferramentas e dispositivos inadequados	Analisar e padronizar processos
	Falta de padronização	
	Material inadequado	Garantir a qualidade do material, ferramentas e dispositivos
	Erros ao longo do processo	
7. Perda por movimentos desnecessários	<i>Layout</i> inadequado	Realizar estudo de movimentos
	Padrões inadequados de ergonomia	Reduzir deslocamentos
	Disposição e/ou controle inadequado de peças, matéria-prima, material de consumo, ferramentas e dispositivos	Adotar sistemas de controle pertinentes
	Itens perdidos	

Fonte: NAZARENO (2003)

Nesta etapa, é preciso selecionar o patrocinador, que deve ser alguém que tem a autoridade para definir e legitimar o processo de mudança. Deve ser o “dono do processo” na organização e fazer da mudança um objetivo, garantindo os recursos necessários para atingi-

lo. Outro papel a ser definido no processo é o do coordenador ou líder do projeto, o qual deve ser responsável por gerenciar operacionalmente e orquestrar o plano de transformação. O coordenador deve ser necessariamente um membro interno da empresa. Além disso, pode ser necessária também a figura do acessor ou orientador do processo, que é um terceiro neutro, normalmente um consultor independente, que auxilia na condução do processo, fornecendo o treinamento necessário e auxiliando no processo de planejamento. É um especialista com experiência na condução organizada e planejada de processos de transformação enxuta.

b) Treinar as equipes de transformação enxuta.

No início de cada etapa, para cada equipe formada no processo de transformação, deve ser providenciado o treinamento adequado. Nesse sentido, os seguintes tópicos devem ser abordados:

- *Informações tecnológicas:* treinamento sobre o sistema de produção enxuta (princípios, as categorias de desperdícios, técnicas e ferramentas associadas etc.), a ferramenta a ser analisada para modelagem e análise dos processos de produção;
- *Informações do negócio:* consiste em estender para toda a equipe as disfunções e desperdícios diagnosticados, bem como as respectivas expectativas de mudança. A ideia é criar um entendimento homogêneo da importância e necessidade do trabalho que será realizado, alavancando assim o comprometimento de toda a equipe;
- *Informações da metodologia de condução do processo de mudança:* consiste em apresentar a estrutura do método. Dessa forma, os participantes terão condições de visualizar em que ponto estão e focar nas ações mais apropriadas para cada etapa do projeto.

3) Análise do atual sistema de produção

Esse passo consiste na análise da situação atual do ambiente de produção. É proposta a utilização de algumas técnicas e ferramentas que possibilitem a percepção dos pontos fortes e fracos da organização. Isso pode ser feito utilizando-se ferramentas para diagnóstico de

problemas ou efeitos indesejáveis, bem como ferramentas de mapeamento e análise dos processos do negócio.

#### 4) Definir as iniciativas de melhorias para implementação

Nesta etapa do trabalho, deve-se definir quais iniciativas de melhoria deverão ser adotadas. É importante confrontar as práticas e ferramentas da produção enxuta com os desperdícios e problemas raízes identificados.

Ao longo dos projetos de aplicação, Nazareno (2003) notou que a adoção das iniciativas de melhoria para a implementação da PE requer o envolvimento e o comprometimento de outras áreas, tais como o Financeiro, Vendas, Compras, Qualidade e Expedição. Portanto, é imprescindível prever e buscar, o quanto antes, os respectivos ajustes e alinhamentos de procedimentos. Com isso, é muito importante que a equipe principal de transformação seja composta por pelo menos um membro de cada uma destas áreas.

### **2.3. Práticas da Produção Enxuta**

Devido à impossibilidade de abordar todas as práticas da PE com a devida profundidade, optou-se por fazer uma breve discussão a respeito daquelas mais citadas na literatura e consideradas essenciais para adotar um sistema de manufatura com características enxutas.

#### **2.3.1. *Kaizen***

*Kaizen*, na língua japonesa, significa melhoramento. *Kaizen* são esforços de melhoria contínua, executados por todos, sendo que o seu foco central é a busca pela eliminação dos desperdícios. Quando corretamente executado, é também um processo que humaniza o ambiente de trabalho, elimina o trabalho duro e ensina as pessoas como realizar experimentos no seu trabalho usando o método científico. Em geral, o processo sugere uma relação humanizada com os trabalhadores e com aumento de produção. Para o *Kaizen*, é sempre possível fazer melhor e nenhum dia deve passar sem que alguma melhoria tenha sido implantada, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Sua metodologia traz resultados concretos, tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, em um curto espaço de tempo e a

um baixo custo, apoiados na sinergia gerada por uma equipe reunida para alcançar metas estabelecidas pela direção da empresa (IMAI, 1994; ROTHER & SHOOK, 1999).

Já a definição de um Evento *Kaizen* pode ser compreendida como sendo um time dedicado a uma rápida implantação de um método ou ferramenta da manufatura enxuta, em uma área em particular e em um curto período de tempo (ROTHER & SHOOK, 1999).

Segundo Imai (1994), o *Kaizen* é considerado a prática chave do sucesso industrial japonês, por se tratar de uma cultura de contínuo melhoramento que deve envolver todos da organização com vistas à total eliminação de desperdícios.

Bessant, *et al.* (1994) acreditam que a filosofia kaizen está baseada no crescimento lento e contínuo de qualidade e não em mudanças bruscas (normamente baseadas em avanços tecnológicos), embora não exclua essa possibilidade. Além disso, reforçam esta idéia ressaltando que a melhoria contínua é caracterizada por baixos custos, pequenos passos e curtos ciclos de mudança. Brunet e New (2003) ressaltam que o *Kaizen* é o principal canal para que os empregados contribuam para o desenvolvimento da companhia.

Nesse contexto, o objetivo do evento *Kaizen* em uma empresa é aprimorar o fluxo de trabalho e reduzir desperdícios, permitindo um tempo de resposta mais rápido aos clientes, reduzindo, também, custos operacionais e procurando, sempre, melhorar a qualidade. Além disso, visa propiciar o desenvolvimento das pessoas, com o aprendizado de novos conceitos. Geralmente, em sua aplicação, utiliza-se um método totalmente participativo, com atuação ativa das pessoas da empresa, sendo um processo de construção em conjunto.

É importante ressaltar que o *Kaizen* deve contar com um ambiente organizacional propício para sua implementação, contando com um direcionamento estratégico de gestão do processo de melhoria, uma cultura organizacional coerente com o espírito da melhoria contínua, comprometimento da alta gerência, planejamento e estabelecimento de objetivos claros (BESSANT *et al.*, 1994; IMAI, 1994).

### 2.3.2. *Kanban*

*Kanban* é um termo japonês que significa cartão ou placa visível. O sistema *Kanban* é uma ferramenta desenvolvida dentro do Sistema Toyota de Produção que vem a ser uma técnica de gestão de materiais e de produção no momento exato, sendo controlado através do movimento de cartão. Em administração da produção significa um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção ou transportes em uma indústria. O cartão pode ser substituído por outro sistema de sinalização, como luzes, caixas vazias e até locais vazios demarcados (RIBEIRO, 1989; PACE, 2003).

Esse sistema controla a produção de toda a fábrica, isto é, dá autorizações de produção, de transporte e informa a localização de componentes através dos cartões. O princípio do *Kanban* é limitar a quantidade de estoque em processo através de um número determinado de cartões. Só se produzem ou se retiram peças de um processo, ou estoque, caso tenham-se cartões correspondentes a elas, e na quantidade fixada de cartões (GAURY *et al.*, 2000).

Segundo Moura (1989), é um sistema manual de administração de matérias e controle da produção que permite visualizar tudo o que está ocorrendo na produção, assegurando a existência de peças suficientes disponíveis para a formação do produto numa base horária ou diária, e a produção/fabricação de peças ou componentes que devem ser usados pela próxima etapa da produção. A produção só opera quando o processo seguinte usar todo o seu suprimento de peças disponíveis.

*Kanban* é considerado um método que tem por premissa puxar as necessidades de produtos acabados e, portanto, é o oposto dos sistemas de produção tradicionais que adotam o método de empurrar. É um sistema simples de auto-controle a nível de fábrica, independente de gestões paralelas e controles computacionais (MOURA, 1989).

Esta ferramenta, de forma resumida, pode ser definida como um método de informação desenvolvido para coordenar os vários departamentos de processos interligados à empresa. A metodologia empregada no *Kanban* age reduzindo o tempo de espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo uniforme e ininterrupto. Dessa maneira, atinge o seu objetivo primordial: conversão de matérias-primas em produtos acabados, com tempos de espera iguais aos tempos de processamento,

eliminando todo o tempo em fila do material e todo o estoque parado em qualquer parte do processo (MOURA, 1989).

Moura (1989) levanta as principais funções do *Kanban*: aciona o processo de fabricação, apenas quando necessário; não permite a produção para estoque com previsões futuras; paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados; permite o controle visual do andamento do processo; é acionado pelo próprio operador; é uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço; é uma ferramenta para evitar o excesso ou a falta de produção/entrega de peças; é uma ferramenta para controlar o inventário; é uma ferramenta para descobrir e amplificar as fraquezas dos processos; produção de peças com base em lotes pequenos; entrega de peças de acordo com o consumo; identificação de peças.

De acordo com Gaury *et al.*, (2000) as principais vantagens associadas a sua utilização são: eliminação do estoque de material em processo; os setores produtivos são melhores aproveitados, resultando numa maior capacidade total das linhas produtivas, ou seja, num aumento da produtividade; os tempos de obtenção (*lead time*) são reduzidos, quer em nível de itens individuais quer em termos de produto final, portanto, é possível antecipar os prazos de entrega; como trabalha em um sistema de produção “puxada” o nível de existência de produtos finais poderá ser reduzido, ou até mesmo deixar de existir; melhor administração dos estoques intermediários, ou em processos, e finais; menor ocupação de espaço, até a extinção, para estoques intermediários e diminuição das áreas de almoxarifado e armazenagem na expedição.

Nesse sentido, o sistema permite uma identificação rápida das flutuações da demanda e proporciona uma resposta imediata, graças à sua adaptabilidade. Geralmente o método *Kanban* é utilizado nas empresas através de um esquema composto por retângulos de papel colorido colocados em envelopes de vinil, sempre em um local visível a todos os envolvidos. Usualmente existem dois diferentes tipos de cartões: o *Kanban* de requisição detalha a quantidade que o processo subsequente deve retirar nos setores de abastecimento, enquanto o *Kanban* de ordem de produção determina a quantidade que o processo precedente deve produzir. É um sinal que autoriza a produção da quantidade de um item. Dessa forma, estes cartões irão circular entre os setores de produção e abastecimento da empresa, fornecendo informações de retirada de peças e produção, gerando assim uma interação entre as operações produtivas.

O dimensionamento do *Kanban*, segundo Monden (1983), para a determinação do número de *Kanbans*, são considerados os fatores: da demanda diária prevista, do *lead time*, do coeficiente de segurança do estoque e da capacidade do contenedor. O cálculo do *Kanban* é dado pela Equação 1.

$$N = \left[ \frac{D}{Q} \cdot T_{prod} \cdot (1 + S) \right] + \left[ \frac{D}{Q} \cdot T_{mov} \cdot (1 + S) \right] \quad (1)$$



Onde:

N = Número total de cartões;

D = Demanda média diária do item;

Q = Tamanho do lote para contenedor;

$T_{prod}$  = Tempo total para um cartão completar um ciclo produtivo, inclusive *setup*, em %;

$T_{mov}$  = Tempo total para um cartão *Kanban* de movimentação completar um circuito, entre supermercado do produtor e do consumidor, em %;

S = Fator de segurança, em %.

### 2.3.3. Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

O Fluxo de Valor é toda a ação, que agrega valor ou não, necessária para trazer um produto por todas as etapas essenciais à sua transformação. Mapear o Fluxo de Valor é acompanhar a trajetória da produção de um produto desde o início até o final fazendo uma representação visual do fluxo de material e de informação (COSTA, 2006).

O objetivo principal da ferramenta de MFV é permitir às empresas uma visualização clara dos processos de manufatura e de alguns de seus desperdícios, bem como diretrizes eficazes de análise que auxiliem no projeto de otimização do fluxo e eliminação de desperdícios, direcionando as melhorias no fluxo que efetivamente contribuem para um salto no seu desempenho. Esta é uma importante ferramenta, amplamente usada no processo de desenvolvimento do sistemas de produção enxuta, que foi introduzido por Rother e Shook (2003).

Resumidamente, esta é uma ferramenta de modelagem de empresas com um procedimento para construção de cenários de manufatura. O MFV concentra-se nas questões relativas à redução do *lead time* dos sistemas, tomando questões como redução de estoque e eliminação de desperdícios (CASIOLLI e PERLATTO, 2008).

De acordo com Rother e Shook (2003) o MFV usa segundos como a unidade de medida para o tempo de ciclo, o *takt time* e o tempo de trabalho disponível:

- Tempo de Ciclo (T/C): é a frequência com que uma peça ou produto é realmente completada em um processo, cronometrada como observado. Também, o tempo que um operador leva para percorrer todos os seus elementos de trabalho antes de repeti-los;
- Tempo de Agregação de Valor (TAV): tempo dos elementos do trabalho que efetivamente transformem o produto de uma maneira que o cliente esteja disposto a pagar;
- *Lead Time* (L/T): o tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de um processo ou um fluxo de valor, desde o começo até o fim. Visualize cronometrar uma peça marcada que se move do início até o fim.

Normalmente,  $TAV < T/C < L/T$ .

Para Rother e Shook (2003), *takt time* é a frequência com que uma peça ou produto deve ser produzido, baseado no ritmo de vendas, para atender a demanda dos clientes. Esse tempo é o número que informa o ritmo em que cada processo deveria estar produzindo e ajuda a enxergar o que está acontecendo na produção e o que precisa ser feito para melhorar.

O objetivo do *takt time* é alinhar a produção à demanda, com precisão, fornecendo um ritmo ao sistema de produção. Por exemplo, se uma fábrica opera 480 minutos por dia e a demanda do cliente é de 240 unidades diárias, o *takt time* é de dois minutos. Do mesmo modo, se os clientes desejam dois novos produtos por mês, o *takt time* é de duas semanas. O cálculo do *takt time* é dado pela Equação 2.

$$takt\ time = \frac{\text{Tempo de produção disponível por dia}}{\text{Demanda do cliente por dia}} \quad (2)$$

Uma das vantagens defendidas por Rother e Shook (2003) é que o MFV reúne várias técnicas enxutas em torno de uma linguagem comum e, por isso, evita que a implantação da manufatura enxuta ocorra por meio de ferramentas isoladas que, sozinhas, têm um potencial limitado de melhoria do fluxo de valor.

Rother e Shook (2003) apontam as principais vantagens do MFV:

- a) ajuda a visualizar mais do que os processos individuais. Possibilita enxergar o fluxo;
- b) ajuda a identificar os desperdícios e suas fontes dentro do fluxo;
- c) fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura, sendo entendido por todos (utiliza ícones padronizados de fácil compreensão);
- d) torna as decisões sobre o fluxo visíveis e passíveis de discussão;
- e) junta conceitos e técnicas enxutas, propiciando a sua implantação de forma estruturada e integrada e não de forma isolada;
- f) forma uma base para o plano de implantação da Mentalidade Enxuta, sendo comparado a uma planta no processo de construção de uma casa;
- g) evidencia a relação entre o fluxo de informação e o fluxo material;
- h) é uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

A aplicação da metodologia de MFV consiste basicamente *i)* na construção de um mapa da situação atual da produção em termos dos fluxos de materiais e informações envolvidos na

mesma, denominado de “Mapa do Estado Atual”; *ii*) na projeção de como a unidade produtiva deveria operar em termos do fluxo de valor e do fluxo total de porta a porta, denominado de “Mapa do Estado Futuro”; e *iii*) na elaboração de um plano, denominado de “Plano do Fluxo de Valor” que viabilize a implementação da situação futura projetada (ROTHER e SHOOK, 2003).

O processo de elaboração do Mapa do Estado Atual é constituído por alguns estágios que precedem a confecção do desenho em si: *i*) designação de um gerente de fluxo de valor, *ii*) rápida caminhada pelo chão-de-fábrica para obter uma compreensão do fluxo e da sequência dos processos e assim entender o todo; e *iii*) estabelecimento de alguns limites que irão delimitar o mapeamento (ROTHER e SHOOK, 2003).

Os passos a serem seguidos, adaptado de Rother e Shook (2003), para a confecção do desenho do Mapa do Estado Atual propriamente dito são apresentados a seguir:

- 1º. Representar o cliente com suas respectivas demandas na ponta superior esquerda da folha.
  - 2º. Desenhar o Fluxo de Material ou Produto Físico em termos dos tipos básicos de processos de produção – e não em termos das etapas individuais de processamento - desde o fornecimento de material à entrega ao cliente. O desenho deve ser construído enquanto se caminha pelo chão-de-fábrica e da esquerda para a direita.
- Os tipos básicos de processos de produção são identificados pela característica de contemplarem etapas de processamento as quais possuem um fluxo de material contínuo entre si – ao menos idealmente – mesmo que haja estoque em processo não parado entre elas.
- 3º. Coletar os dados relativos a cada processo básico de produção (os dados típicos de processo são Tempo de Ciclo-T/C, Tempo de Troca - TR, Disponibilidade Real da Máquina, Tamanho dos Lotes de Produção - TPT, Número de Operadores, Número de variações do Produto, Tamanho da Embalagem, Tempo de Trabalho e Taxa de Refugo).
  - 4º. Representar o movimento dos produtos acabados até o cliente.
  - 5º. Desenhar os estoques presentes entre os processos em termos de tempo e/ou quantidades.

6°. Representar o fornecedor na ponta superior direita da folha.

7°. Representar o movimento das matérias-primas até a empresa.

8°. Desenhar o Fluxo de Informação, que deve responder como cada processo é informado sobre o que, quanto e quando produzir para a fabricação em cada processo, incluindo os processos de programação “informais” do tipo “vá ver”. O desenho deve ser feito da direita para a esquerda.

9°. Desenhar a linha do tempo ou barras de *lead time* com o respectivo *lead time*, e tempo de agregação de valor (TAV), de cada processo e de cada ponto de estocagem.

Após o Mapa do Estado Atual ter sido construído pode-se dar início à projeção do Mapa do Estado Futuro, objetivando construir uma cadeia de produção onde os processos individuais são articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo ou puxada, e cada processo deve aproximar o máximo possível em produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam (ROTHER e SHOOK, 2003).

Os passos a serem seguidos, segundo Rother e Shook (2003), para se projetar um estado futuro, são apresentados a seguir.

1°. Produzir de acordo com o *takt time*;

2°. Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível;

3°. Usar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos fluxo acima;

4°. Tentar enviar a programação do cliente para somente um processo de produção;

5°. Distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador (nivele o *mix* de produção);

6°. Criar uma “puxada inicial” com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador (nivelamento do volume de produção);

7°. Desenvolver a habilidade de fazer “toda peça todo dia” (depois a cada turno, a cada hora ou palete ou *picth*) nos processos de fabricação anteriores ao processo puxador.

O Plano do Fluxo de Valor poderá ser facilmente elaborado com a conclusão dos passos anteriores. É importante saber que o plano, e conseqüentemente o fluxo de valor projetado no mapa futuro, poderá sofrer revisões e mudar de acordo com a avaliação de progresso que deve ser realizada para cada objetivo estabelecido.

#### **2.3.4. Gerenciamento Visual**

Gerenciamento visual é a forma de introduzir o princípio da transparência na gestão da produção. Santos (1999) define transparência como a habilidade de uma atividade de produção em comunicar-se com as pessoas. A acessibilidade de informação é a característica distintiva da transparência, a qual implica em uma rede de informações que independe da estrutura hierárquica. Dessa forma, busca-se tornar o processo visível e compreensível a todos os usuários do início ao fim. Idealmente, um processo alcança a excelência em termos de transparência quando qualquer pessoa, com ou sem conhecimento técnico, entende sozinho o fluxo do processo.

Segundo Galsworth (1997), um sistema visual pode ser entendido como um grupo de dispositivos visuais intencionalmente projetados para compartilhar informações que interligam a necessidade de uma atividade com as informações necessárias para sua realização. Segundo Greif (1991), quando a realidade da produção não é visível, a empresa torna-se entediante, tanto para visitantes quanto para os funcionários. É preciso que qualquer anormalidade e tipos de desperdício possam ser imediatamente reconhecidos com um simples olhar.

No Sistema de Produção Enxuta, é vital que cada processo seja atendido sempre que solicitado, evitando assim que toda a cadeia produtiva seja interrompida de forma inesperada. Para atingir com sucesso aos prazos de atendimento sem ser prejudicada com a redução dos estoques, o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento visual torna-se essencial.

Para Imai (1996) a gerência visual dentro de uma empresa deve abranger os 5 “M”: Mão-de-obra, Máquina, Material, Método e Medição, onde qualquer anormalidade relacionada a esses itens deve ser apresentada visualmente.

- *Mão-de-obra*: Através de gráficos que são atualizados diariamente pelos próprios trabalhadores referentes a absenteísmo e participação nos Círculos de Qualidade e através de uma folha onde é anotada a versatilidade de todos os trabalhadores do setor;
- *Máquinas*: Através da automação e sistemas *poka-yoke*, que interrompem o processo produtivo assim que alguma anomalia acontece, indicando o problema através da utilização de *andon* (lâmpadas de sinalização), além de indicadores de níveis de lubrificação, frequência de troca, tipo de lubrificante e outros;
- *Material*: Utilização de *kanban* para indicar o fluxo de materiais e se a quantidade em estoque é coerente com o programado; identificação de todos os locais reservados para o armazenamento de materiais;
- *Métodos*: Através de folhas que ficam fixadas em todos os postos de trabalho, indicando a correta maneira de se executar determinado processo, identificando pontos de verificação da qualidade e o que fazer quando ocorrer variações;
- *Medições*: Com o uso de etiquetas que mostram todas as datas de validade dos equipamentos que necessitam com frequência passar por um processo de calibração (torquímetros, paquímetros etc).

O objetivo dessa ferramenta é a padronização das áreas de trabalho, procurando transmitir informações rápidas, simples e claras. Dessa forma, o gerenciamento visual torna aparente o que está oculto. Tudo o que pode ser coletivizado é assim realizado pelas técnicas do gerenciamento visual: quantidades de estoques em processo, índices de qualidade, paradas de linhas de produção, interrupções de máquinas e padronização de trabalhos (CIOSAKI, 1999).

Greif (1991) aponta algumas vantagens relacionadas à transparência: melhorias nos contatos ao longo de níveis hierárquicos diferentes; simplificação das decisões; contribuição para a participação e autonomia dos funcionários; distribuição mais efetiva de responsabilidades;

simplificação dos sistemas de controle de produção; visibilidade e resposta rápida aos problemas.

Galsworth (1997) também destaca que a transparência tem um papel importante como estratégia de *marketing*, já que os clientes, em visita a uma planta industrial altamente transparente, têm a sensação de organização e segurança. Isto pode contribuir para melhorar a imagem da empresa no mercado ao mostrar como o nível operacional é organizado.

### **2.3.5. Método 5S**

O método 5S foi a base de implementação da Qualidade Total nas empresas, e também deve ser considerado como a base para a sustentação da Manufatura Enxuta. É uma prática que foca na ação contínua em termos de organização, arrumação, limpeza, padronização e auto-disciplina, como forma de mudar a maneira como as pessoas encaram seu trabalho e como o fazem, visando o desenvolvimento de processos e produtos melhores (OSADA, 1992). Com isso, o ambiente de trabalho se torna mais transparente, facilitando a análise dos problemas (GALSWORTH, 1997).

Com a implantação do 5S existe uma facilidade na implementação de técnicas de controle e aumento da produtividade (WOMACK e JONES, 1998). Outra vantagem do 5S, segundo Imai (1996), é evitar que um local de trabalho se torne sujo e desordenado, o que induziria a movimentos desnecessários e, conseqüentemente, perdas no processo produtivo.

A limpeza e organização do trabalho contribuem para um ambiente de trabalho apto para o gerenciamento visual de todo o processo, principalmente do controle de qualidade, e para a produção *lean* (ARAÚJO, 2004). De acordo com Araújo (2004), os 5S descrevem as práticas para a organização deste ambiente de trabalho:

- 1) *Seiri*: separação dos itens necessários dos desnecessários. Os itens não utilizados com frequência devem ser retirados, pois atrapalham o trabalho rotineiro;
- 2) *Seiton*: organização dos itens restantes. Cada item deve ter o seu lugar, pois cada um deve estar em sua respectiva área de trabalho;

- 3) *Seiso*: limpeza de toda a área de trabalho. Nada deve estar fora do seu devido lugar ao final de cada turno;
- 4) *Seiketsu*: padronização resultante dos três primeiros Ss relacionado à disciplina gerencial para institucionalizar as ações anteriores;
- 5) *Shitsuke*: disciplina para que os demais Ss sejam mantidos. É necessário frisar a importância da manutenção do sistema.

O sistema dos 5S vem sendo implantado em muitas empresas porque aborda a questão sobre a melhoria da qualidade de maneira simples. Araújo (2004) afirma que cerca de 25% a 30% dos defeitos de qualidade ocorrem pois a maioria das pessoas não enfatizam a importância da segurança, ordem e limpeza do local de trabalho.

### **2.3.6. Manutenção Produtiva Total (MPT)**

Suzuki (1998), define o MPT como “um processo gerencial que revitaliza o ambiente de trabalho, integra as funções do homem e da máquina, assegura a qualidade do produto e reduz a zero as perdas no processo, aumentando a lucratividade da empresa”. A MPT significa a integração da manutenção com a produção, pelo envolvimento dos operadores nas atividades de limpeza, conservação e manutenção das máquinas que operam.

MPT é uma filosofia de organização que integra todos os funcionários da empresa, destacadamente as equipes de manutenção e produção, na execução de serviços de manutenção. Para Takahashi & Osada (1993), “a MPT está entre os métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento, coerente com as mudanças aceleradas da sociedade contemporânea”. Perez-Lafont (1997), destaca o MPT como uma poderosa técnica para melhoria da produtividade, qualidade e desempenho da manutenção.

De acordo com Antunes (1998), a MPT tem diversos objetivos: a maximização do rendimento global dos equipamentos; desenvolvimento de um sistema de manutenção que leve em consideração toda a vida útil destes; o envolvimento de todos os departamentos (planejamento, projeto, utilização e manutenção) na sua implantação; o envolvimento de

todos os empregados – desde a alta gerência até os operadores de chão de fábrica, e ainda, tornar a MPT um movimento visando à motivação gerencial, através do desenvolvimento de atividades autônomas de melhorias implementadas por pequenos grupos a fim de que as máquinas e equipamentos tenham um elevado grau de confiabilidade, garantindo a previsibilidade produtiva.

Conforme Antunes (1998), ao reduzirem-se as paradas por falhas das máquinas, melhoram-se a sincronização da produção e a aderência aos padrões operacionais estabelecidos. Para Maggard e Rhyne (1992), uma das chaves do sucesso da MPT é a execução da manutenção preventiva básica e rotineira pelos operadores (por exemplo, limpeza, lubrificação, ajustes, troca de componentes simples). Já os especialistas em manutenção devem executar somente as atividades que necessitam de habilidades específicas. Com os operadores atuando na manutenção das máquinas, há diminuição no número de paradas de máquinas e impede-se que estas sejam repentinas, ou seja, não programadas, na medida em que os funcionários têm a capacidade de detectar os problemas nos estágios iniciais, portanto, de forma preventiva (ANTUNES, 1998).

A formação de equipes de trabalho é fundamental na introdução do MPT. Essas equipes de trabalho devem envolver pessoal de manutenção, produção e engenharia, com o objetivo de melhorar a eficiência dos equipamentos por meio de um bom canal de comunicação na resolução dos atuais problemas e prevenção de futuros (SWANSON, 2001).

### **2.3.7. Mudança do *layout***

A busca pelo fluxo contínuo e unitário de peças é uma das metas fundamentais da PE, contudo, isso implica em aumentar a frequência dos transportes, o que é considerado uma perda para o sistema. Dessa forma, uma das estratégias para reduzir esse tipo de perda consiste na adequação e melhoria do *layout* da planta, de maneira que pouco ou nenhum transporte seja necessário (SHINGO, 1996; GHINATO, 2000). Segundo Shingo (1996) o *layout* do setor produtivo é responsável por grande parte dos desperdícios identificados pela filosofia da PE. Os tipos de desperdícios diretamente relacionados à má disposição dos meios de produção são o transporte, a movimentação nas operações e os estoques.

Dessa forma, o principal motivo para o planejamento do *layout* do setor produtivo é o interesse em reduzir os custos de movimentação e facilitar o gerenciamento do processo. Segundo Shingo (1996), a eliminação de estoques pode reduzir os custos de mão de obra em aproximadamente 40%.

De acordo Slack *et al.*, (1999) existem quatro tipos de *layout*: *layout* posicional, *layout* por processo, *layout* por produto e *layout* celular. Segue uma explicação de cada tipo de *layout*:

- a) *Layout* posicional: é utilizado quando os materiais transformados são ou muito grandes, ou muito delicados, ou objetariam ser movidos;
- b) *Layout* por processo: neste tipo de arranjo físico todos os recursos similares de operação são mantidos juntos. Este tipo de *layout* é normalmente usado quando a variedade de produtos é relativamente grande. Este tipo de *layout* é conhecido também como *layout* funcional;
- c) *Layout* por produto: neste os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica para melhor conveniência do produto ou do tipo de produto. Este tipo de arranjo físico é também conhecido como *layout* em linha;
- d) *Layout* celular: neste tipo de *layout* os recursos necessários para uma classe particular de produtos são agrupados de alguma forma. Nesse arranjo físico as máquinas são dedicadas a um grupo exclusivo de peças.

Ghinato (2000) afirma que para imprimir um fluxo contínuo de produção, normalmente, os tradicionais *layouts* funcionais (ou *layouts* por processos) são transformados em células de manufatura, compostas pelos diversos processos necessários à fabricação de determinada família de produtos. Isso se deve ao fato de que, em comparação aos outros tipos de arranjos físicos, aqueles que seguem os princípios da manufatura celular conseguem trazer os maiores benefícios em termos de redução do transporte, flexibilidade e redução do *lead time*, de modo a obter o máximo de eficácia dos recursos disponíveis.

Segundo Silva (2009) o *layout* é uma das peças chaves no processo de projeto e implantação do Sistema de Produção Enxuta. A disposição física dos equipamentos está relacionada diretamente a três desperdícios:

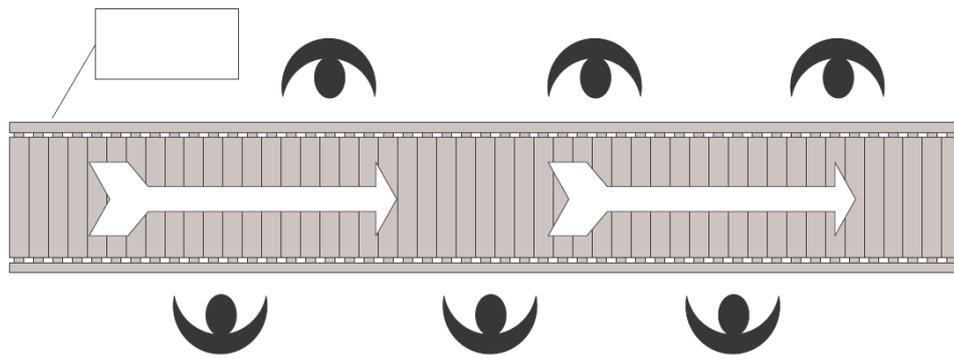
- Transporte excessivo;
- Movimentação desnecessária;
- Estoques.

As decisões de arranjo físico são muito importantes, pois podem refletir diretamente no desempenho da empresa e na satisfação do cliente (SLACK *et al.*, 1999).

### **2.3.8. Balanceamento de linha**

Uma linha de montagem pode ser definida como um conjunto finito de elementos de trabalho ou tarefas, cada uma tendo um tempo de processamento de operação e um conjunto de relações de precedência que especificam a ordem permitida das tarefas. O problema fundamental de uma linha de montagem é conhecido na literatura pela sigla ALBP (*assembly line balancing problem*), que consiste em atribuir as tarefas a um número ordenado de estações de trabalho, de tal forma que as restrições de precedência entre as tarefas sejam respeitadas e alguma medida de eficiência (por exemplo, minimização do número de estações de trabalho, dentre outras) seja otimizada (FERNANDES *et al.* 2008).

Segundo Fernandes e Morábito (1993), uma linha está idealmente balanceada quando o tempo de ciclo for igual a todos os tempos que o produto gasta em cada uma das estações. Isso minimiza o tempo ocioso de mão-de-obra e de equipamentos. Como se pode observar na Figura 1, em uma linha de produção, o trabalho “escorre” de uma estação para outra.



**Figura 1:** Fluxo de operações em uma linha de produção.

Fonte: AGUIAR *et al.*, 2007.

O tempo de execução da tarefa destinada a cada um dos operadores em seus centros de trabalho deve ser o mesmo, ou o mais próximo possível, para que não exista atraso das demais atividades. As linhas com um bom nível de balanceamento apresentam um fluxo suave e contínuo de trabalho, porque todos os operadores trabalham no mesmo ritmo, obtendo-se um maior grau de aproveitamento possível da mão-de-obra e dos equipamentos.

A principal dificuldade em balancear a linha de produção está em combinar as tarefas individuais de processamento e montagem para que o tempo total exigido em cada estação de trabalho seja aproximadamente o mesmo. Se os elementos de trabalho podem ser agrupados de modo a que todos os tempos em cada estação sejam exatamente iguais, ter-se-á o caso de um balanceamento perfeito da linha, e conseqüentemente a produção será suave. Entretanto, na maioria das situações práticas é muito difícil alcançar um balanceamento perfeito. Quando os tempos das estações de trabalho são diferentes, a estação mais lenta determina a taxa de produção global da linha (FERREIRA e ANDRIOLLI, [s.d.]).

De acordo com Aguiar *et al.* (2007), quando uma tarefa tem seu tempo de execução significativamente maior ou menor que o tempo médio de execução das demais tarefas da linha de montagem, a linha fica desbalanceada, podendo-se observar uma das seguintes situações:

- O operador mais carregado de trabalho tenta compensar a desvantagem, trabalhando em ritmo acelerado. Isso pode gerar problemas de fadiga e doenças no trabalho;

- São alocados os operadores mais ágeis e velozes para os postos de trabalho mais difíceis, o que pode gerar afastamento do funcionário por problemas de saúde relacionados à intensidade exagerada de trabalho;
- A soma do tempo ocioso dos operadores envolvidos com tarefas de menor duração eleva os custos produtivos, já que não há aproveitamento completo da mão-de-obra disponível;
- A velocidade da linha de produção se limita à velocidade da operação mais lenta, que possui maior tempo de duração, ou seja, a linha de produção fica subordinada à operação de “gargalo” produtivo.

O mesmo autor sugere um conjunto de oito procedimentos para a realização do balanceamento em uma linha de produção:

- 1) Dividir as operações de trabalho em elementos de trabalho que possam ser executados de modo independente;
- 2) Levantar o tempo padrão para cada um dos elementos de trabalho, por meio de criteriosa cronoanálise;
- 3) Definir a sequência de tarefas adequadas;
- 4) Desenhar um diagrama de procedências;
- 5) Calcular o tempo de duração do ciclo e determinar o número mínimo de estações de trabalho;
- 6) Atribuir as tarefas às estações de trabalho, seguindo a ordem natural de montagem;
- 7) Verificar se não existe outra forma mais adequada de balanceamento, buscando deixar a mesma quantidade de tempo ocioso em cada estação de trabalho;

- 8) Calcular o percentual de tempo ocioso e o índice de eficiência para a linha de produção.

Os principais indicadores do desempenho de uma linha de produção são o tempo de ciclo, a capacidade de produção, o nível de produção, o número de estações de trabalho, o índice de ociosidade e o grau de utilização (AGUIAR, 2007).

### **2.3.9. Heijunka box**

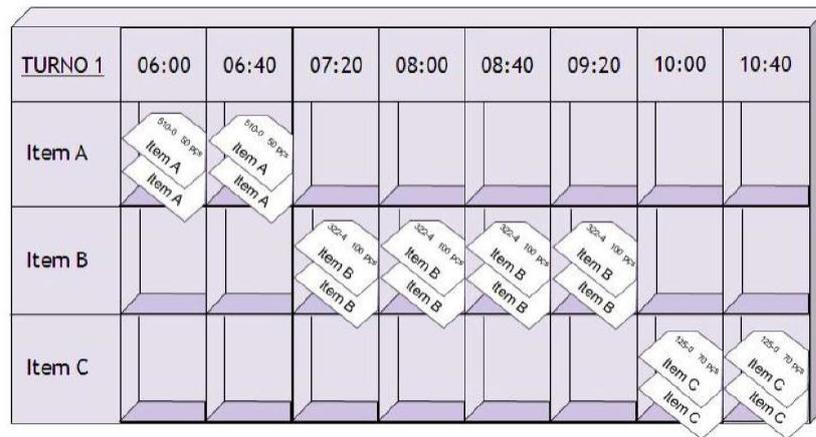
O conceito de *heijunka box* surgiu na Toyota e sua primeira aplicação ocorreu no setor de manutenção a fim de criar uma gestão visual do trabalho que deveria ser realizado e disciplinar o ritmo de trabalho. A partir desta primeira aplicação, foram criados os quadros para acompanhamento de produção.

O *heijunka box* é uma ferramenta de gerenciamento visual e melhoria contínua de processo. O quadro (também conhecido por *heijunka box*) auxilia os operadores a fazerem a programação de produção, através do controle dos estoques de peças prontas. Além da quantidade a ser produzida, é função do quadro, também, indicar o ritmo e horários em que devem ser feitos os vários produtos pela linha (TARDIN, 2001)

Sugundo Ghinato (2000), *heijunka* é a criação de uma programação nivelada através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo e do nivelamento das variações diárias de todos os pedidos para atender à demanda no longo prazo – é o nivelamento das quantidades e tipos de produto.

Tardin (2001) afirma que “os *heijunka box* são complementares ao sistema *kanban*, pois além de mostrarem a situação de estoque dos itens através dos cartões *kanban* ele também mostra o ritmo com que a produção deve seguir”.

A Figura 2 mostra um modelo típico de quadro de nivelamento da produção, onde os cartões *kanban* são posicionados nos espaços de tempos disponíveis (ARAUJO, 2009). Nesse modelo, cada linha horizontal apresenta um tipo de produto e cada linha vertical representa intervalos de tempo onde serão programados os cartões *kanban*.



**Figura 2:** Modelo de quadro de nivelamento da produção

Fonte: STEFANELLI (2010).

Cada espaço do quadro representa um *pitch* de produção, que é calculada pela multiplicação entre *takt time* e a quantidade de peças por embalagem. No exemplo da Figura 2, um produto com *pitch* de 10 minutos, deverá ser programado com quatro cartões por intervalo de tempo do quadro (STEFANELLI, 2010).

### 2.3.10. Setup

A ferramenta *setup* é considerada um dos alicerces de uma produção caracterizada como enxuta. A redução do tempo de *setup* tem como objetivo minimizar o tempo ocioso e os desperdícios, a fim de elevar a produtividade para reduzir os custos de uma determinada operação. Em conjunto com a diminuição dos lotes de produção, a redução do tempo de *setup* vai ao encontro do que há de mais moderno com relação às tecnologias de produção. E mais, tanto quanto os investimentos em tecnologia, este é um caminho fundamental para a manutenção da competitividade das organizações (GOLDACKER e OLIVEIRA, 2008).

O tempo de *setup* pode ser definido como o tempo que decorre desde a saída da última peça boa da produção do lote anterior até a primeira peça boa do lote seguinte. O termo *setup* é amplamente utilizado para definir o tempo que uma máquina fica parada para a realização de uma troca. Dessa maneira, pode-se conceituá-lo como sendo o tempo decorrente desde o momento em que a máquina interrompe sua produção anterior até o início da produção subsequente, com qualidade apropriada, incluindo o tempo consumido para liberações e ajustes necessários durante a troca (BLACK, 1998).

O principal objetivo do *setup* é reduzir os tempos de parada das máquinas, de forma que a eficiência destas possa ser aumentada. Com isto, é possível que lotes menores sejam produzidos, pois o aumento no número de trocas nas máquinas será compensado pela considerável redução do tempo médio gasto em cada troca. Dessa maneira, como o *setup* possibilita a produção econômica em pequenos lotes, as fábricas respondem mais rapidamente a variação da demanda de mercado (BLACK, 1998; SHINGO, 2000).

Com a utilização da troca rápida de ferramentas as empresa detem maior flexibilidade em relação à introdução de modificações e alterações radicais na estrutura dos produtos. Também se diminuem consideravelmente os tempos de processamento dos produtos (SHINGO, 1996).

Segundo Shingo (1996), as atividades de *setup* interno são aquelas que podem ser executadas somente quando a máquina estiver parada, como, por exemplo, a fixação e remoção de matrizes. As atividades externas são operações que devem ser concluídas enquanto a máquina está funcionando, como, por exemplo, o transporte de matrizes. Monden (1998) ressalta que nenhuma atividade que possa ser feita com a máquina funcionando deve ser feita com a máquina parada.

#### **2.4. Recomendações para empresas de pequeno porte**

Segundo Nazareno (2003), no cenário da manufatura no Brasil, o avanço das aplicações de técnicas e ferramentas do sistema de PE tem alavancado a flexibilidade e qualidade, principalmente nas indústrias automobilísticas de grande porte. No entanto, Womack e Jones (1996) vêm enfatizando a importância de se explorar também outros exemplos de organizações na paisagem industrial: “Pequenas empresas para completar gigantes famosas, produtoras de baixo volume para contrastar com fabricantes de automóveis de alto volume e empresas *high-tech* para comparar com aquelas tecnologias maduras”.

De acordo com Gambi *et al.* (2011), para a implementação da PE em ambientes diferentes daqueles para os quais ela foi inicialmente desenvolvida é fundamental ter um bom entendimento de seus conceitos e práticas adaptando-os ao contexto em que as empresas estão inseridas. Outro fator determinante para o sucesso dessas iniciativas é a integração entre os aspectos técnicos de aplicação das ferramentas e os aspectos sociais que exigem uma

mudança cultural voltada para melhoria contínua e eliminação de desperdícios. A alta direção deve estar envolvida em todo esse processo, apoiando e desafiando os colaboradores a melhorarem continuamente. Esse aspecto é decisivo para o sucesso de qualquer iniciativa de melhoria que as empresas tenham a intenção de adotar (GAMBI, *et al.*, 2011).

Segundo Bardal *et al.* [s.d.], para o pequeno empresário pode parecer um sistema complicado. Entretanto, no dia a dia, a preocupação com a busca do desperdício zero deverá estar sempre presente. Verificar se os estoques estão altos, se ocorrem muitas paradas desnecessárias, se o fluxo de sua produção está coerente, se seu pessoal está qualificado. Com estas pequenas providencias já estará iniciado o processo da produção enxuta. O autor reforça que analisar criticamente o processo de produção e gradativamente implantar todas as etapas da produção enxuta, certamente trará benefícios que serão evidentes e construirão a base sólida e sustentável necessária para o crescimento.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1. Caracterização da empresa

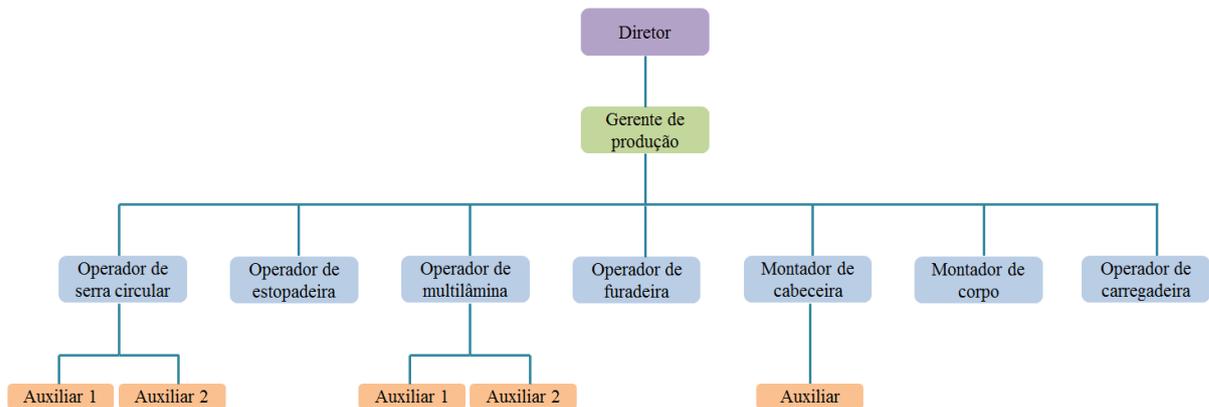
Este estudo foi realizado na serraria João David Ferro ME, localizada na cidade de Duartina, interior do estado de São Paulo, a 360 Km da capital. A serraria utiliza madeira de reflorestamento, *Pinus* sp, para a fabricação de caixas para transporte de frutas, tábuas serradas para palets, cavaco e pó de serra. É uma empresa de pequeno porte, voltada para o atendimento diferenciado aos seus clientes e que prioriza a qualidade de seus produtos.

A empresa foi fundada no ano de 2000 e inicialmente, era apenas revendedora, comprando dos fabricantes e revendendo para os produtores rurais. Após dois anos neste seguimento, adquiriu experiência e conhecimento no ramo e passou a fabricar também as caixas para transporte de frutas. Visando maximizar a utilização da matéria-prima, passou a produzir o cavaco e recolher o pó de serra. A fim de ampliar sua área de atuação no mercado, iniciou a fabricação de madeira serrada para confecção de palets. Entretanto, a principal linha de produção da serraria é a fabricação de caixas de madeira para a embalagem de frutas.

Os clientes das caixas são produtores rurais que possuem fazendas na Bahia (Região de Teixeira de Freitas) e interior de São Paulo (Região de Limeira) e que fornecem seus produtos principalmente para o ceasa de São Paulo e Rio de Janeiro. Na maioria das vezes estas caixas são retiradas diretamente na empresa e seguem para barracões dos produtores onde as frutas são acondicionadas.

A empresa possui 20 funcionários, distribuídos de acordo com o organograma da Figura 3. O diretor é responsável pelo planejamento, organização e controle das atividades da empresa, além de se responsabilizar pelo setor administrativo e planejamento e controle de produção (PCP). É o diretor quem analisa a necessidade de investimentos em novos equipamentos e maquinários e acompanha e avalia os resultados da produção. O gerente de produção assume as responsabilidades com o processo e sua equipe e auxilia o diretor da empresa na programação da produção, previsão de pessoal, manutenção de equipamentos, controle de qualidade e controle de estoques, fazendo sempre a interface com outros setores. O gerente de produção coordena as atividades dos operadores das máquinas e dos montadores. Os

auxiliares de produção são responsáveis por transportar a matéria-prima e o produto acabado, abastecer as linhas de produção e auxiliar a produção no que for necessário. A contabilidade da empresa é terceirizada.



**Figura 3:** Organograma da empresa

### 3.2. Caracterização do processo produtivo

A programação da produção é realizada de acordo com o pedido do cliente, o qual o realiza de maneira informal. O cliente entra em contato diretamente com o diretor da empresa, via telefone, e realiza o pedido. O prazo de entrega do produto é de no mínimo dois dias, dependendo da quantidade de caixas requeridas e da quantidade de pedidos anteriores realizados por outros clientes.

A matéria-prima utilizada para a produção das caixas é a madeira de *Pinus* sp, a qual é fornecida por horto florestais e algumas fazendas da região. A aquisição da matéria-prima é realizada semanalmente; geralmente são comprados em média 150 metros por semana, variando de acordo com a previsão da programação. A programação da produção é realizada de maneira informal, a partir do último dia do encerramento da semana, considerando a quantidade dos pedidos realizados.

A Figura 4 ilustra o recebimento da matéria-prima, a qual primeiramente passa por um controle de qualidade visual, visando verificar se a largura está no padrão especificado pela empresa, que deve ter aproximadamente de 10 a 30 cm de diâmetro. Esse controle visual é

realizado antes do descarregamento e é feito pelo gerente de produção, e caso a matéria-prima esteja fora das especificações, a mesma é devolvida para o fornecedor.



**Figura 4:** Recebimento da matéria-prima

Após a aprovação do controle de qualidade visual é checada a quantidade de matéria-prima recebida. A madeira então segue para o local de armazenamento, onde é descarregada e separada em dois tipos: o tipo 1 corresponde às madeiras que possuem diâmetro acima de 15 cm (a Figura 5 ilustra o estoque da madeira tipo 1) e o tipo 2 às madeiras com diâmetro abaixo de 15 cm.

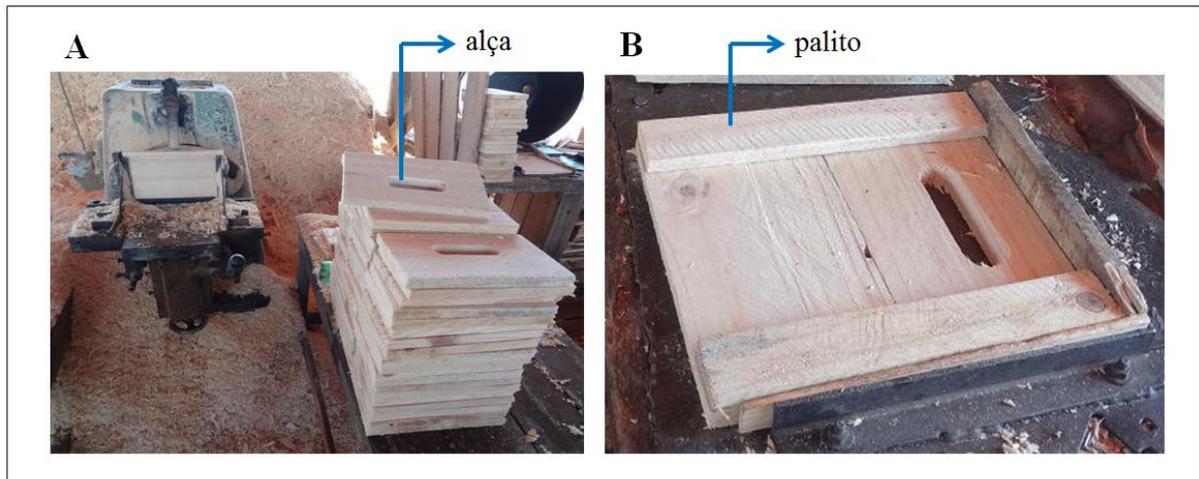
Para a formação da caixa, a produção é dividida em duas partes: com a madeira tipo 1 são formadas as cabeceiras das caixas e com a madeira tipo 2 são formados o fundo e as laterais da caixa. Depois de prontos, a cabeceira, o fundo e as laterais seguem para a montagem, resultando no produto final.



**Figura 5:** Estoque da madeira tipo 1

A produção da cabeceira da caixa é realizada em cinco etapas:

- Etapa 1: a madeira tipo 1 é serrada na serra circular quádrupla para a retirada das costaneiras, as quais são utilizadas posteriormente para a produção dos palitos;
- Etapa 2: a madeira passa na multilâmina para a formação das tábuas;
- Etapa 3: as tábuas seguem para a estopadeira para serem cortadas no comprimento necessário para a formação da cabeceira;
- Etapa 4: as tábuas já cortadas, passam na furadeira para o acabamento da cabeceira, formando as alças da caixa. A Figura 6-A ilustra as tábuas de madeiras com o acabamento das alças;
- Etapa 5: junta-se as tábuas provenientes da furadeira com os palitos, indicados na Figura 6-B.



**Figura 6:** Cabeceira. (A) Tábuas de madeira com o acabamento das alças. (B) Cabeceira semi-acabada.

As costaneiras resultantes da etapa 1 da produção da cabeceira são utilizadas para a produção dos palitos, a qual que é dividida em duas etapas:

- Etapa 1: as costaneiras são passadas na serra circular;
- Etapa 2: as tábuas resultantes da etapa 1 são cortadas na estopadeira, resultando nos palitos prontos.

A produção do fundo e das laterais da caixa são realizadas em três etapas:

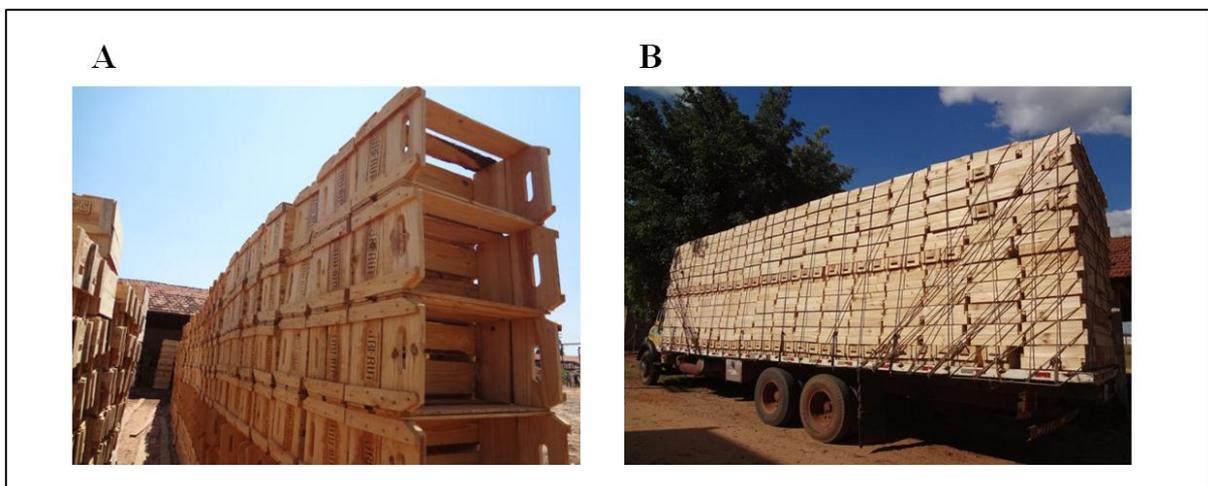
- Etapa 1: a madeira tipo 2 é serrada na serra circular quádrupla para a retirada das costaneiras;
- Etapa 2: a madeira passa na multilâmina para a formação das tábuas;
- Etapa 3: as tábuas seguem para a estopadeira para serem cortadas no comprimento necessário para a formação do fundo e das laterais da caixa.

Finalmente, a cabeceira, as laterais e o fundo prontos, seguem para a montagem do produto final, ilustrado na Figura 7.



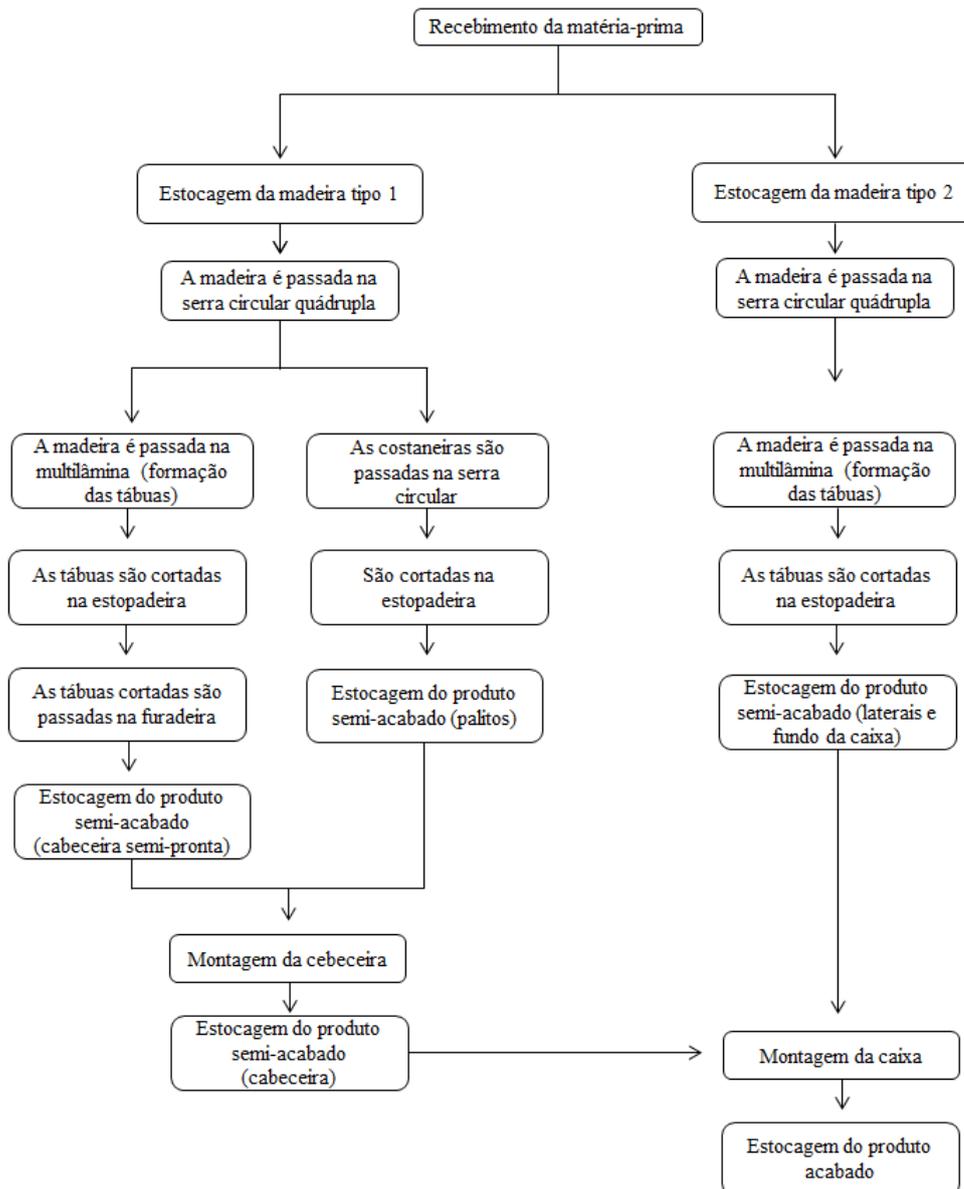
**Figura 7:** Caixa de madeira para embalagem de frutas

O controle de qualidade do produto pronto é realizado pelos montadores. Se for diagnosticado algum defeito, o próprio montador fica encarregado de realizar o retrabalho. A Figura 8-A indica o estoque das caixas prontas para a expedição, e a Figura 8-B como elas são transportadas até os clientes, utilizando um único tipo de modal, o rodoviário.



**Figura 8:** Caixas prontas. (A) Estoque das caixas prontas. (B) Caixas prontas para a entrega.

O diagrama do fluxo de materiais da produção das caixas encontra-se na Figura 9 e sintetiza todo o processo descrito até então, envolvendo desde o recebimento da matéria-prima até o produto final.



**Figura 9:** Diagrama do fluxo de materiais da serraria João David Ferro ME.

### 3.3. Mapa de Fluxo de Valor Atual e *Layout* Atual

A elaboração do Mapa de Fluxo de Valor atual foi realizada de acordo com Rother e Shook (2003). O mapeamento foi realizado conforme as informações do processo produtivo descritas anteriormente, no item 3.2. Para tanto, foi selecionada a linha de produção das caixas de madeira para embalagem de frutas. Os símbolos utilizados pelo MFV estão contidos no Anexo A.

Para a coleta dos dados, foi realizado o acompanhamento de todas as etapas do processo produtivo, sendo estas observadas e anotadas detalhadamente. A coleta de tempos das atividades foi realizada utilizando-se um cronômetro e foi realizada a elaboração de rascunhos para representação gráfica do MFV atual. Além disso, o diretor da empresa, o gerente de produção e os auxiliares foram entrevistados, a fim de se obter informações mais detalhadas sobre cada etapa do processo produtivo.

Para cada processo é referenciada a matéria-prima, a mão de obra, o tempo de ciclo (T/C), o tempo de troca (TR), e a disponibilidade utilizada no processo, que consiste na quantidade de mão de obra utilizada em relação ao total disponível.

O fluxo de informação inicia-se com o pedido dos clientes, o qual é realizado de maneira informal, via telefone, diretamente para o PCP. De acordo com a quantidade de pedidos e o prazo de entrega determinado, o PCP elabora a programação semanal da produção, sendo repassada diariamente para todos os processos de maneira informal. Enquanto as caixas estão sendo produzidas, o PCP é encarregado da logística da empresa, visto que esta possui sua própria cadeia logística. Os produtos podem ser expedidos pela própria empresa ou por terceiros. Na Figura 10 encontra-se o MFV atual, onde é possível visualizar ambos os fluxos, tanto o de informação, quanto o de material.

Objetivando reduzir os custos de movimentação e facilitar o gerenciamento do processo, foi analisado o *layout* da empresa, o qual encontra-se na Figura 11. No *layout* está indicado a disposição de cada etapa do processo produtivo, como já havia sido descrito anteriormente.

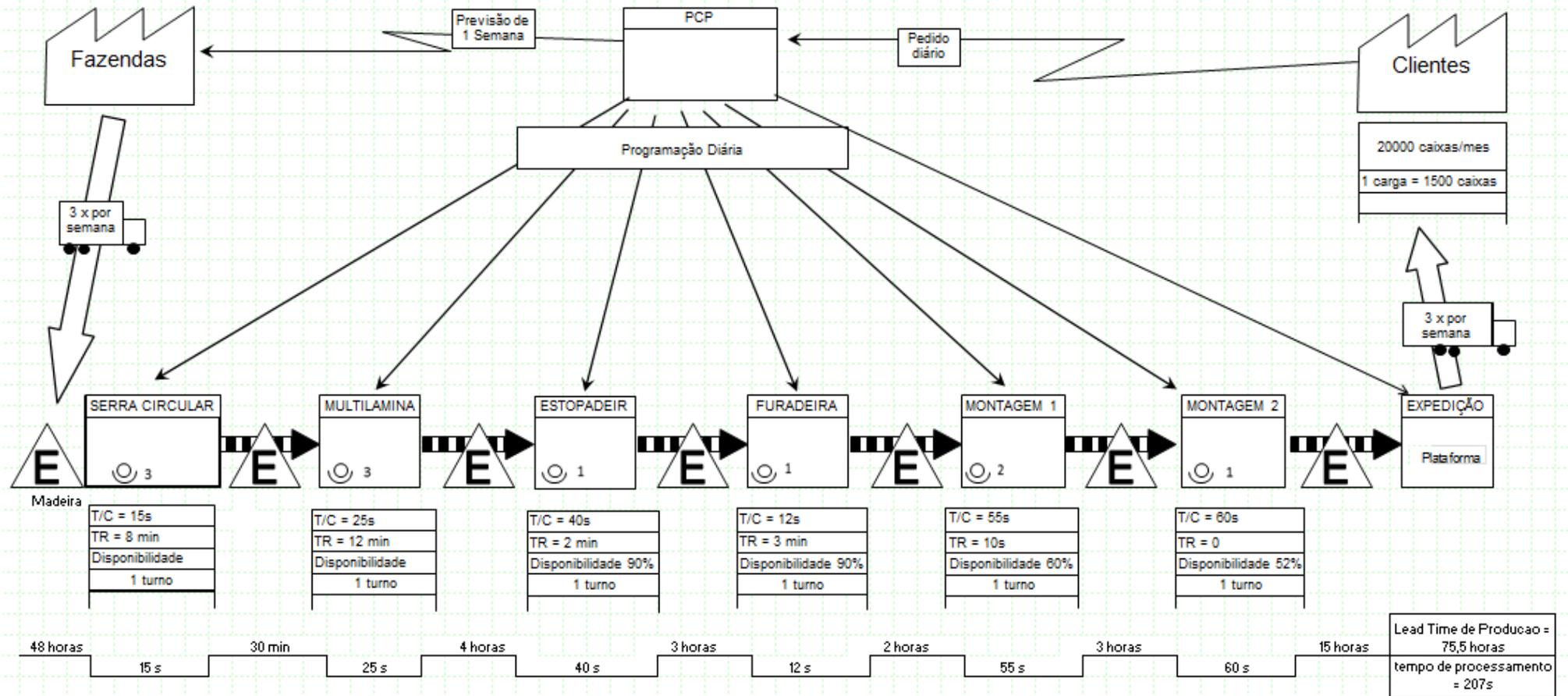
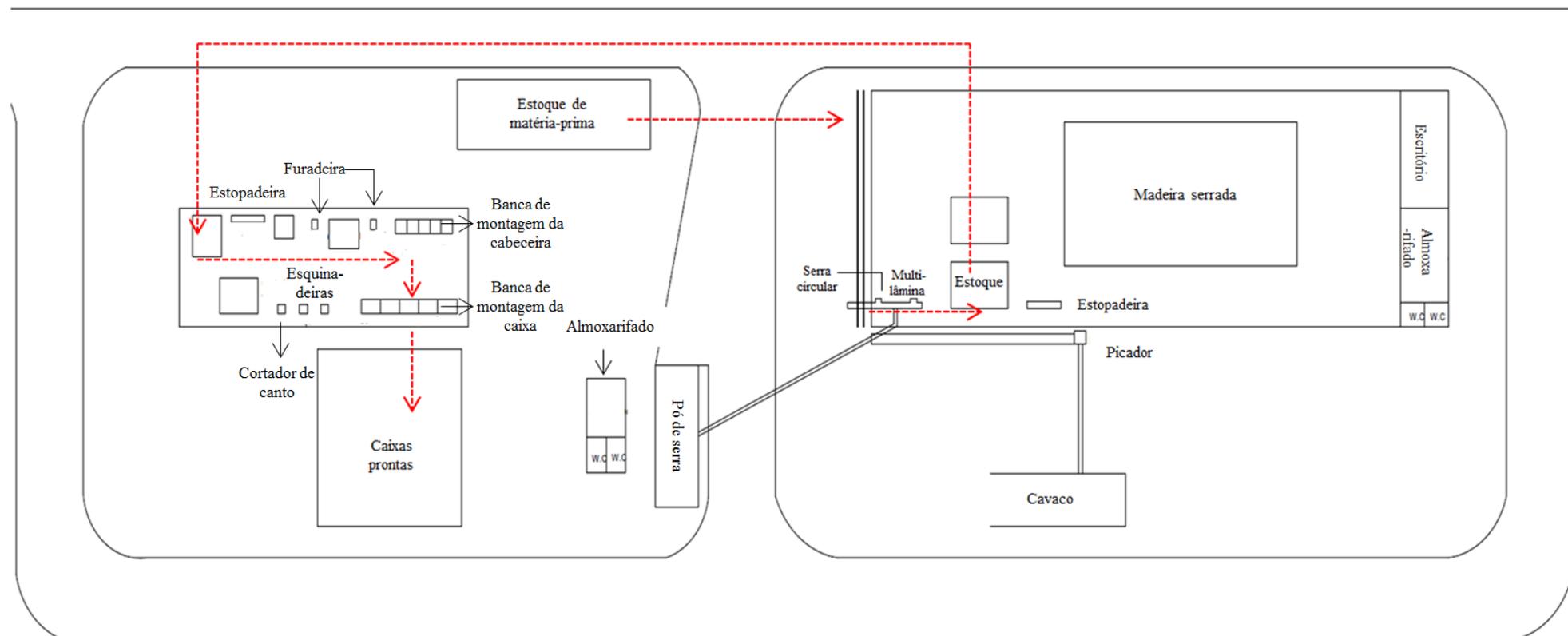


Figura 10: Mapa de Fluxo de Valor Atual



**Figura 11:** *Layout Atual*

### 3.3.1. Análise da situação atual

O *takt time* auxilia a visualização da velocidade que o processo deveria ir de forma geral. Para o cálculo deste tempo é utilizado o tempo total disponível e produtivo. A empresa possui uma jornada de 8 horas diárias proporcionando 28.800 segundos por dia. Deste valor, desconta-se 10% para as necessidades pessoais dos colaboradores, obtendo-se assim um tempo total de 25.920 segundos diários. Dessa maneira, o *takt time* calculado é de 25,92 segundos, conforme pode ser visualizado pela Equação 3, o que significa que os clientes requerem uma caixa a cada 25,92 segundos, e que o processo puxador deveria produzir uma caixa nessa mesma frequência.

$$takt\ time = \frac{\text{tempo de produção disponível por dia}}{\text{demanda do cliente por dia}} \quad (3)$$

$$takt\ time = \frac{25.920}{1.000}$$

$$takt\ time = 25,92\ \text{segundos}$$

Através do Mapa de Fluxo de Valor da situação atual da empresa, pôde-se ter uma visão de todo o fluxo de informação. A empresa possui uma produção de 5.000 caixas semanais, com *lead time* de produção de 75,5 horas e tempo de processamento de 207 segundos. A análise permite visualizar que o *lead time* de produção, desde o início do processamento dos materiais até a entrega do produto acabado ao cliente final, é muito superior ao tempo de processamento gasto para agregar valor ao produto. Este fato pode ser explicado devido ao fato da empresa possuir algumas perdas que são fontes de desperdício. Alguns operadores ficam com tempo ocioso devido à má distribuição destes pelas máquinas e postos de trabalho, perdendo-se tempo útil de força de trabalho. Um outro fator que contribui para este *lead time* é o *layout* inadequado, que causa intensa movimentação de matérias dentro da empresa.

Analisando o MFV Atual, pode-se observar também que as disponibilidades dos montadores é baixa, sendo 60% para a Montagem 1, que corresponde à montagem da cabeceira, e 52% para a Montagem 2, que corresponde à montagem da caixa. Isso ocorre devido ao fato dos

montadores serem responsáveis, além da montagem, pelo empilhamento e estocagem dos respectivos produtos.

Ao visualizar o *layout* atual da empresa, percebe-se que o mesmo consiste em dois barracões, sendo um deles voltado para a produção de madeira serrada para pallet e o outro para a produção de caixas para a embalagem de frutas. Com a disposição dos barracões, pode-se concluir que a empresa possui um *layout* direcionado para a produção de madeiras serradas para pallets. Entretanto, a maior produção concentrou-se, nos últimos quatro anos, na fabricação de caixas para embalagem de frutas, o que torna o *layout* atual da empresa inadequado para a produção de seu principal produto. Isso acarreta em movimentação desnecessária de materiais e desperdícios por transporte, visto que a disposição de peças, matérias-primas, ferramentas e dispositivos encontra-se inadequada.

O quadro 3 indica os principais desperdícios diagnosticados na empresa ao analisar o MFV e *layout* atuais e suas prováveis causas.

**Quadro 3:** Principais desperdícios diagnosticados na serraria João David ME.

<b>Desperdícios</b>	<b>Causas</b>
Perda por transporte	<i>Layout</i> inadequado
Perda por espera	Espera por materiais Espera por informações <i>Layout</i> inadequado
Perda por movimentos desnecessários	<i>Layout</i> inadequado Disposição inadequada de peças, ferramentas e matéria-prima

### 3.4. Mapa de Fluxo de Valor Futuro e *Layout* Futuro

O processo de elaboração do Mapa do Estado Futuro, que se encontra na Figura 12, seguiu alguns passos listados na revisão da literatura. Para desenvolver um fluxo contínuo, a proposta é a implementação de uma esteira visando unificar o processo de montagem 1 com o processo de montagem 2. Dessa forma, os produtos resultantes de suas respectivas etapas de processamento serão passados um de cada vez para a próxima etapa, reduzindo o *lead time*. Para tentar maximizar ainda mais a produção, uma outra proposta é a alocação de um

colaborador responsável apenas pela estocagem dos produtos acabados resultantes do processo de montagem unificado, deixando os montadores somente com a função de montagem, aumentando assim a disponibilidade dos mesmos.

Para produzir de acordo com o *takt time*, a proposta é produzir para um supermercado de produtos semi-acabados do qual os clientes puxam seus produtos e a partir do qual a produção fluxo acima será puxada. Um sistema puxado com supermercado pode ser introduzido entre a Multilâmina e a Estopadeira, a fim de reduzir o *lead time*. As tábuas serão fabricadas pelo processo da Multilâmina e depois estocadas em um supermercado de produtos semi-acabados e só posteriormente serão expedidas para o próximo processo, a Estopadeira. Dessa forma, a utilização de supermercado de produção regulará o lote das tábuas de madeira de acordo com um sistema puxado que somente iniciará o processo de acordo com a necessidade, sendo disparado por um *kanban* de produção ou de retirada. No sistema puxado com supermercado, o processo Estopadeira irá ao supermercado e retirará as tábuas que precisa e quando precisa, e o processo Multilâmina produzirá para reabastecer o que foi retirado.

O dimensionamento do *kanban* deverá ser feito em um trabalho futuro visto que para dimensionar o tamanho do supermercado é necessário que se realize um estudo mais aprofundado visando a eficiência de todo o sistema. O Mapa do Estado Futuro não possui a “Linha do Tempo”, pois optou-se por construí-la na realização de um trabalho futuro que incluía uma análise quantitativa da situação futura projetada.

Em relação a melhoria do *layout*, objetivando diminuir as movimentações internas desnecessárias e perdas por transporte, que não agregam valor ao produto, a proposta é mudar o *layout* atual da empresa, que é voltado para a produção de madeiras serradas para pallets, para um *layout* voltado para a produção das caixas para embalagem de frutas, ilustrado na Figura 13. Uma das alterações propostas é a mudança do local de estoque das madeiras serradas com o local onde são produzidas as caixas, diminuindo assim o fluxo de materiais.

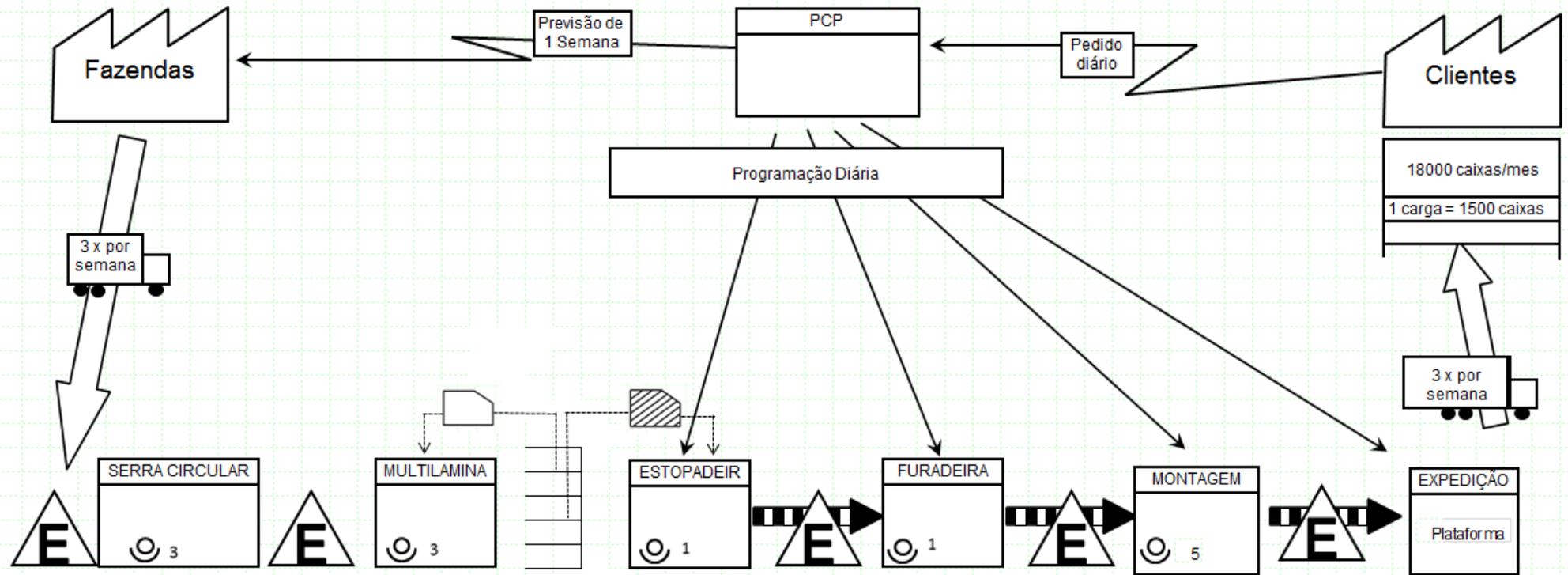
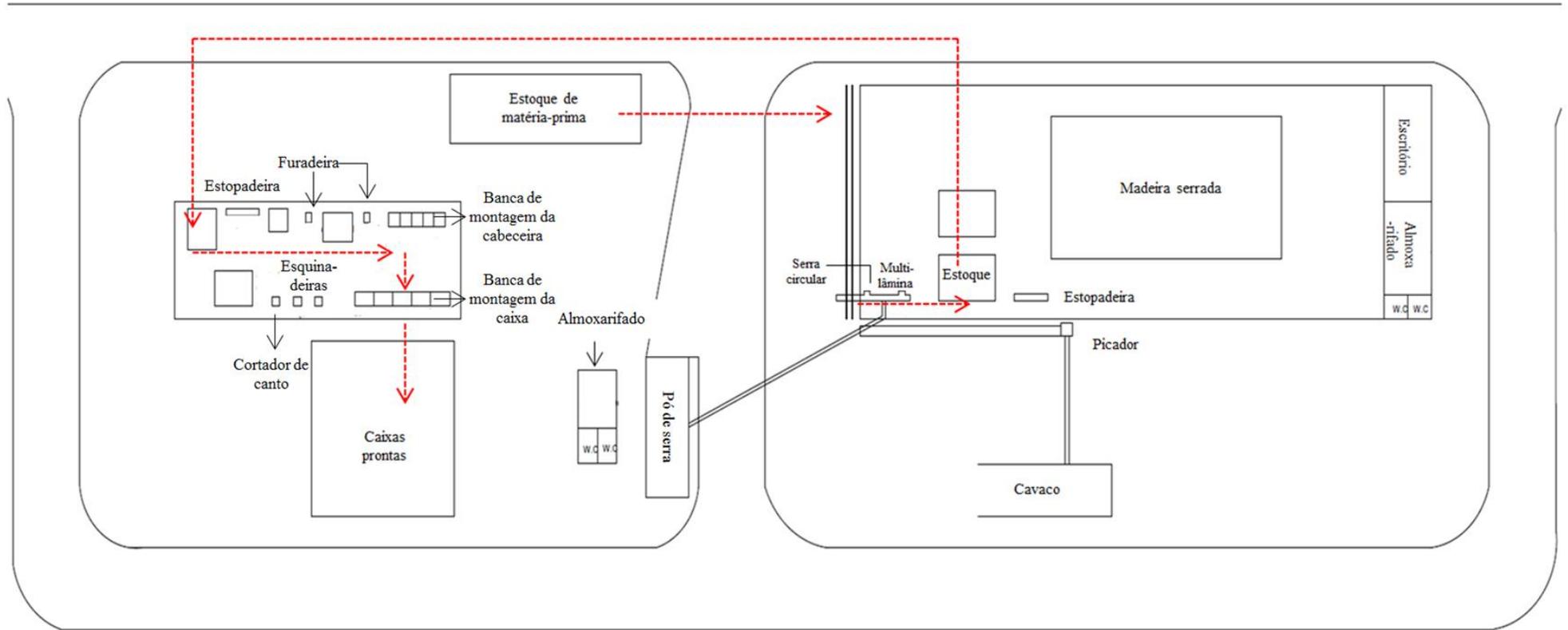


Figura 12: Mapa de Fluxo de Valor Futuro



**Figura 13:** *Layout Futuro*

### 3.5. Recomendações para a implantação das práticas da Produção Enxuta

A partir da análise dos resultados obtidos com o mapeamento do fluxo de valor e com a análise do layout da empresa, nota-se a importância de se empregar conceitos enxutos na produção, permitindo a eliminação dos desperdícios, acelerando o fluxo de produção, aumentando a produtividade e garantindo a qualidade dos processos. É proposto um plano de melhorias, descrito no Quadro 4, que visa implantar as práticas da Produção Enxuta na empresa. Entretanto, para a implantação dessas práticas, seria necessário a contratação de um Engenheiro de Produção, visto que a empresa carece de colaboradores qualificados para este fim.

**Quadro 4:** Plano de melhorias

Plano de melhorias					
WHAT	WHO	WHEN	WHERE	WHY	HOW
1. Mudar layout	Engenheiro de Produção	01/03/2013	Duartina – Serraria João David Ferro -ME	Diminuir as movimentações internas desnecessárias e perdas por transporte	Realizar estudos de movimentos e projetar um layout para minimização de transporte e movimentação de material
2. Introduzir uma esteira unificando os processos de montagem 1 e 2	Engenheiro de Produção	01/05/2013	Duartina – Serraria João David Ferro -ME	Desenvolver um fluxo contínuo e reduzir <i>lead time</i>	Balancear a linha de produção para que todos os tempos que o produto gasta em cada estação seja o mesmo
3. Introduzir um supermercado de produtos semi-acabados entra a Multilâmina e a Estopadeira	Engenheiro de Produção	01/06/2013	Duartina – Serraria João David Ferro -ME	Produzir de acordo com o takt time	Dimensionar o tamanho adequado do supermercado para conter a quantidade exata

## **4. CONCLUSÃO**

### **4.1. Considerações finais**

O principal objetivo do trabalho consistiu em propor um plano de ações de melhorias para uma empresa de pequeno porte a partir dos conceitos da Produção Enxuta. Esse objetivo foi alcançado durante a etapa do desenvolvimento de campo que foi realizada a partir do embasamento teórico fornecido pela revisão de literatura e que resultou na proposta de um plano de ações de melhorias contendo medidas para que a unidade produtiva operasse com menos desperdícios e segundo um fluxo de produção contínuo ou puxado.

O levantamento bibliográfico foi fundamental para que se adquirisse um maior conhecimento sobre os conceitos do Sistema de Produção Enxuta e suas práticas, bem como as necessidades e vantagens de se utilizar tais práticas em situações diversas, buscando sempre a eliminação dos desperdícios. Além disso, a revisão de literatura foi importante para esclarecer a necessidade das micro e pequenas empresas de buscarem novas ferramentas de gestão que as direcionem para uma maior competitividade por meio de melhorias da produtividade e qualidade.

Ao analisar o layout da empresa foi possível avaliar que o mesmo encontra-se inadequado. Um layout futuro foi proposto, visando diminuir as movimentações internas desnecessárias e os desperdícios causados por perdas por transporte. O Mapeamento de Fluxo de Valor possibilitou a visualização dos tempos de ciclos dos processos e os fluxos de informações e a partir dos resultados analisados foi criado um Mapa de Fluxo de Valor Futuro. As análises realizadas através do mapeamento do fluxo de valor e do layout permitiram o desenvolvimento de propostas de ações de melhorias que poderão ser utilizadas como base para transformação da produção empurrada em uma produção puxada, com mais eficiência nos processos, menos custo e menos desperdício.

### **4.2. Limitações do trabalho**

Uma das principais dificuldades de realização deste estudo foi a localização da empresa, visto que a mesma localiza-se no interior de São Paulo, o que prejudicou a coleta de dados e de informações.

Outra limitação foi a falta de prática em se utilizar o método de Mapa de Fluxo de Valor, com dificuldade na coleta de tempos, principalmente no estabelecimento do momento correto de se iniciar a cronometragem e finalizá-la.

### **4.3. Trabalhos futuros**

Um trabalho futuro consiste em validar a proposta de melhoria contínua baseada na filosofia enxuta. Pelos diversos aspectos aqui discutidos, percebe-se que o tema desenvolvido deste trabalho é bastante amplo. Realizações futuras de pesquisas podem girar em torno do aprofundamento de alguns aspectos importantes, como:

- Realizar um estudo mais detalhado para a mudança do *layout*;
- Validação do Mapa de Fluxo de Valor Futuro;
- Desenvolver sistemas de medição de desempenho que melhor reflitam o impacto das melhorias implementadas.

## 5. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G.F.; PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Simulações de arranjos físicos por produtos e balanceamento de linha de produção:** o estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia. XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2007.
- ALVES, J.M.; FERNANDES, L.J. **A aplicação dos princípios da produção enxuta em uma indústria manufatureira com produção make to order.** IX Simpósio de Administração da Produção Logística e Operações Internacionais, 2006. Disponível em: [www.grima.ufsc.br](http://www.grima.ufsc.br). Acesso em: 20/03/2012.
- ANTUNES JR, J.A.V. **Manutenção produtiva total:** uma análise crítica a partir de sua inserção no sistema Toyota de produção. In: XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, Niterói, 1998.
- ARAÚJO, C.A.C. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implantação de Sistemas de Produção Enxuta utilizando os processos de raciocínio da teoria das restrições e o Mapeamento do Fluxo de Valor.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2004.
- BARDAL, M.; MALTACA, L.I.; MICHELASS, D.B. **A implantação da produção enxuta nas pequenas empresas.** [s.d.] Disponível em: <http://goo.gl/hkSks>. Acesso em: 15/08/2012.
- BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GILBERT, J.; HARDING, R.; WEBB, S. Rediscovering continuous improvement. **Technovation**, v. 14, n.1, p. 17-29, 1994.
- BRUNET, A.P.; NEW, S. Kaizen in Japan: an empirical study. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n. 21, p. 1426-1446, 2003.
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- CASIOILLI, L.P. e PERLATTO, L. **Mapeamento do fluxo de valor: uma ferramenta da produção enxuta.** Anuário da Produção Acadêmica Docente, vol. 2, n.3, p. 369-389, 2008.
- CIOSAKI, L.M. **Gerenciamento Visual da Produção e Trabalho em Grupos:** Ferramentas do Sistema Just in Time aplicados simultaneamente em uma indústria de calçados. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
- COSTA, G.M. **O Mapeamento do fluxo de valor e a eliminação de desperdícios:** um estudo de caso em uma empresa metal-mecânica. Monografia de especialização, Curitiba, 2006.
- DE FRANCISCO, B.R.; HATAKEYAMA, K. **Diagnóstico da utilização de 10 ferramentas da produção enxuta no ramo madeireiro.** XXIX ENEGEP, 2009.
- FERNANDES, F.C.F.; FILHO, M.G.; CUTIGI, R.A.; GUIGUET, A.M. **O uso da programação inteira 0-1 para o balanceamento de linhas de montagem:** modelagem, estudos de caso e avaliação. **Produção**, v.18, n.2, p. 210-221, 2008.

FERNANDES, F.C.F.; MORÁBITO, R. **Linguagens de Modelagem GAMS e LINGO: Aplicação a um problema de Balanceamento de Linha de Montagem;** Cadernos de Engenharia de Produção, Ano X, n. 20, p. 8-31, 1993.

FERREIRA, J.C.E.; ANDRIOLLI, G.F. **Programas para a internet visando a determinação do tamanho de lote ótimo e o balanceamento de linha.** Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001\\_TR12\\_0486.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR12_0486.pdf), Acesso em: 01/10/2011.

GAMBI, L.N.; CARPINETTI, L.C.R.; BEZERRA, D.K. **Estudo da aplicação da produção enxuta em empresa fabricante de produtos sob encomenda.** SIMPOI, 2001. Disponível em: [http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2011/artigos/E2011\\_T00183\\_PCN84075.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2011/artigos/E2011_T00183_PCN84075.pdf). Acesso em: 25/05/2012.

GAURY, E.G.A.; PIERREVAL, H.; KLEIJNEN, J.P.C. Na evolutionary approach to select a pull system among Kanban, Conwip and Hybrid. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 11, n. 2, p. 157-167, 2000.

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

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do sistema Toyota de Produção**, 2000.

GLASWORTH, G.D. **Visual systems:** harnessing the power of the vidual workplace, New York: Amacom, 1997.

GOLDACKER, F.; OLIVEIRA, H.J. **Set-up:** ferramenta para a produção enxuta. Rev. FAE, Curitiba, v.11, n.2, p.127-139, 2008 .

GREIF, M. **The visual factory:** building participation trough share information, Portland: Productivity Press, Translated by L. Lockwood, 1991.

IMAI, M. **Gemba-kaizen:** estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAM, 1996.

IMAI, M. **Kaizen:** a estratégia para o sucesso competitivo. São Paulo: IMAM, 1994.

KRAFCIK, J. F. Triumph of the lean production system. **Sloan Management Review**, v. 30, n. 1, 1988.

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

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

MAGGARD, B.N.; RHYNE, D.M. Total Productive Maintenance: a timely integrations of production and maintenance. **Production and Inventory Management Journal**, v. 33, n. 4, 1992.

MANN, D. **Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions**. New York: Productivity Press, 2005.

MONDEN, Y. **Toyota production system: practical approach to production management**. Necross: Industrial Engineering and Management Press, 3 ed., 1998.

MOURA, Reinaldo A. **Kanban: a simplicidade do controle da produção**. São Paulo, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM), p. 355, 1989.

NAZARENO, R.R.; RENTES, A.F.; SILVA, A.L. **Implantando técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análise de custos**. 2002. Disponível em: [www.numa.org.br/gmo/arquivos/artigo.doc](http://www.numa.org.br/gmo/arquivos/artigo.doc). Acesso em: 18/03/2012.

NAZARENO, R.R. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta**. Tese de mestrado, São Carlos, 2003.

OSADA, T. **Housekeeping: 5S: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke**. São Paulo: IMAM, 1992.

PACE, João Henrique. **O Kanban na prática**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

PEREZ-LAFONT, J., L., B.S.I.E. - **Installation of TPM program in a caribbean plant**. Computers and Industrial Engineering, v. 33, n.1-2, p. 315-318, 1997.

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

RIBEIRO, P.D. **Kanban: resultados de uma implantação bem sucedida**. 4 ed. Rio de Janeiro: COP Editora, p. 134, 1989.

ROTHER M.; SHOOK J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANTOS, A. **Applications of flow principles in the production management of construction sites**. PhD Thesis, School of Construction and Property Management, University of Salford, England. p.463, 1999.

SAURIN, T.A.; FERREIRA, D.F. **Avaliação do nível de implementação de capacitadores da produção enxuta em uma linha de montagem de colheitadeiras**. XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 2005.

SAURIN, T.A.; FERREIRA, D.F. **Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho**. Produção, v. 18, n. 3, p. 508-522, 2008.

SEBRAE. **O Caminho da sobrevivência das Micro e Pequenas Empresas do Segmento Mercadista**. 2004. Disponível em: <http://goo.gl/eMPSt>. Acesso em: 10/03/2012

SEBRAE. **Taxa de Sobrevivência das Empresas no Brasil**. 2011. Disponível em: [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/45465B1C66A6772D832579300051816C/\\$File/NT00046582.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/45465B1C66A6772D832579300051816C/$File/NT00046582.pdf). Acesso em: 10/03/2012

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996

SILVA, A.L. **Desenvolvimento de um método de análise e projeto de *layout* industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a Produção Enxuta**. Tese de Mestrado, São Carlos, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Ed. Atlas S.A., 1999.

STEFANELLI, P. **Modelo de programação da produção nivelada para produção enxuta em ambiente ETO com alta variedade de produtos e alta variação de tempos de ciclo**. Dissertação de mestrado, São Carlos, 2010.

SUZUKI, T. **Programa TPM**. Estudo de Caso. Gráfica Abril, 1998.

SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. **International Journal of Production Economics**, v. 70, p. 237-244, 2001.

TAKAHASHI, Y., OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo. Série Qualidade e Produtividade do IMAM, 1993.

TARDIN, G.G.; LIMA, P.C. **O papel de um Quadro de Nivelamento de Produção na produção puxada: um estudo de caso**. Unicamp. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP2000\\_E0097.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP2000_E0097.PDF). Acesso em: 01/10/2012

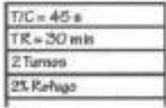
WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation**. Simon & Schuster, New York, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

## ANEXOS

### ANEXO A - Símbolos do Mapeamento de Fluxo de Valor (ROTHER e SHOOK, 2003)

Ícones de Materiais	Representa	Notas
	Processo	Uma caixa de processo equivale a uma área de fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também usado para departamentos como o de Controle da Produção.
	Fontes Externas	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
	Caixa de Dados	Usado para registrar informações relativas a um processo de manufatura, departamento, cliente etc
	Estoque	Quantidade e tempo devem ser anotados.
	Entrega via Caminhão	Anotar a frequência de entregas.
	Movimento de materiais da produção <u>EMPURRADO</u>	Material que é produzido e movido para frente antes do processo seguinte precisar; geralmente baseado em uma programação
	Movimento de produtos acabados para o cliente	
	Supermercado	Um estoque controlado de peças que é usado para a programação da produção em um processo anterior.

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**