



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de Itapeva

AUGUSTO ESPELETA RODRIGUES FERNANDES

**PROJETO DE APLICAÇÃO DO CONCEITO DE LEAN
PRODUCTION EM UMA SERRARIA MADEIREIRA**

Itapeva – SP
2014

AUGUSTO ESPELETA RODRIGUES FERNANDES

**PROJETO DE APLICAÇÃO DO CONCEITO DE LEAN
PRODUCTION EM UMA SERRARIA MADEIREIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado na Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” – Câmpus de Itapeva, como
requisito para a conclusão do curso de
Engenharia Industrial Madeireira.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Francisco
Savi

Itapeva - SP
2014

Fernandes, Augusto Espeleta Rodrigues
F363p Projeto de aplicação do conceito de lean production em uma
serraria madeireira / Augusto Espeleta Rodrigues Fernandes. – –
Itapeva, SP, 2014
73 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia
Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de
Itapeva, 2014
Orientador: Antonio Francisco Savi
Banca examinadora: Glaucia Aparecida Prates; Juliana Cortez
Barbosa
Bibliografia

1. Produção enxuta 2. Planejamento da produção. 3. Serrarias. I.
Título. II. Itapeva - Curso de Engenharia Industrial Madeireira.
CDD 658.5

Dedico, à minha mãe Carla e vó Maria Marta, por me fornecerem todo o suporte e apoio que precisei durante a realização deste trabalho, fazendo com que o sonho de concluí-lo se tornasse possível e a minha namorada Fernanda, que me motivou com todo seu carinho e atenção.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar a oportunidade de viver essa vida, com saúde, alegria e sabedoria.

A minha mãe e vó, por me apoiar em todos os sentidos da vida, para que eu possa me tornar uma pessoa melhor, confortar-me com todo o carinho e afeto, e nos momentos mais difíceis da vida, demonstrar apoio para continuar na trajetória.

A minha namorada, Fernanda, que com toda sua alegria e atenção, demonstrou entendimento e paciência nos momentos finais deste trabalho.

A Faculdade, UNESP, por me proporcionar um amplo conhecimento durante os anos de graduação. A todos os professores pelos ensinamentos passados, em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Francisco Savi, pela paciência, atenção e dicas para finalizar esse trabalho.

A empresa que realizei meu estágio curricular, RC Pinnus, onde foi possível coletar dados e informações, agradecendo desde já a oportunidade aos donos Wesley e Wilson, Diretores da empresa, além dos encarregados, Joeli, Célio e Marcão por fornecer auxílio em algumas informações.

Aos amigos de infância de Parapuã, por muitos momentos vividos, que propiciaram um grande aprendizado que será levado para vida toda.

De uma forma geral, agradeço todas as pessoas que estiveram presentes em minha vida durante os anos da graduação aqui em Itapeva, em especial, aos amigos do lol, oitava turma e agregados pelo companheirismo, amizade e aprendizado durante os momentos da faculdade, e também aos parceiros moradores da república “A Casa Lar”, Gustavo e Giuliano, pela vivência e companhia.

“Sabemos como é a vida: num dia dá tudo certo e no outro as coisas já não são tão perfeitas assim. Altos e baixos fazem parte da construção do nosso caráter. Afinal, cada momento, cada situação, que enfrentamos em nossas trajetórias é um desafio, uma oportunidade única de aprender, de se tornar uma pessoa melhor. Só depende de nós, das nossas escolhas...”

Não sei se estou perto ou longe demais, se peguei o rumo certo ou errado. Sei apenas que sigo em frente, vivendo dias iguais de forma diferente. Já não caminho mais sozinho, levo comigo cada recordação, cada vivência, cada lição. E, mesmo que tudo não ande da forma que eu gostaria, sabendo que já não sou a mesma de ontem me faz perceber que valeu a pena.

Procure ser uma pessoa de valor, em vez de procurar ser uma pessoa de sucesso. O sucesso é só consequência. “

(Albert Einstein)

RESUMO

A globalização esta entre os principais fatores para o acirramento da competição entre as empresas, e a satisfação do cliente pode ser fator decisivo para determinação do preço e qualidade dos produtos. Para atender o mercado, foi preciso que as empresas começassem a buscar metas baseadas na entrega de seus serviços com prazos definidos, e, além disso, otimizarem os processos para maximizar o lucro. O mapeamento do fluxo de valor (uma das ferramentas da Produção Enxuta) visa avaliar o estado atual e planejar o futuro de uma empresa com o objetivo de melhorar significativamente o processo produtivo, reduzindo-se as perdas, e conseqüentemente, diminuindo o *lead time* de atendimento aos clientes. Neste sentido, o objetivo do trabalho é a aplicação dos conceitos e ferramentas da produção enxuta em uma serraria madeireira de pequeno porte, a partir da otimização de todo o processo de produção, desde o fornecimento de toras até o produto entregue ao cliente final, para que, a empresa possa reduzir seus custos, e conseqüentemente, tornar-se competitiva no mercado, com melhores preços, e atendendo seus clientes com prazos mais curtos. Para quantificar estas melhorias, foi elaborada uma planilha de comparação entre o estado atual e o futuro, sendo possível ponderar esta diferença, e assim, contribuir de forma significativa para melhoria na tomada de decisões.

Palavras chaves: *Produção enxuta, Melhoria, Processos, Serraria Madeireira.*

ABSTRACT

Globalisation is among the main factors for the increasing competition between companies, and customer satisfaction can be decisive factor in determining products quality and price. To meet the market, it was necessary that companies begin to seek targets based on the delivery of their services with deadlines, and furthermore optimize the processes to maximize profit. The value stream mapping (one of the tools of Lean Production) aims to assess the current state and plan the future of a company with the goal of significantly improving the production process, reducing losses, and therefore, reducing customer service the lead time. In this sense, the aim of this work is the application of the lean production concepts and tools in a small timber sawmill, from the optimization entire production process, from the supply of logs to the product delivered to the end customer, for that the company can reduce its costs and therefore become competitive in the market with the best prices, and meeting its customers with shorter maturities. To quantify these improvements, a spreadsheet was created comparing the current state and the future, making possible to consider the difference, and thus contribute significantly to improved decision making.

Key words: Lean Production, Improvement, Process, Sawmill Lumber.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Casa do Sistema Toyota de Produção.....	20
Figura 2: O programa 5S	24
Figura 3: Fluxo de Valor	28
Figura 4: Exemplo de Família de Produtos.....	29
Figura 5: Etapas iniciais do mapeamento do Fluxo de Valor	29
Figura 6: Ícones do fluxo de informação.....	30
Figura 7: Ícones do fluxo de Material.....	30
Figura 8: Layout Celular em “U”	32
Figura 9: Ciclo PDCA.....	33
Figura 10: Etapas de implementação do STP	37
Figura 11: Diferenças na programação de produção: Puxada x Empurrada ..	38
Figura 12: Integração da Cadeia de Suprimentos	39
Figura 13: Lead Time de acordo com o tipo de pedido	41
Figura 14: <i>Layout</i> da serraria do estudo de caso.....	43
Figura 15: Layout do transporte de resíduos serraria.	45
Figura 16: Mapa do fluxo de valor atual.....	51
Figura 17: Mapa do fluxo de valor no estado futuro.....	57
Figura 18: Quadro de nivelamento de carga (Heijunka Box)	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais problemas das máquinas da serraria.....	47
Tabela 2: Etapas do fluxo de produção de cada produto	50
Tabela 3: Descrição dos tempos de ciclo e espera dos processos	52
Tabela 4: Tempos de produção real e o adequado	54
Tabela 5: Atendimento aos clientes no estado atual	55
Tabela 6: Quadro para controle do processo.	60
Tabela 7: Check List para aplicação do 5S	64
Tabela 8: Checklist para manutenção autônoma	65
Tabela 9: Comparação entre o estado atual e futuro	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Volume de madeira em m ³ por dia e índice de conversão	48
Gráfico 2: % de Peças Destopadas e o Índice de conversão Total.....	49
Gráfico 3: Índice de conversão de 1ª em relação a % de peças produzidas ..	49
Gráfico 4: Tempo de Ciclo x takt time estado atual	54
Gráfico 5: Takt time x Ciclo de produção estado futuro.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCP	- Planejamento e Controle da Produção
JIT	- Just in Time
TPM	- Manutenção Produtiva Total
TRF	- Troca Rápida de Ferramentas
SO&P	- Planejamento de Vendas e Operações
MPS	- Planejamento Mestre da Produção
MFV	- Mapeamento do Fluxo de Valor
MP	- Matéria Prima
T/C	- Tempo de Ciclo
TE	- Tempo de Espera
WIP	- Work in Process ou Estoque em processo
STP	- Sistema Toyota de Produção
PMP	- Plano Mestre de Produção
SMED	- Troca de Ferramenta em menos de dez minutos
GQT	- Gestão da Qualidade Total

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 PRODUÇÃO ENXUTA	17
3.1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	17
3.1.2 PRINCIPIOS E TIPOS DE PERDA	17
3.1.3. PILARES DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	19
3.1.4 FERRAMENTAS UTILIZADAS	20
3.1.4.1 FILOSOFIA JIT	20
3.1.4.2 AUTONOMAÇÃO (<i>Jikoka</i>)	21
3.1.4.4 CARTÃO DE SINALIZAÇÃO (<i>Kanban</i>)	23
3.1.4.5 FILOSOFIA 5S	23
3.1.4.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL(TPM).....	24
3.1.4.7 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)	26
3.1.4.8 NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO (<i>Heijunka</i>).....	27
3.1.4.9 FLUXO DE VALOR	28
3.1.4.9.1 MAPA DO FLUXO DE VALOR.....	28
3.1.4.10 CONTROLE VISUAL.....	31
3.1.4.11 LAYOUT CELULAR.....	32
3.1.4.12 PADRONIZAÇÃO	33
3.1.4.13 TAKT TIME.....	34
3.1.5 PROPOSTAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	34
3.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO PUXADA E EMPURRADA	37
3.3 CADEIA DE SUPRIMENTOS (Supply Chain)	38
3.3.1 LEAD TIME	39
3.3.1.1 CLASSIFICAÇÃO DE <i>LEAD TIME</i>	39

3.3.1.1.1 <i>Lead Time</i> de Produção	39
3.3.1.1.2 Lead time de Fornecedores.....	40
3.3.2 TIPOS DE PEDIDOS PARA ATENDER OS CLIENTES	40
3.3.2.1 FABRICAÇÃO PARA ESTOQUES (<i>Make-to-Stock</i>)	41
3.3.2.2 FABRICAÇÃO SOB ENCOMENDA (<i>Make-to-Order</i>).....	41
4. METODOLOGIA PARA O ESTUDO DE CASO	42
4.1 ESTUDO DE CASO	42
4.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	42
4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 ANÁLISE DOS PROBLEMAS ATUAIS DA EMPRESA.....	46
5.2 FAMÍLIA DE PRODUTOS.....	50
5.3 MAPA DE FLUXO DE VALOR NO ESTADO ATUAL	51
5.4 ANÁLISE DO MAPA DO ESTADO ATUAL	52
5.5 PROJETO DE APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA NA EMPRESA.....	56
5.6 FLUXO DE VALOR NO ESTADO FUTURO	56
5.6.1 MÉTODO DE APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS NA MELHORIA DO PROCESSO BASEADAS NO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO	59
5.6.1.1 CONTROLE VISUAL.....	59
5.6.1.2 HEIJUNKA BOX (QUADRO DE NIVELAMENTO DA CARGA) COM USO DO KANBAN E A TRF.....	61
5.6.1.3 CHECK LIST PARA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA E APLICAÇÃO DO 5S ..	63
6 CONCLUSÃO	66
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a FAO(2005) existem no universo 3,9 bilhões de ha de florestas. Os maiores consumidores de toras e madeira serrada são o EUA, seguido do Canadá, China, e Brasil. O território brasileiro com 472,3 milhões de hectares de florestas nativas ocupa a 2ª posição mundial, perdendo apenas para Rússia com 809 milhões de ha, e com 5,4 milhões de florestas plantadas é o 6º da lista de ranking, que corresponde a 0,8% do total. No Brasil a área do eucalipto é duas vezes maior que a de Pinus e a região sudeste possui a maior área de plantio dessas duas espécies (ABIMCI,2008,p.10).

O setor de base florestal engloba dois grandes grupos, sendo eles, os madeireiros e não madeireiros. Dentre os madeireiros estão os de madeira processada mecanicamente. Esse último é dividido em quatro sub grupos: Compensados, Madeira Serrada, PMVA e Lâminas. A indústria de produtos processados mecanicamente no Brasil é responsável por gerar um PIB de 13,1 bilhões de dólares, sendo praticamente um terço da indústria de base florestal, gerando 2 milhões de empregos ativos e consumindo menos de 1% da energia elétrica do país. Além disso, é responsável por 2,3% das exportações brasileiras e 1% do total da arrecadação nacional tributária (ABIMCI,2007,p.18).

A indústria de madeira serrada no Brasil está perdendo competitividade em função do investimento relativamente baixo, pouco treinamento de mão de obra, logística de baixa qualidade, que dificulta a distribuição da madeira, e ocasiona em maior preço dos produtos. A tendência do Brasil é um número cada vez maior de florestas plantadas, como a de eucalipto para serraria, com média de 3 milhões de m³ por ano, pelo simples fato do aumento na demanda, e pela rigorosa fiscalização dos órgãos que protegem as matas nativas. O Brasil é detentor de uma das maiores culturas de eucalipto do mundo, e por possuir respostas eficientes ao melhoramento genético, favorecendo o aparecimento de curtas rotações e rápido crescimento do mesmo, com árvores mais jovens e o diâmetro da tora cada vez menor, faz com que impulse a tecnologia de novos processos e equipamentos para usinagem das toras. Além disso, a necessidade das fábricas de responderem a demanda do consumidor em um curto tempo, o que implica em sistemas construtivos capazes de fabricar produtos em um curto espaço de tempo e que respondam as flutuações da demanda. (ANTUNES et al., 2008; PONCE, 1995; REMADE, 2007).

Sendo assim, a exigência do mercado obrigou as empresas a oferecerem produtos de baixo preço e alta qualidade. Para atender esta demanda as indústrias começaram a aplicar um conjunto de métodos e ferramentas que apoiam a melhoria do processo (a partir da década de 70, com o surgimento de tecnologias japonesas). Com isso se aumentou a competitividade das empresas, e para se manter no mercado era necessário reduzir os lotes de produção, fornecer produtos de qualidade e também preços compatíveis para o consumidor. (ANTUNES et al., 2008;PONCE,1995).

Sabendo disso, a aplicação de ferramentas desenvolvidas do Sistema Toyota de Produção, também conhecido como, produção enxuta, em uma pequena empresa do setor madeireiro, pode ser primordial para evitar desperdício, e consequentemente reduzir custos de produção. O trabalho tem por objetivo demonstrar que a aplicação de métodos e ferramentas que fazem parte da teoria da produção enxuta podem auxiliar as serrarias a maximizar seus lucros eliminando desperdícios. O item a seguir descreve detalhadamente o objetivo geral e os específicos que o trabalho utilizou para atingir sua meta.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho é a aplicação de métodos e ferramentas utilizados no conceito de produção enxuta em uma serraria madeireira de pequeno porte, a fim de que ocorra diminuição do tempo de produção, com a manutenção da qualidade e a minimização de resíduos. Observa-se ainda que o trabalho propõe em reorganizar os processos sem o custo de novos equipamentos e/ou recursos humanos. Os objetivos específicos para atingir este objetivo geral proposto são descritos a seguir.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral faz-se necessário executar as seguintes atividades:

- Revisão na literatura sobre métodos e ferramentas empregados na produção enxuta: a utilização de princípios básicos da metodologia *lean* como, fluxo,

cadeia de valor, produção puxada, melhoria contínua e busca da perfeição, além de filosofias como JIT, 5S, TRF entre outras, embasarão o presente trabalho.

- Mapeamento do estado atual da serraria: com o intuito de desenhar o fluxo de valor no estado atual da empresa, incluindo toda sua cadeia de valor, desde o fornecedor de matérias-primas, que são as toras de eucalipto, até o destino dos produtos ao cliente final, expondo também os principais problemas da empresa. A análise deste fluxo, juntamente com a implantação das técnicas de produção enxuta, será possível se projetar um estado futuro.
- Proposta da situação futura da serraria: Melhorias no processo produtivo, visando estabelecer um ritmo de produção e visibilidade na fábrica, com a aplicação do controle visual, nivelamento de carga, *kanban*, filosofia do 5S, manutenção produtiva total (TPM) e redução de setup das máquinas (TRF), chegando a exploração total da capacidade da serraria, além de outras melhorias no fluxo de informação, como o PCP, assegurando que, todos os colaboradores da fábrica trabalhem na mesma direção, com objetivos claros e precisos.
- Comparar os *lead times*: Ao final do trabalho, será apresentada uma comparação entre os lead times do estado atual e futuro, sendo importantes para mensurar possíveis lucros obtidos e uma base para melhoria contínua e tomada de decisões.

A seguir é apresentado o referencial teórico tomado como base para o trabalho.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

“O referencial teórico é a base que sustenta qualquer pesquisa científica” (RIBEIRO, 2007). Através desse referencial é possível compreender os conceitos relacionados ao tema proposto, no presente trabalho, desde os fatos históricos que desencadearam o método de produção enxuta, suas principais ferramentas e sua implantação, até o envolvimento do cliente, da produção e fornecedores no que

tangem as relações comerciais. Enfim, todos os termos utilizados durante as discussões, são explicados de maneira clara neste tópico, para que, qualquer pessoa ou leitor possa entender o que foi proposto.

3.1 PRODUÇÃO ENXUTA

3.1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O termo “produção enxuta” deriva da fábrica automobilística da Toyota, no Japão, que após o fim da 2ª guerra mundial tinha o objetivo de ser uma grande montadora de veículos para competir com a indústria americana, a Ford, que utilizava o sistema de produção em massa, que visa a produção da maior quantidade de peças possíveis em larga escala, com o uso máquinas grandes (LIKER,2005). Chegou-se a verificar que essa indústria estava com produção 10 vezes maior que a japonesa. Foi quando em 1956, o então, engenheiro- chefe, Taichii Ohno, observou que modelo americano de produção em massa necessitava de ajustes, como, eliminação de estoques intermediários no chão fabril, exclusão de trabalho sub utilizado, e produção de muitos modelos de carros, em pequenas quantidades e baixo custo.(GUINATO, 2000)

Segundo Ohno (1997), a idéia que marcou o sistema Toyota de produção, foi de alcançar a produção americana através da eliminação do desperdício, pois a sociedade havia mudado, e os consumidores estavam mais exigentes.

“A produção enxuta (essa expressão foi definida pelo pesquisador do IMVP1 John Krafick) é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do esforço para a fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo.” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.3).

3.1.2 PRINCIPIOS E TIPOS DE PERDA

Os 5 princípios básicos da metodologia “*lean*” de acordo com Womack, Jones e Roos (1992) são:

- VALOR – para que uma organização sobreviva é necessário criar valor, com a análise do ponto de vista do cliente, tentando perceber as reais especificações de um produto pelo qual o cliente está disposto a pagar, como por exemplo, um cliente não se interessa em pagar custos de transporte do material no chão de fábrica, sendo que, não traz nada de qualidade ao seu produto.
- CADEIA DE VALOR – identificar e analisar toda a cadeia de valor, desde o fornecedor até o cliente final, em três tipos de processos: os que agregam valor, os que não geram valor, mas é um “mal necessário” para que se mantenha a qualidade dos processos, e por fim, aqueles que não agregam valor, os quais devem ser eliminados. A principal diferença da análise atual para a tradicional, que é focada em minimizar custos, é a ênfase no que o cliente deseja obter.
- FLUXO – O fluxo de material deve ser sempre promovido entre um processo e outro, assegurando assim, uma forma de eliminar desperdícios, pois a criação de fluxo exclui o tempo de espera.
- PUXAR – O cliente deverá sempre comandar o ritmo de produção e o disparo de suas encomendas, para se evitar acúmulo de estoque, ou seja, deve-se puxar a produção pelo processo do final ao começo da cadeia de suprimentos.
- BUSCA DA PERFEIÇÃO – É entendida como uma cultura de melhoria contínua em busca pela perfeição, tendo em vista que ela nunca é alcançada, e sempre terá a possibilidade de melhorar com base na situação atual.

Afim de reconhecer as origens dos *muda*, termo que em japonês significa desperdício, Ohno (1997) dividiu-os em sete categorias, e Liker (2005) adicionou o último:

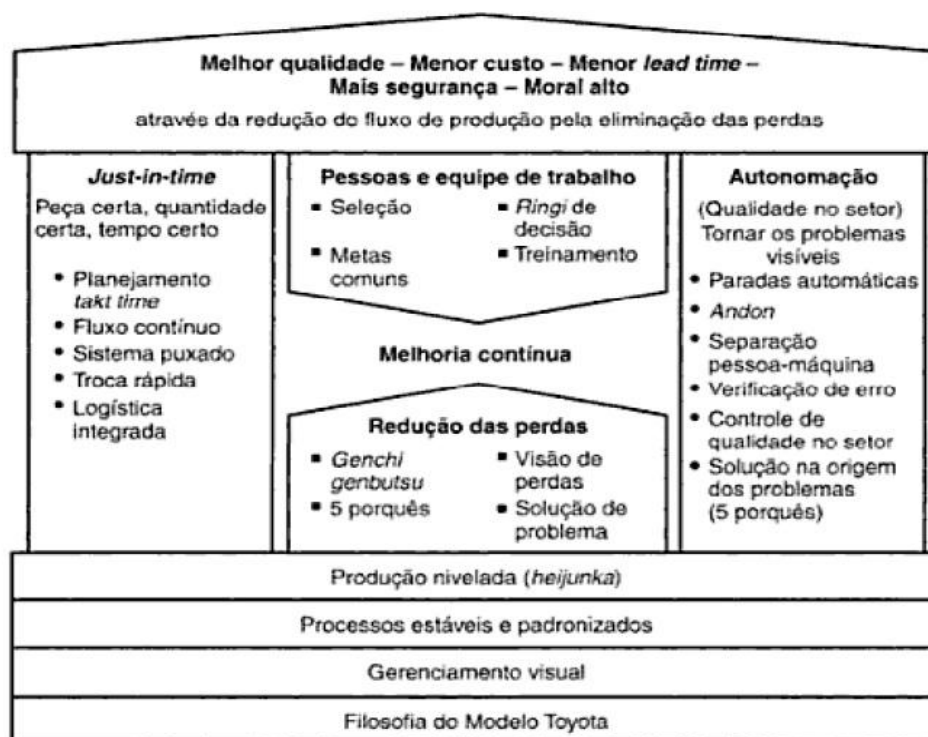
- Superprodução: Significa produzir acima do necessário, por problemas na preparação dos equipamentos, arranjo físico inadequado, além da falta de coordenação entre a demanda e produção.
- Espera: Está relacionado ao tempo de espera de um material para ser processado, fruto de processos não sincronizados.
- Transporte: É o transporte de material que percorre a fábrica e não agrega valor ao produto.

- Processamento demais: Muitas vezes, algumas etapas de produção não são necessárias para que se produza determinado produto, e contudo, elas devem ser eliminadas, pois não agregam valor ao mesmo.
- Inventários: São os estoques, além de ocuparem espaço, e desperdício de investimento.
- Movimentação: São os desperdícios de movimento que estão situados em cada etapa do processo, sendo que, existem movimentações dentro da fábrica desnecessárias, desperdiçando tempo e recursos.
- Fabricação de peças e produtos defeituosos: é conhecido como problemas da qualidade, que não devem ocorrer. Nas empresas enxutas, são prevenidos pelos *Poka-yoke*, que são dispositivos encontrados em vários pontos do processo para que os defeitos sejam prevenidos.
- Desperdício da falta de ideias: Não aproveitar as capacidades dos colaboradores, desvalorizar de ideias novas, pois muitas vezes com simples modificações, é possível obter melhorias consideráveis na produtividade.

3.1.3. PILARES DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Para exemplificar o sistema Toyota de Produção, Eiji Tayoda, presidente da *Toyota Motor Company* da época, criou a Figura 1 a seguir em forma de casa, para que todos funcionários e trabalhadores da empresa pudessem compreender a filosofia (LIKER, 2006).

Figura 1: Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: LIKER, 2006, p.51

O alicerce da casa é a Produção nivelada (*Heijunka*), que dá estabilidade ao processo, fazendo com que a produção exacerbada de um único produto não gere grandes estoques, a padronização, para atender a exigência do mercado, e o gerenciamento visual para corrigir possíveis falhas. A sustentação da obra é representada pela essência desse sistema, JIT e autonomação, demonstrando exatidão de produção nos momentos corretos e enfoque na separação entre homem e máquina. No telhado, temos as metas da empresa diante do mercado, como, melhor qualidade, menor custo. No centro, está a melhoria contínua, desenvolvida através do trabalho em equipe e redução de desperdícios, o qual é o objetivo principal desse método.

3.1.4 FERRAMENTAS UTILIZADAS

3.1.4.1 FILOSOFIA JIT

É uma filosofia criada nos anos 70, e pode ser definida como um conjunto de técnicas de administração de materiais, arranjo físico, organização do trabalho, entre

outros, que tem como princípio o sistema de produção puxada, que visa, produzir em cada parte da produção somente o necessário, na quantidade necessária, e no momento exato. Essa filosofia tem como base principal, a eliminação de desperdício, redução de estoques, manufatura de fluxo contínuo e esforço na resolução de problemas (CORRÊA; GIANESI & CAON, 2011).

Ainda segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2011) o objetivo dessa filosofia é a qualidade e flexibilidade. Portanto, para isso, Gaither (1999) afirma que optou-se por trabalhar com uma menor capacidade da fábrica, para evitar a geração de estoques intermediários, e com isso, diminuir o tempo de ciclo dos pedidos.

3.1.4.2 AUTONOMAÇÃO (*Jikoka*)

Algumas máquinas não necessitam de mais de um funcionário para operar o fluxo de produção, já outras, nenhuma mão-de-obra humana é precisa. É nesse sentido que os conceitos de autonomia são úteis, ou seja, automação com toque humano. O estudioso Shigueo Shingo, relata a seguinte pergunta, feita por um gerente de fabricação da empresa Saga Iron Works para ele: “Por que as pessoas têm de ficar ao lado das máquinas, se as máquinas são automatizadas? A razão é que as máquinas não tem inteligência necessária para detectar anormalidades. Éramos capazes de obter operações não supervisionadas, acoplando vários dispositivos às máquinas, para detectar anormalidades nas próprias máquinas, assim como nos produtos” (Shingo, 1997, p.197). Pensando nisso, com a implantação de dispositivos baratos que detectam erro nas máquinas, e emitindo sinais de alerta, existe a possibilidade de reduzir o número de funcionários que operam as mesmas. Com isso, propicia que um funcionário pode ser treinado a operar mais de uma máquina, diminuindo os custos de mão-de-obra desnecessárias, ou podendo transferi-los até para outro setor que necessite com mais urgência.

3.1.4.3 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL (GQT) E A MELHORIA CONTÍNUA (*Kaizen*)

De acordo com Xenos(2004) a GQT pode ser definida como, um método de gestão, que permite a sobrevivência das empresas no mercado, através do fornecimento de produtos e serviços de boa qualidade, com o objetivo de satisfazer

as necessidades dos clientes e de toda sociedade. Segundo o mesmo autor, alguns dos mandamentos para desenvolver a GQT são:

- O cliente deve ser colocado em primeiro lugar.
- Conhecer a real situação da empresa.
- Reconhecer pontos fracos em cada local de trabalho.
- Atacar o ponto mais crítico, e deixar de lado o menos importante.
- O processo é mais importante que os resultados.
- É durante o processo produtivo que se faz a qualidade.
- A utilização de procedimentos escritos é muito importante, pois instruções de boca são rapidamente esquecidas.

Através das boas práticas dos princípios da GQT é possível atingir o *kaizen*, que em japonês significa melhoria contínua. O termo *Kaizen* foi idealizado por um professor japonês chamado, Masaaki Imai, considerado o pai dessa metodologia. Imai(1994) descreveu dez mandamentos a serem seguidos:

1. Eliminar o desperdício;
2. Melhorar continuamente, buscando sempre a excelência;
3. Todos os funcionários da empresa devem estar envolvidos com a melhoria, independentemente do cargo;
4. Utilizar estratégias baratas, ou seja, nunca investir rios de dinheiro para melhorar a produção;
5. Essa cultura pode ser aplicada em qualquer local.
6. Os problemas da empresa como os desperdícios, devem estar sempre visíveis a todos;
7. Importar-se somente com as coisas que criam valor à empresa;
8. É necessário sempre revisar os processos, para que, se atinja sempre uma melhora significativa;
9. A melhoria contínua deve partir do esforço dos funcionários em entender essa filosofia;
10. As pessoas aprendem fazendo as coisas;

De acordo com Sharma (2003,p.114):

“A ferramenta KAIZEN utiliza questões estratégicas baseadas no tempo. Nesta estratégia, os pontos-chave para a manufatura ou processos produtivos são: a qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e

controlá-los), e a entrega pontual (como garanti-la). O fracasso de um destes três pontos significa perda de competitividade e sustentabilidade nos atuais mercados globais.”

3.1.4.4 CARTÃO DE SINALIZAÇÃO (*Kanban*)

Esse é o termo japonês que significa cartão. Ele serve para disparar a produção de etapas anteriores do processo a atual, favorecendo assim o controle da demanda de produtos produzidos, para que não gere estoque.

Dentro desse sistema de produção existem dois tipos de cartões, um chamado kanban de produção, e outro kanban de transporte. O primeiro é responsável por soltar a um lote de produção com determinados tipo de peças, em determinado local da fábrica. O Cartão deve conter informações como, número da peça, descrição do tipo de peça, tamanho do lote (normalmente é pequeno), centro de produção da fábrica e o local de armazenagem. Para que haja qualquer movimentação de algum componente dentro da fábrica é necessário que se tenha o kanban de transporte. Ele funciona como liberador de material de um local para outro, e vem descrito no mesmo as mesma informações do kanban de produção, sendo que em baixo ele informa a célula produtora de origem e a de destino (CORRÊA; GIANESI & CAON, 2011).

3.1.4.5 FILOSOFIA 5S

Nas fábricas hoje em dia, dificilmente se encontra pátios limpos, poucos ruídos sonoros e odores agradáveis. Mas após a segunda Guerra mundial, Kaoru Ishikawa, idealizou um programa denominado 5S para organização e melhoria da qualidade nas indústrias japonesas. Na Figura 2, Carvalho (2011) classifica-os como:

- Seiri(Senso de Utilização): Separação de todo material que é útil, descartando o resto, para que, os esforços se concentrem somente para o primeiro.
- Seiton(Senso de Arrumação): Guardar cada objeto da fábrica em um local apropriado, para que quando for preciso usá-lo, esteja sempre a disposição, na quantidade que precisa, e no momento exato. Para isso também é importante que a indústria tenha um layout adequado.
- Seiso(Senso de Limpeza): Significa um ambiente limpo e sem sujeira, pois lembra qualidade e segurança. Portanto, sujeira não se enquadra somente na

limpeza, mas também, na baixa iluminação de um local, odor desagradável, ruído e vibrações.

- Seiketsu(Senso de saúde e higiene): É a consolidação dos ganhos dos 3S anteriores, proporcionando manutenção de um ambiente de trabalho sempre favorável a saúde e higiene, favorecendo a melhoria contínua e padronização.
- Shitsuke(Senso de autodisciplina): É o cumprimento rigorosos dos funcionários e colaboradores as normas vigentes, pois a falta de disciplina aumenta os índices de desperdício de recursos, atrito entre os empregados e informações imprecisas.

Figura 2: O programa 5S



Fonte: CARVALHO, 2011

3.1.4.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL(TPM)

De acordo com Amato Neto (2004), as técnicas de manutenção preventiva, nasceram nos Estados Unidos, na década de 50, e foram aplicadas primeiramente no Japão. Após a década de 70, surgiu o termo TPM ou "*Total Productive Maintenance*". Esse termo entende-se por:

- Falha zero nos equipamentos
- Quebra zero nas máquinas
- Zero defeito nos produtos
- Perda zero nos processos

Segundo Ardies, Poyer e Augusto (2009) a TPM está sustentado sob 8 pilares, sendo eles:

1. Manutenção Autônoma: realizada pelos próprios operadores das máquinas, com treinamento feito pelo pessoal especializado da fábrica. Ela envolve uma série de atividades a serem realizadas, com base na filosofia 5S, entre elas, limpeza das máquinas e equipamentos de medição, eliminação de sujeira pela fábrica, elaboração de normas de limpeza, inspeção dos equipamentos, aperto e lubrificação de porcas e parafusos, além da criação de padronização para o gerenciamento da manutenção autônoma e melhorar o sistema de forma contínua.
2. Controle Inicial: está ligado ao desenvolvimento de novos produtos que necessitem de novos investimentos para ampliar a produção, sendo importante, comprar máquinas que evitem ao máximo a manutenção.
3. Melhorias Específicas: detectam perdas durante o processo produtivo, com as máquinas, materiais e estoques em processo.
4. Manutenção Planejada ou Programada: feita através de perdas que levam a grandes custos de produção, ou seja, máquinas que exigem um trabalho mais específico de manutenção, é importante que se elabore um plano de manutenção preventiva mais detalhado.
5. Manutenção da Qualidade: realizada através de algumas ferramentas da qualidade. Um projeto de manutenção não adequado, com produtos produzidos fora do limite de especificação, acaba gerando altos índices de refugo e retrabalho. O CEP (Controle estatístico do processo) pode auxiliar o monitoramento de peças produzidas.
6. TPM Administrativo: todo fluxo de informação de uma empresa deve ser otimizado, através de sistemas computacionais, para que haja uma eficiente comunicação entre a parte administrativa e técnica, evitando o arquivamento de documentos, pastas e arquivos nos escritórios.
7. Saúde e Meio Ambiente: buscar “zero acidente”, através da saúde máxima do trabalhador, com processos produtivos que respeitem o meio ambiente.
8. Educação e treinamento: desenvolvimento de uma forte autodisciplina por parte dos trabalhadores, para manutenção do sistema em longo prazo, além de treinamento a todos os funcionários, de forma que possam surgir novas ideias.

Ainda Coelho (2008) ressalta que, para implantação da TPM, é importante primeiramente, o correto entendimento do conceito, “falha de um equipamento”, que pode comprometer a curto e longo prazo o funcionamento das máquinas, com sensíveis perdas na capacidade produtiva.

3.1.4.7 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)

De acordo com Shingo (1996), a troca de qualquer ferramenta deve ser realizada em menos de dez minutos (SMED), do termo em inglês, Single Minute Exchange of Die. Por esse motivo, ficou conhecida como troca rápida de ferramentas, sendo a maneira mais eficaz de melhorar o setup. O tempo de setup da TRF, é dividido em quatro etapas:

- 50% para processamentos iniciais e ajustes;
- 30% para preparação de matéria-prima e dispositivos de montagem;
- 15% para centragem e determinação das dimensões das ferramentas;
- 5% para fixação e remoção de matrizes e ferramentas;

As oito principais técnicas de, Shigueo Shingo, para a redução do tempo de *setup* serão colocadas abaixo:

1. Separação das Operações de *Setup* Internas e Externas: a preparação e o transporte de moldes, gabaritos e das ferramentas podem ser feitas, quando ela estiver ligada (*setup* externo), deixando somente para retirar a ferramenta anterior, e colocar a nova, com a máquina desligada (*setup* interno).
2. Converter *Setup* Interno em Externo: padronização das matrizes, através da instalação de calços menores.
3. Padronizar a função e não a forma: colocar uma placa na borda de fixação da matriz, para padronizar as dimensões da peça produzida, podendo assim, utilizar os mesmos grampos em diferentes setups.
4. Eliminar os grampos: Eliminar o uso de parafusos longos que demandam muito tempo, ao invés disso utilizar fixadores com um único giro como, rasgo em U, método do furo em forma de pera, entre outros. Em muitas máquinas,

os fixadores não são necessários, sendo indicado sempre utilizar prendedores e cunhas, fazendo com que se reduza o tempo de setup

5. Utilizar dispositivos intermediários: Enquanto uma peça presa a um dispositivo é processada, a próxima já é centrada e presa a um segundo.
6. Adotar Operações Paralelas: Trabalhar com dois operários em uma máquina grande, para economizar movimentos e tempo, além de reduzir o *setup*.
7. Eliminar Ajustes: Empregar um padrão na máquina, para que não tenha necessidade de ajuste durante o *setup* interno.
8. Mecanização: Ela pode melhorar ainda mais o *setup* das máquinas, porém só deve haver investimento quando as outras técnicas estiverem sendo bem aplicadas.

3.1.4.8 NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO (*Heijunka*)

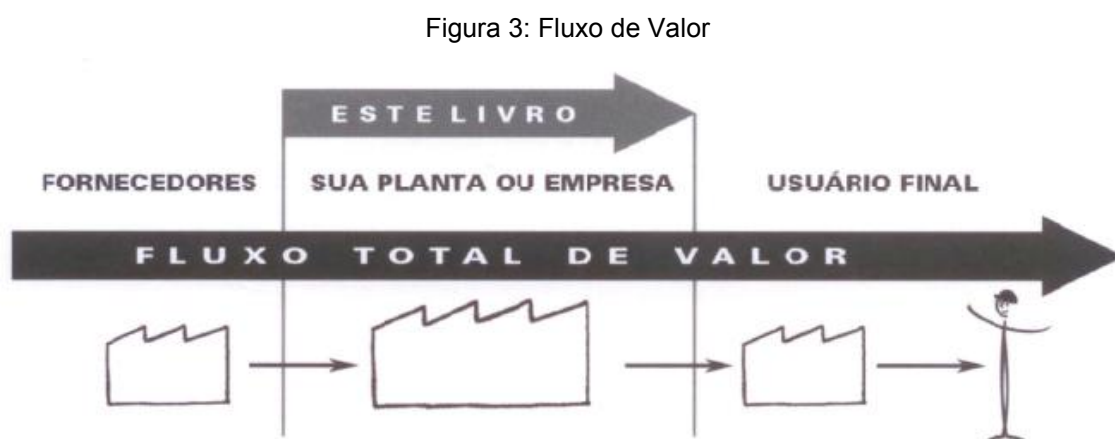
O nivelamento da produção é necessário, pois o cliente não compra os produtos de modo previsível e quanto mais nivelado está o mix de produção, mais rápido você responde as diferentes solicitações do clientes. De acordo com Liker (2005) existem quatro equívocos em um plano desnivelado:

1. O cliente não é previsível em seu pedido, portanto é importante que a fábrica tenha certa flexibilidade na fabricação dos produtos, para evitar estoques desnecessários.
2. Existe a possibilidade da fábrica não vender alguns produtos que a mesma produziu, entretanto, se a fabrica produz somente o que o cliente solicita ela não corre esses riscos.
3. O uso de recursos da fabrica é desnivelado, ocasionando grande mão-de-obra em um dia e pouca em outro. Enfim, é preciso nivelar a produção, a partir de mix de produtos, que dividem as tarefas ao longo do dia, dando flexibilidade e balanceamento a mesma.
4. Colocação de uma demanda desnivelada nos processos, não podendo responder a variações de pedido do cliente com urgência, que para isso é necessário manter grandes estoques. Mas, no entanto, com o uso do JIT, a demanda entre o processo e fornecedor é uniformizada, permitindo entregas diárias do último, e reduzindo estoques de maneira drástica.

Liker (2005) afirma ainda que é importante as empresas mudarem suas políticas de venda, com o intuito de manter uma demanda nivelada.

3.1.4.9 FLUXO DE VALOR

De acordo com Rother e Shook(2003) o fluxo de valor é toda ação, que pode ou não agregar valor, mas que é necessária para fazer com que um produto percorra todo seus caminhos desde a concepção, produção e o lançamento do mesmo. Um fluxo de valor deve ser entendido como melhoria do todo, e não somente das parte individuais. Para isso, esses dois autores citados desenvolveram uma metodologia de mapeamento de fluxo de valor, cobrindo o fluxo de produção “porta-a-porta”, desde a compra de matérias-primas, até a entrega ao cliente final, como mostra a Figura 3:



Fonte: ROTHER E SHOOK, 2003, p.3

3.1.4.9.1 MAPA DO FLUXO DE VALOR

Ainda os mesmos autores propuseram uma maneira simples para representar o mapa de fluxo de valor atual de uma empresa, sendo essencial segundo eles, objetos como, papel e caneta, além de escolher um produto da produção e colocar no papel uma representação visual a cerca de cada processo, para que então, possa ser planejado um estado futuro de como as coisas deveriam fluir. Eles ainda afirmam que, repetindo essa ação várias vezes é a maneira mais simples de enxergar o valor e as fontes de desperdício.

Para se iniciar o mapa de estado atual, primeiramente, é necessário selecionar uma família de produtos, que são aqueles que passam pela maior número de processos na empresa. A Figura 4 e 5 mostram, respectivamente, as etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor e a família de produtos.

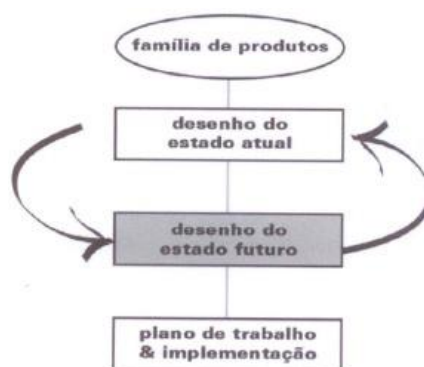
Pode-se observar na figura 5 que, o estado atual e futuro têm duplo sentido, pois para mapear o estado futuro é necessário conhecer com clareza o estado atual, e o inverso também é verdadeiro, pois com o mapeamento do estado futuro é possível obter informações que não foram vista no estado atual, com isso obter a melhoria contínua.

Figura 4: Exemplo de Família de Produtos

		Etapas de Montagem & Equipamentos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Fonte: ROTHER E SHOOK,2003,p.9

Figura 5: Etapas iniciais do mapeamento do Fluxo de Valor



Fonte: ROTHER & SHOOK, 2003,p.9

As Figuras 5 e 6 demonstram os ícones que devem ser utilizados para representar o estado atual e futuro.

Figura 6: Ícones do fluxo de informação. Fonte: ROTHER & SHOOK, 2003.

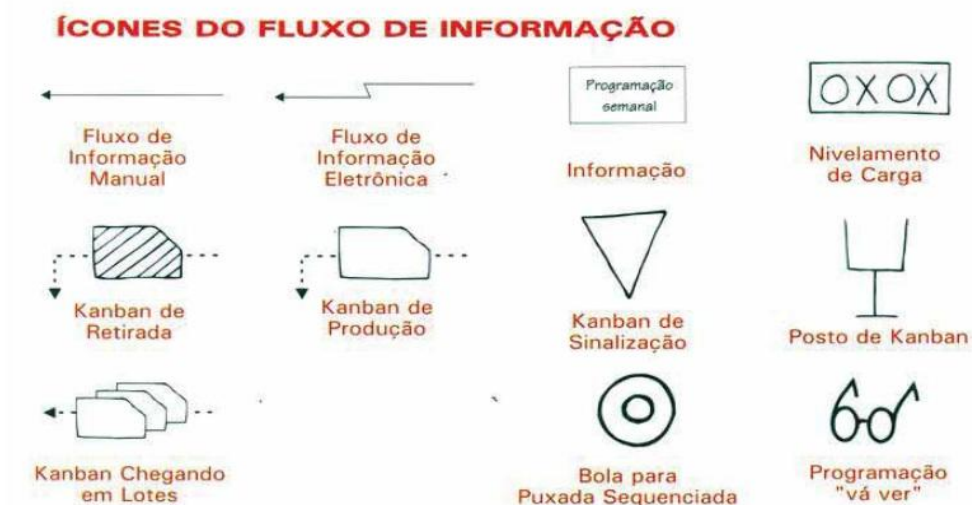
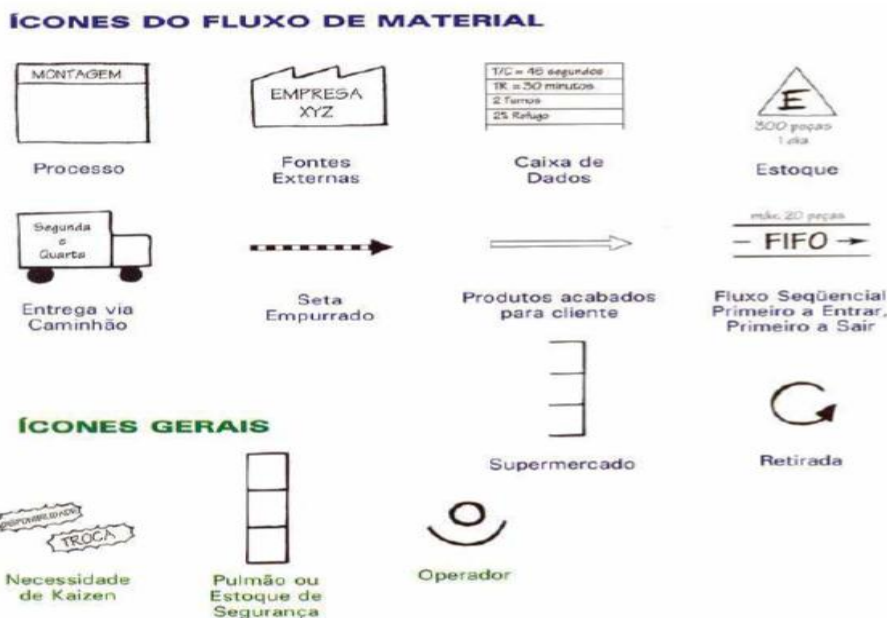


Figura 7: Ícones do fluxo de Material.



Fonte: ROTHER & SHOOK, 2003.

Na figura 6, pode-se observar a caixa de dados, que contém as informações de cada etapa do processo, sendo elas:

- Tempo de Ciclo(T/C): é o tempo para executar cada etapa do processo, como por exemplo, o tempo demora para serrar uma peça.
- Tempo de Espera(TE): é o tempo que cada etapa do processo aguarda para ser iniciada novamente, como, o tempo que uma peça aguarda até ser colocada no pacote final.

- Disponibilidade Real da Máquina(%): mostra a disponibilidade de cada equipamento, por exemplo, se há sempre um operador na máquina a disponibilidade da mesma é 100%.
- Número de Trabalhadores: é o número necessário de trabalhadores para operar o processo.

Segundo os autores Rother e Shook (2003) o que cria um fluxo de valor enxuto é fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita, além de que é importante:

- Produzir de acordo com o takt time.
- Desenvolver um fluxo contínuo onde houver possibilidade.
- Utilizar supermercados onde não for possível manter o fluxo contínuo.
- Enviar a programação do cliente somente para um processo.
- Distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente.
- É importante ao iniciar a produção nivelá-la.
- Desenvolver a habilidade de produzir uma peça todo dia.

3.1.4.10 CONTROLE VISUAL

Segundo Liker (2005) controle visual é um dispositivo que pode ser usado para observar o processo produtivo, máquinas e informações gerais da fábrica, verificando como os funcionários estão executando o trabalho. A partir disso é possível se determinar um padrão e, conseqüentemente, um desvio padrão para ações tomadas.

Womack e Jones (1992) ressalta que é possível ter uma visão a olho por parte de todos funcionários, colocando ferramentas, indicadores de desempenho e atividades da produção totalmente à vista.

De acordo com Dennis (2007) um sistema visual é um grupo de dispositivos visuais projetados para compartilhar informações rapidamente, sendo que há quatro tipos:

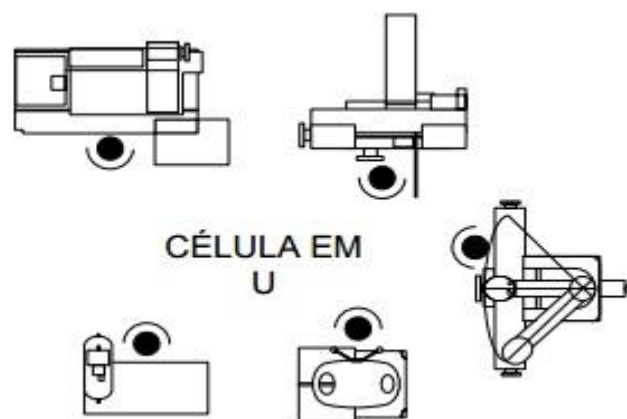
1. Indicador Visual: Eles fornecem informações, como por exemplo, placas de rua.
2. Sinal Visual: chama a atenção, como por exemplo, um semáforo.
3. Controle visual: limita comportamentos, por exemplo, como linhas de estacionamento de veículos.

4. Garantia: permite apenas a resposta correta, como por exemplo, desligar uma máquina automaticamente.

3.1.4.11 LAYOUT CELULAR

Em um sistema de produção enxuto, a maioria dos layouts das fábricas são os celulares, onde “as máquinas são agrupadas em células, e as células funcionam de uma forma bastante semelhante a uma ilha de layout de produção dentro de uma *job shop* maior ou layout por processo” (GAITHER E FRAZIER, 2002, p.200). O layout celular mais conhecido é em “forma de U” como representado na Figura 7:

Figura 8: Layout Celular em “U”



Fonte: SILVA, 2007

As vantagens do layout celular segundo Gaither e Frazier (2003) são:

- Facilita a automatização da produção
- Redução no custo e manuseio de materiais
- Simplificação com a mudança das máquinas
- Menor estoque de produto no processo
- Peças feitas e embarcadas com velocidade rápida.
- Diminuição do período de treinamento para os trabalhadores.

Ainda segundo os autores, existem dois requisitos para fabricar peças em células, que são:

1. Os lotes devem ser pequenos, com demanda grande e estável
2. As peças devem pertencer a mesma família, para que elas passem pelas mesmas operações.

3.1.4.12 PADRONIZAÇÃO

A padronização pode ser entendida como o esforço máximo por parte dos trabalhadores de uma empresa, com o objetivo de repetir e executar vários movimentos com perfeição, sendo que se não for assim, a falta dela é levada para a falha e o desperdício (Cantidio, 2009). Dentro de uma fábrica normal pode-se dizer que cada funcionário possui uma função específica, de acordo com seu cargo. Porém dentro de uma empresa enxuta é necessário seguir três passos no trabalho de fabricação padronizado, como preconiza o Ex-Presidente da Toyota, Fujio Cho, o takt time, a sequência de tarefas e o estoque que cada trabalhador necessita para realizar seu trabalho padronizado.

Segundo Womack, Jones e Roos (1992) a busca pela perfeição pelas empresas deve ser algo infinito, ou seja, a longo prazo. Sendo assim, a perfeição ocorre com o puro valor, que é definido pelo cliente, e com nada de desperdício. Contudo, Chaves Filho (2007) afirma que se a primeira melhoria não for padronizada, podemos nos perder antes de chegar a próxima. Então, Knowler (2007) diz que pelo ciclo de Deming, mais conhecido como PDCA (planejar, executar, verificar e atuar) pode ser uma ferramenta a auxiliar na padronização.

Figura 9: Ciclo PDCA



Fonte: <http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/>

De acordo com Periard (2012) o ciclo PDCA, tem como propósito inicial localizar problemas, assim como estabelecer planos de ação. Em seguida colocá-los em prática, para posteriormente verificar o atingimento das metas, e com isso, implantar a padronização. Ele ainda destaca cada etapa como:

- P = Plan(Planejamento): nesta etapa o gestor deve procurar quais são os elementos causadores de problemas, assim como, o que influencia os mesmos, para que possa analisar suas causa e definir um plano de ação eficiente.
- D = Do(Fazer): É importante executar as atividades que foram colocadas no plano de ação.
- C = Check(Checar): Avaliar os resultados obtidos com as execuções das atividades, com o uso de relatórios específicos
- A = Act(ação): tomar as providências descritas nos relatórios, se necessário traçar novos planos para melhoria da qualidade do procedimento, visando a correção de falhas e melhorando os processos da empresa.

Ainda Xenos (2004) afirma que, o PDCA deve ser girado em todos os departamentos de uma empresa, com o intuito de manter e melhorar seus processos.

3.1.4.13 TAKT TIME

Rother e Shook (2003) afirmam que, Takt time, é tempo que se deve produzir determinada peça, para que, a demanda dos clientes seja atendida no prazo correto. Seu cálculo é feito a partir do número de horas disponíveis de trabalho dividido pela demanda cliente.

Ainda segundo os autores, produzir de acordo com o takt time:

- Fornece uma rápida resposta para o problema
- Elimina causas de parada de máquina não desejadas
- Elimina tempos de troca em processos de montagem

3.1.5 PROPOSTAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA

O sistema Toyota de Produção ou Produção Enxuta não deveria ser implantado, desde que, se entenda todos os princípios sob os quais ele está embasado. É importante entender cada ferramenta e ver como ela se encaixa dentro do sistema produtivo, para que, não haja falhas e efeitos indesejáveis (SHINGO,1996, p.245).

Corrêa e Giancesi (1993) elencaram alguns pré-requisitos para que esse sistema funcione com sucesso, dentre eles:

- A alta administração deve ter plena convicção da eficácia do sistema.
- Os departamentos da empresa devem ser reduzidos.
- É importante sempre obter medidas de avaliação de desempenho.
- Trabalho em equipe é fundamental.
- Detalhamento cada vez maior dos processos, através de mapeamento, para que possa eliminar cada vez mais desperdícios.

Nazareno (2003) afirma que, as estratégias iniciais para implementação do sistema de produção enxuta são:

- Focar em uma família de produtos
- Treinar os funcionários e colaboradores

Os autores Womack e Jones (1992) demonstram em seu livro, etapas específicas, do início ao fim da implantação, além de dicas importantes, dado a vasta experiência que possuem nas empresas de sucesso espalhadas pelo mundo. As etapas são:

1. Sempre ter um líder na empresa para que os objetivos sejam atingidos.
2. Esse líder deve adquirir conhecimento com uma pessoa que entenda do tema, ou tenha experiência na prática.
3. A maioria das empresas fica sempre na zona de conforto, portanto, muitas vezes para implementação do pensamento enxuto é necessário criar problemas dentro da empresa, para que, todos sintam a real necessidade disso.
4. Utilizar estratégias simples no começo.
5. Fazer o mapeamento da cadeia de valor para cada produto, buscando atender às necessidades dos clientes.
6. Realizar uma atividade, como treinamentos, nas partes mais deficitárias da empresa.
7. Buscar resultados rápidos, apoiando-se em estratégias de benchmarking para avaliar o andamento dos mesmos.
8. Ampliar o escopo, através da ligação de diferentes partes da cadeia de valor, puxando a produção e desenvolvendo produtos para cada família.

Um dos maiores estudiosos do sistema Toyota de produção, Shigueo Shingo, ressalta algumas características importantes para implementação. São elas:

- Caso o ciclo de produção da fábrica for maior que o prazo de entrega, é importante reduzir drasticamente o primeiro, equalizando e sincronizado a produção e operações.
- Adotar a TRF e diminuir o tamanho dos lotes para atender a rápida mudança de pedidos.
- Reduzir as forças de trabalho, com o objetivo de dar um maior espaço a automação.
- Utilizar medidas para diminuição da quebra de ferramentas, parando as máquinas caso seja preciso.
- Nunca aplicar o STP, sem antes, ter conhecido uma empresa que o possua, para que se entendam os conceitos das técnicas utilizadas e não ocorra erros.
- Usar um estoque de amortecimento nas etapas iniciais de implantação do sistema, para usá-lo quando houver quebrar de máquina ou qualquer outra imprevisibilidade, portanto é importante que seja sempre baixo, para não impedir a visibilidade dos problemas que ocorrerão.
- “Ligar todas as plantas em um sistema de operações de fluxo completamente integradas” (SHINGO,1996,p.250).
- Os funcionários devem ficar longe das máquinas, e apenas resolver irregularidades da mesma, caso presente, pois essa atividade ajuda a reduzir os custo de mão de obra a longo prazo.
- Os defeitos devem ser eliminados, através de ferramentas de inspeção, controle de qualidade e dispositivos *Poya-yoke*.
- Utilizar o sistema *kanban* como meio de racionalização da produção.

Ainda o autor criou um cronograma de atividades para exemplificar, os tempos, que segundo ele podem ser ajustados. A Figura 10 demonstra:

para o planejamento e armazenamento de matéria primas, assim como, o estoque de produtos acabados. Além disso, fornece informações do ponto inicial ao ponto final de um produto, podendo se adaptar a necessidade dos clientes (CHOPRA & MEIDNL, 2011). A figura 12 ilustra um exemplo da integração da cadeia de suprimentos:

Figura 12: Integração da Cadeia de Suprimentos



Fonte: LAMBERT ET AL.,1998

A Figura 12 mostra como funciona a ligação de uma cadeia de suprimentos, com todas as etapas integradas de operações logísticas, do fornecedor até o consumidor ou cliente final.

Portanto, a partir do conceitos deste tópico, é importante entender como funciona o monitoramento dos prazos de entrega, sendo chamado de *lead time*, onde veremos no próximo tópico.

3.3.1 LEAD TIME

O lead time é o tempo compreendido entre a liberação de um pedido de compra ou produção, até momento em que o material referente ao mesmo está pronto para o uso. (CORRÊA; GIANESI & CAON, 2011).

3.3.1.1 CLASSIFICAÇÃO DE LEAD TIME

3.3.1.1.1 *Lead Time* de Produção

O *lead time* de produção é entendido como o tempo necessário para um peça percorrer todo fluxo de produção, sendo que, muitas vezes, os processos de

fabricação sofrem de atrasos inesperados, e durante os momentos que uma máquina ou processo estão parados devido à falhas logísticas, a produção sofre um impacto negativo, portanto o desempenho do lead time pode afetar o uma organização e, em geral, empresas que reduzem o lead time e controlam as variâncias que aparecem na produção, são mais flexíveis as necessidades dos clientes. (BOWERSOX & CLOSS, 2006).

3.3.1.1.2 Lead time de Fornecedores

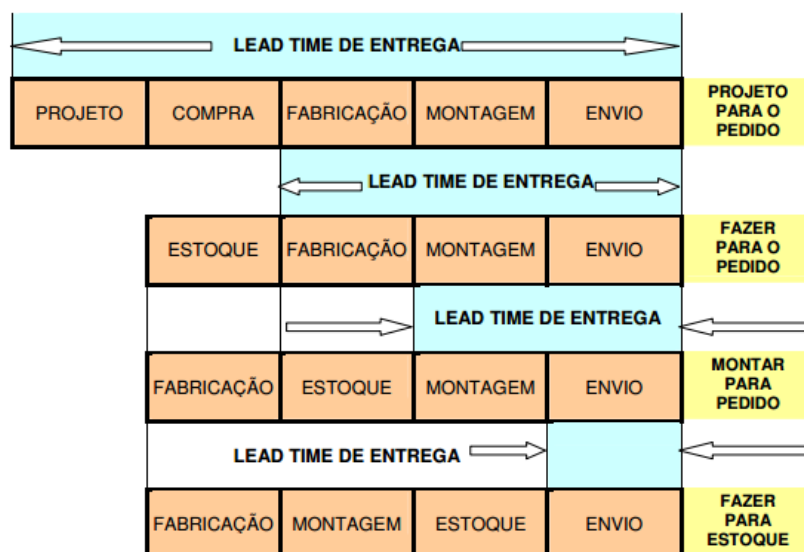
O lead time de fornecedores é o tempo compreendido entre o fornecimento de determinada quantidade de matéria-prima para fabricação do produto de um cliente, ou tempo para abastecer um centro de distribuição. Um atraso logístico, de um fornecedor, em relação ao prazo estipulado, pode resultar numa falha na linha de produção. É importante que se tenha o controle do lead Time dos fornecedores, para que, possa ser estimado o respectivo lead Time da empresa ao cliente final. A maneira mais precisa de conseguir controlar o lead time entre empresa e fornecedor é através do compartilhamento de informações entre ambos (LOCKE, 1996).

3.3.2 TIPOS DE PEDIDOS PARA ATENDER OS CLIENTES

Para atender ao pedido dos clientes, segundo Arnold (1999) existem quatro estratégias:

- Fabricação para Estoque (*Make-to-Stock*)
- Fabricação sob Encomenda (*Make-to-Order*)
- Montagem sob Encomenda (*Assemble-to-Order*)
- Projeto sob Encomenda (*Enginner-to-Order*)

Figura 13: Lead Time de acordo com o tipo de pedido



Fonte: ARNOLD, 1999

A Figura 12 representa o lead time de entrega ao cliente em relação aos diferentes tipos de pedido. Podemos observar que, os *lead times* dos produtos com fabricação sob encomenda (MTO) e para estoque (MTS) são diferentes, sendo estes dois os utilizados pela empresa deste estudo de caso. No tópico a seguir serão abordados estes 2 tipos de fabricação.

3.3.2.1 FABRICAÇÃO PARA ESTOQUES (Make-to-Stock)

A empresa produz seus produtos e os vende tendo como base um estoque de produtos acabados. O *lead time* de entrega nesse caso se resume ao tempo de envio do produto para o cliente, sendo que ele não possui envolvimento no projeto do produto (ARNOLD, 1999).

3.3.2.2 FABRICAÇÃO SOB ENCOMENDA (Make-to-Order)

O processo de fabricação não é iniciado até que receber a encomenda do cliente. O produto neste caso normalmente é padronizado, mas pode ser feito de acordo com especificação do cliente. O *lead time* de entrega corresponde ao tempo de fabricação, montagem e envio do produto ao cliente (ARNOLD, 1999).

4. METODOLOGIA PARA O ESTUDO DE CASO

4.1 ESTUDO DE CASO

Segundo Gil (1999) o estudo de caso consiste em estudar um ou mais objetos, para que seja possível o conhecimento amplo e detalhado do mesmo. Além disso, ele ainda destaca que, a busca de problemas com uma pesquisa exploratória deixa-o mais claro. De acordo com Miguel (2007) os passos para se avaliar um estudo de caso são:

- Apresentar uma revisão bibliográfica: demonstrando os conceitos a cerca do tema estudado, no caso deste trabalho, produção enxuta, para que, através disso seja possível argumentar com clareza, e o leitor tenha um entendimento total.
- Planejamento: como será tratado o caso, desde a coleta de dados do local onde foi realizado o estudo, com descrição do cenário atual, especificação e identificação do fluxo de valor na empresa de acordo com a visão do cliente, até a projeção de uma análise futura do que será preciso fazer para atingir a perfeição e melhoria contínua.
- Coleta de Dados: As medições feitas durante um determinado período, o volume de itens produzidos, quantidade de matéria-prima utilizada e observações a cerca dos principais problemas que envolvem o processo produtivo e a fábrica.
- Análise dos dados: A partir dos dados coletados será possível interpretá-los, chegar aos resultados e conclusão final, para isso, o auxílio de gráficos e figuras será de extrema importância.

4.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O presente trabalho foi realizado em uma serraria na cidade de Itapeva-SP. A empresa está no mercado a poucos anos e conta com aproximadamente 24 funcionários e colaboradores. A empresa produz cerca de 1150m³ de madeira serrada por mês. Entre os principais produtos que ela oferece, pode-se citar alguns, como, tábuas, ripas e longarinas, classificadas em primeira e segunda categoria,

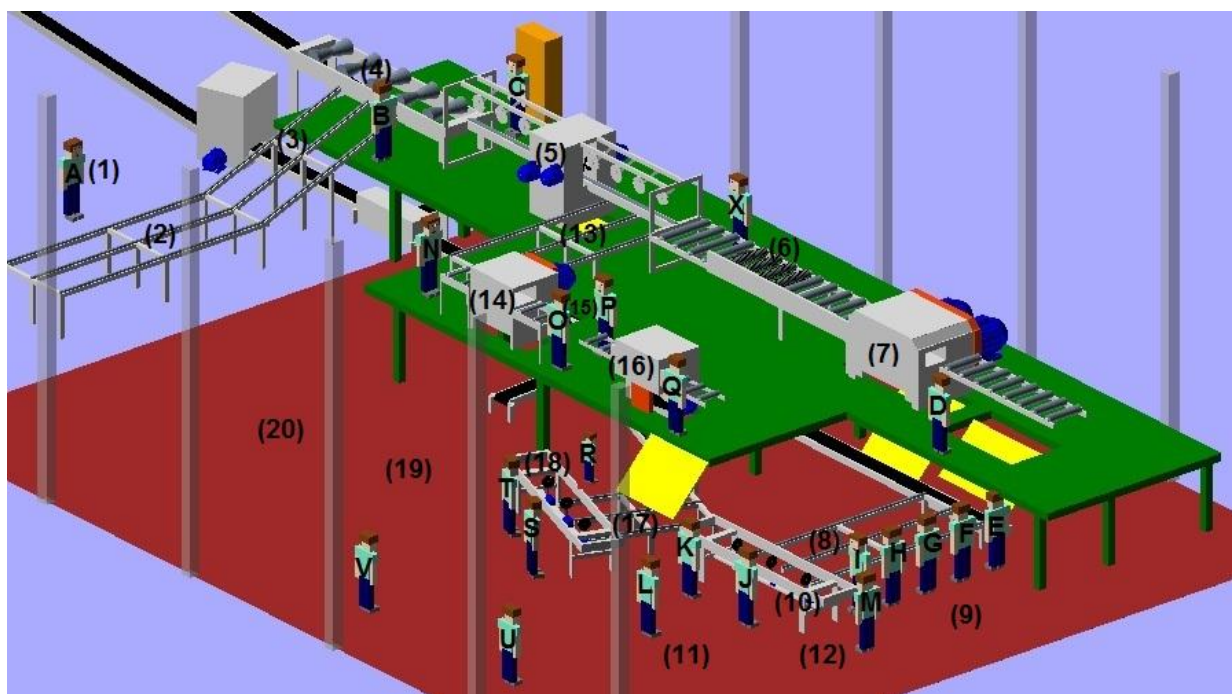
todas feitas com madeira de eucalipto reflorestado. A classificação das peças são feita de acordo com a presença de nós ou restos de casca na superfície da mesma. O destino dos produtos, em quase sua totalidade, é para empresas que produzem paletes, e alguns outras, como o ramo da tapeçaria e construção civil.

Os tipos de pedidos utilizados para atender a demanda do cliente são *make to stock* (MTS = Fabricação para estoque), principalmente com peças de segunda categoria, e *make to order* (MTO = Fabricação sob encomenda), com produtos de primeira e sob medida, de acordo com a especificação do cliente, sendo que, algumas delas que já são padronizadas. A empresa em questão não possui certificados ou selos de qualidade, e apesar da maioria dos seus clientes visarem isso, ela ainda consegue atender à exigência da maioria.

4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A descrição do processo produtivo será feito conforme a Figura 14, que representa o *layout* da fábrica.

Figura 14: *Layout* da serraria do estudo de caso



Fonte: Autoria Própria

O processo de produção da serraria é realizado conforme a descrição abaixo:

- A entrega de toras é realizada diariamente através de diversos fornecedores. Com o pedido de cada cliente em mãos, o encarregado de produção dá start ao processo.
- A tora é retirada da pilha do estoque e colocada na mesa unitizadora¹ de toras (2) através de um trator munck² por um operador A (1).
- O operário B empurra a tora para a mesa transportadora de toras (3) que chega a mesa centralizadora (4).
- A partir daí um operador C aciona uma chave automática que empurra a tora para a serra circular quádrupla (5), onde é feito um corte paralelo as fibras na vertical.
- O bloco retirado em (5) passa por uma rosca sem fim (6), girando a madeira em 90°, seguindo em direção a serra circular múltipla(7).
- Na múltipla (7) o bloco é fatiado em várias tábuas. Na saída da máquina um operador D joga as tábuas em uma esteira transportadora de tábuas(8).
- As peças da esteira (8) são classificadas em madeiras de primeira e segunda categoria por 4 funcionários (E,F,G e H).
- De acordo com os pedidos, as peças de cada classe são ou não cortadas.
- As peças não destopadas³ são empacotadas(9) diretamente pelos mesmos 4 funcionários(E,F,G e H).
- O restante é colocada por um funcionário I na serra circular destopadeira 1 (10), sendo divididas em pacotes de primeira categoria (11) por 3 operadores (J,K e L), e de segunda (12) com 1 operador (M).
- As costaneiras que são retiradas na quádrupla(4), caem em uma mesa transportadora transversal (13) e vai para um processo secundário.
- Um operador N coloca a costaneira na serra circular refiladeira (14), onde se retira o bloco usinado da costaneira. Na saída da máquina, dois operários (O e P) retira-o da máquina (14), sendo que, um deles joga os restos na esteira transportadora de resíduos (15) e o outro pega o bloco e coloca na serra circular de desdobro (16).
- A múltipla (16) tem 3 serras horizontais e um operador Q retira as ripas da máquina e jogam elas em uma esteira transportadora de ripas (17).

¹ Agrupa volumes de madeira

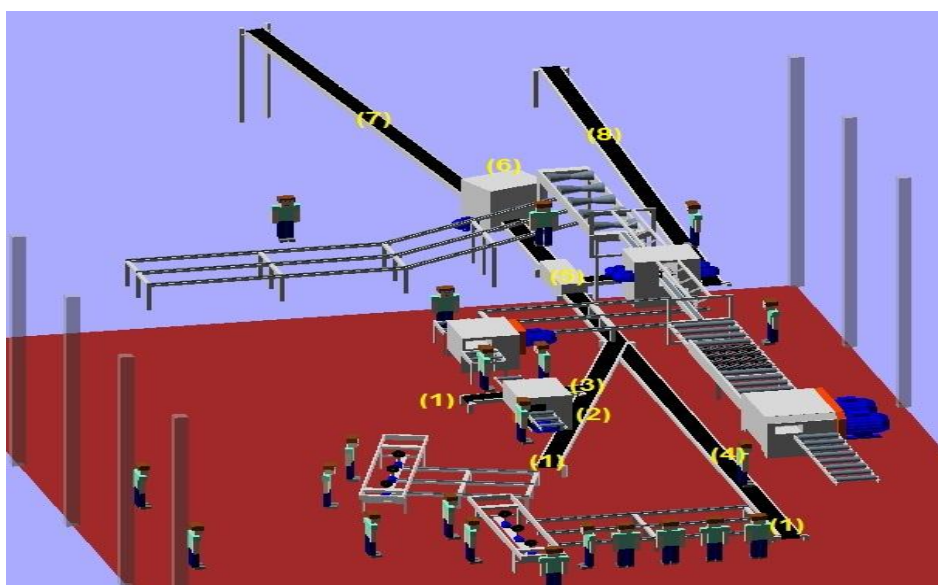
² Garra acoplada no trator para transportar a tora até a mesa

³ Corte Feito no topo de uma peça de madeira

- Um funcionário R coloca algumas ripas em pacotes, e outras são cortadas na serra circular destopadeira 2 (18), separadas por 2 operadores (S e T) em madeiras de primeira (19) e segunda categoria (20) para formar cada lote.
- Finalmente um empilhadeirista U retira todos os pacotes produzidos e coloca-os em estoque.
- Os funcionários indicados por V e X são, respectivamente, o encarregado de produção e manutenção.

Os resíduos provenientes do processo, como pó de serra, cavaco e casca de madeira são jogados em correias transportadoras como mostra a Figura 15:

Figura 15: Layout do transporte de resíduos serraria.



Fonte: Autoria Própria

Como pode ser observado, na Figura 15, o *layout* de transporte de resíduos na serraria são:

- Os restos das madeiras destopadas são jogados manualmente, por um funcionário em (1).
- Em (2) é representado o resíduo que sai dentro da serra circular de desdobro.
- Em (3) o resíduo proveniente da serra circular refiladeira.
- Em (4) o resíduo da serra circular multilâmina.
- Em (5) está a peneira que separa os resíduos, sendo que, o pó cai para baixo e segue para o transportar o pó(8), já as partículas grossas e a casca passam reto e vão direto ao picador (6), sendo convertidas em cavaco e colocadas no transportador (7).

Após a descrição da empresa, do processo, divisão dos produtos em família e análise do fluxo de valor atual, será apontada a explanação de seus principais problemas e melhorias para a mesma, para que atenda o pedido dos cliente com menor *lead time*, elimine os desperdícios que estão ocorrendo e, conseqüentemente, reduza seus custos gerais. Para isso, estarão sempre sendo mencionando os conceitos de produção enxuta, que está detalhado no capítulo 3 deste trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DOS PROBLEMAS ATUAIS DA EMPRESA

Na fábrica em geral, existem dois problemas que ocorrem frequentemente, que acabam atrasando e diminuindo o volume de produção diário, e conseqüente, o *lead time* de entrega aos clientes:

- Nos dias de chuva, ocorre a formação de lama no pátio de produção, em função do chão da fábrica não possuir revestimento de concreto, com isso, dificulta a movimentação dos trabalhadores e causa atolamento da empilhadeira na retirada dos lotes.
- Enchimento do pátio de cavaco e pó, causado pela grande quantidade de resíduos gerados na fábrica, ocasionado travamento na correia transportadora, sendo necessário, muitas vezes, parar a produção, e retirar os resíduos com ajuda de um trator.

No que tange as máquinas do processo produtivo, elas apresentam um layout adequado, em forma de células, sendo um fluxo de produção contínuo. No entanto, após serra circular multilâmina, não há sincronização entre as etapas da produção, sendo que, as máquinas que iniciam o processo são mais rápidas, como mostra na Figura 16. O trator munck, a quádrupla e múltipla possuem um tempo superior aos outros processo posteriores, como a classificação, destopagem e empacotamento das peças de madeira, fazendo com que, gere estoque em processo. A Tabela 1

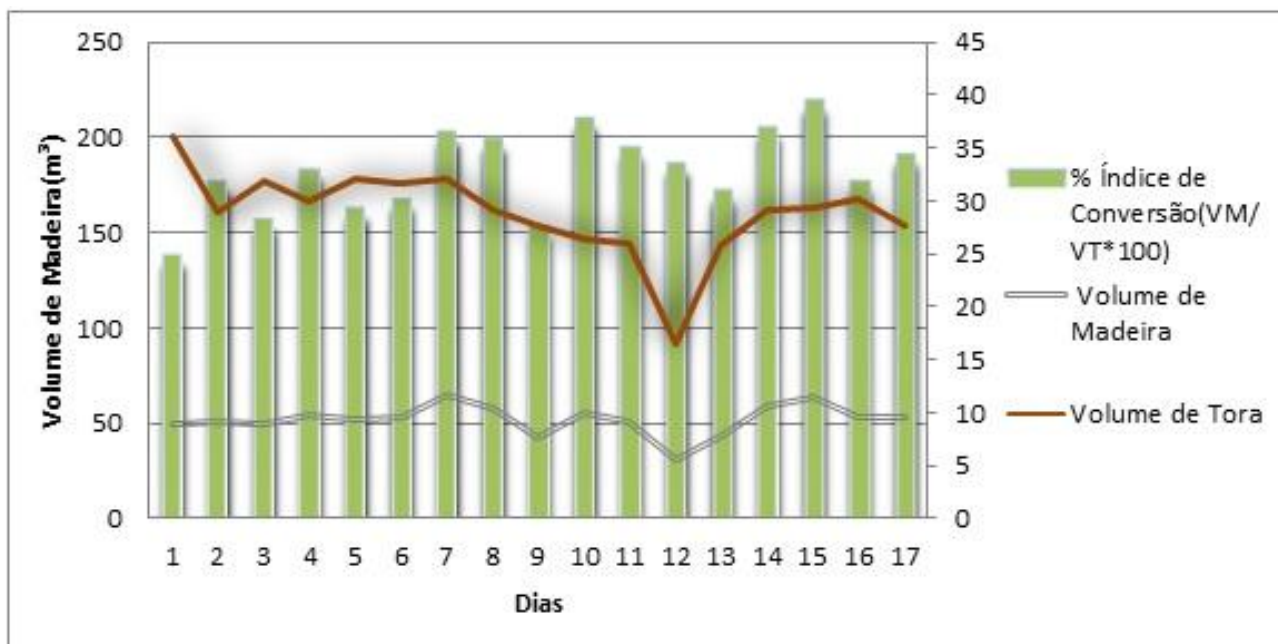
ilustra as principais avarias ocorridas nas máquinas durante o processo de produção:

Tabela 1: Principais problemas das máquinas da serraria

Máquina \ Problema	Quebra de correia	Travamento da máquina	Quebra da corrente	Sem Coletor de Resíduo	Problema Elétrico	Faca não afiada	Entupimento da máquina
Picador	x					x	
Peneira de pó		x			x		
Serra Circular Destopadeira			x	x	x		
Serra Circular Quádrupla	x	x					x
Serra Circular Refiladeira		x			x		
Mesa Transportadora de Tábuas			x				x
Esteira de resíduos	x						x

Fonte: O Autor

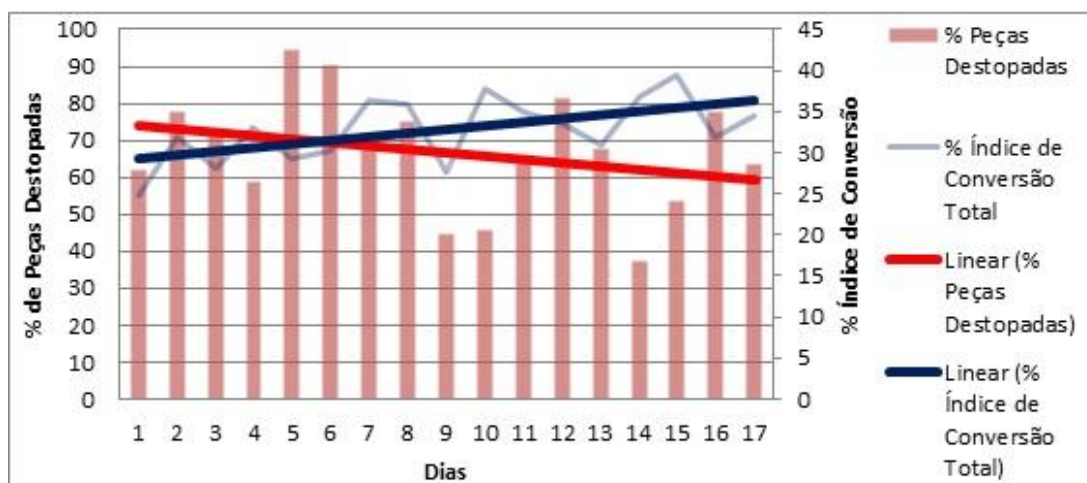
Os problemas abordados na tabela acima são comuns na maioria das máquinas, ocasionados pela manutenção preventiva na serraria, o que poderia reduzir, significativamente, as quebras das ferramentas e paradas dos equipamentos. Além disso, disso é importante citar o desperdício que ocorre com a matéria-prima utilizada no processo, que são as toras de eucalipto. O Gráfico 1 demonstra o volume de peças ou produtos de madeira produzidos, em relação ao volume de tora gasto (em m³ estéreo), ao longo de um determinado período de dias, e a razão entre os dois, chamada de índice de conversão dada pela divisão do volume total produzido pelo volume gasto em tora.

Gráfico 1: Volume de madeira em m³ por dia e índice de conversão

Fonte: Autoria Própria

Atualmente os índices de conversão diários estão sendo muito variáveis, como mostra o Gráfico 2, o que implica em maiores desperdícios em um dia, e menores em outros. Olhando para o Gráfico 1 o menor índice de conversão foi no dia 1, com uma taxa de 24,87%, já a melhor conversão é vista no dia 15, em torno de 39,37%. A partir desses dados não foi possível chegar a nenhuma conclusão que explique a variação do índice de conversão. Recorrendo a literatura, Ponce(1992) afirma que, quanto maior a necessidade, ou seja, quanto maior o número de passagens forem necessária à madeira, menor é o rendimento, e quando uma serraria produz peças de grandes dimensões, normalmente tem maiores rendimentos, ao contrário das que produzem peças pequenas. Ainda Gatto (2002) ressalta que a qualidade e rendimento da madeira são influenciados pelo desdobro, pois serrarias com grande variação, como é o caso do objeto de estudo, estão sujeitas a rendimentos menores. Sabendo disso, foi traçado um gráfico da quantidade de peças destopadas, ou seja, as que passaram por mais serras, e com uma linhas de tendência, é possível observar o comportamento do Gráfico 2 abaixo:

Gráfico 2: % de Peças Destopadas e o Índice de conversão Total



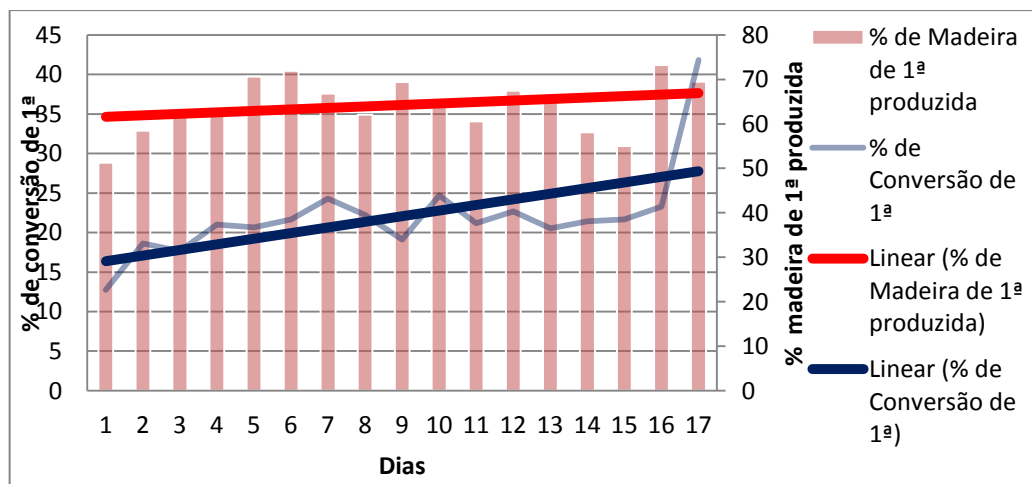
Fonte: Autoria Própria

- Observa-se que diminui a % de peças destopadas, em relação ao volume total de peças produzidas, de acordo com uma linha de tendência linear, aumenta o índice de conversão.
- O inverso também é verdadeiro, pois quanto maior a % de peças destopadas em relação ao total, menor tende a ser o índice de conversão, ou mais conhecido como rendimento.

Outra tendência que podemos observar no Gráfico 3 é um aumento significativo das madeiras de primeira, conforme aumenta-se o índice de conversão das mesmas, que é dado por:

$$\% \text{ de conversão de } 1^{\text{a}} = \frac{\text{Volume de Tora usada no dia}}{\text{Volume de madeira de } 1^{\text{a}} \text{ produzida no dia}}$$

Gráfico 3: Índice de conversão de 1ª em relação a % de peças produzidas



Fonte: Autoria Própria

Já que o objetivo da empresa é gerar mais madeiras de 1ª, pois o lucro total é maior, observa-se que é preciso:

- Melhorar a conversão de primeira, ou seja, que o total de toras convertidas em madeiras de 1ª esteja sempre acima de 24% e para isso é necessário adotar padrões de qualidade no processo.
- Investir em matéria-prima de qualidade, ou melhor, em toras com diâmetros consideráveis, acima de 18 cm, que não gere tantos resíduos, e diminua a produção de peças de 2ª categoria, o que consequentemente, aumentará a quantidade de primeira.

5.2 FAMÍLIA DE PRODUTOS

Para que seja possível fazer uma análise do fluxo de valor de todo o processo é necessário dividir os produtos em família, que são as madeiras de primeira e segunda categoria. Dentro de cada categoria existem tábuas, ripas e longarinas. O principal foco da empresa é nas madeiras de primeira, pois elas apresentam uma maior margem de lucro, porém como não é possível somente produzir somente delas pelas imperfeições da matéria-prima, acabam saindo algumas peças de segunda categoria.

A Tabela 2 mostra as etapas do fluxo de cada produto no processo.

Tabela 2: Etapas do fluxo de produção de cada produto

Máquina Produto	Serra Quádrupla	Serra Refiladeira	Serra Múltipla	Serra Desdobro	Serra Destopadeira	Serra Esteira	Serra Destopadeira
Tábua Curta 1ª	x		x			x	x
Tábua Curta 2ª	x		x			x	x
Tábua Longa 1ª	x		x			x	
Tábua Longa 2ª	x		x			x	
Ripa Curta 1ª	x	x		x	x		
Ripa Curta 2ª	x	x		x	x		
Ripa Longa 1ª	x	x		x			
Ripa Longa 2ª	x	x		x			
Longarina	x		x			x	x

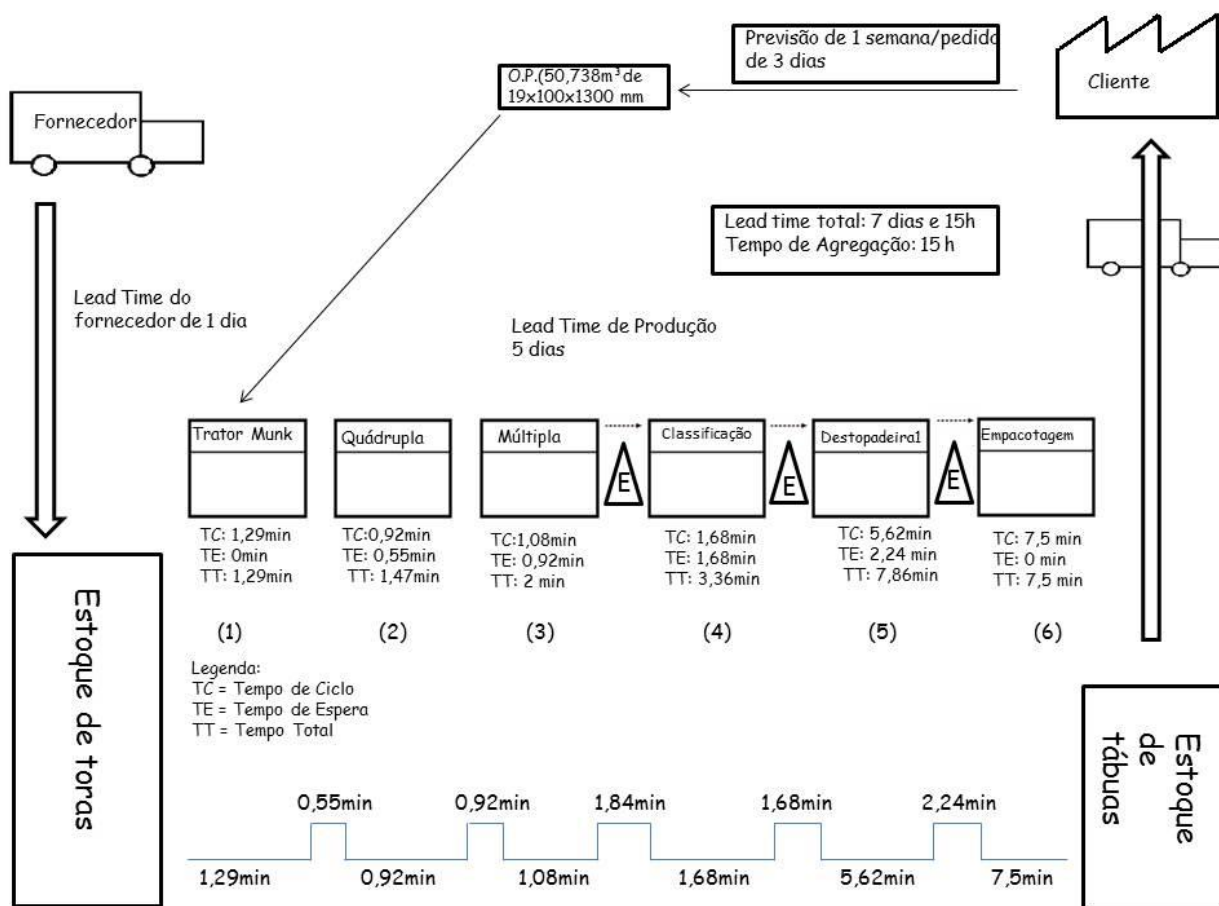
Fonte: Autoria Própria

É possível observar na Tabela 2 que, as peças curtas são as que passam por mais etapas durante o processo. Portanto, a partir disso, chegou-se em um consenso de escolher somente um produto, para que seja possível representá-lo no mapa do fluxo de valor, pois para cada um dos produtos exige-se um tempo de produção diferente. A tábua de primeira com medida 19 x 100 x 1300 mm foi a escolhida, pois possui a maior demanda pelo cliente, margem de lucro ao dono e valor agregado de qualidade ao consumidor, além de que, engloba mais processos, podendo propiciar o estudo da diminuição dos tempos de cada processo no estado futuro.

5.3 MAPA DE FLUXO DE VALOR NO ESTADO ATUAL

Neste tópico é apresentando o mapa de fluxo de valor, no que tange ao estado atual da empresa. O tempo de cada operação ou processo será medido com base no produto escolhido no tópico anterior. A Figura 16 representa as operações de fluxo realizadas em toda cadeia de suprimentos da fábrica.

Figura 16: Mapa do fluxo de valor atual



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 16, os tempos de ciclo e espera, representados ao lado do quadro de processo, foram medidos na fábrica, com auxílio de um cronômetro, considerando o tempo que uma tora de $0,090\text{m}^3$ leva para completar os processos (1,2 e 3) e uma tábua de $19 \times 100 \times 1300$ completa os processos (4,5,6). Na Figura 16 os tempos foram por m^3 , como mostra a Tabela 3:

Tabela 3: Descrição dos tempos de ciclo e espera dos processos

T.C e T.E Processo	T.C.(segundos/ tora ou tábua)	T.C.(s/peça)	T.C. (min /m^3)	T.E(s/ tora ou tábua)	T.C.(s/peça)	T.E. (min/m^3)
Trator Muck (1)	7	0,38	1,29	3	0,16	0,55
Quádrupla (2)	5	0,27	0,92	5	0,27	0,92
Múltipla (3)	5	0,32	1,08	10	0,64	1,84
Classificação (4)	2	2	1,68	2	2	1,68
Destopadeira 1 (5)	5	5	5,62	2	2	2,24
Embalagem (6)	3	3	7,5	0	0	0

Fonte: Autoria Própria

No tópico a seguir será discutido e analisado o estado atual da empresa, assim como seus problemas, para que, a partir disso, possa chegar ao estado futuro.

5.4 ANÁLISE DO MAPA DO ESTADO ATUAL

Iniciando-se o mapa pela relação do fornecimento de toras, observa-se que, o abastecimento das mesmas, são feitos com base na produção média diária da serraria, que fica em torno de $52,04\text{m}^3$. A serraria tem aproximadamente quatro fornecedores, que entregam as toras diariamente, com um volume médio de 200m^3 estéreo por dia para atender essa demanda de madeira serrada. Nenhum problema foi notado em relação ao fluxo de valor nesta parte do processo, já que os fornecedores são altamente confiáveis e possuem uma boa velocidade de entrega da matéria-prima.

No processo de produção da tábua 19x100x1300 mm, como ilustra a figura 16, temos o tempo de ciclo de cada processo, de espera(entre um processo e outro). Olhando para o ciclo de cada processo vemos que, o fluxo do muck até a serra circular múltipla é contínuo, entretanto, os tempos de classificação, destopagem e embalagem, que compreende os processos 3 a 6, ficam totalmente dessincronizados em relação aos primeiros processos.

A partir disso, calcula-se a carga de tempo adequada (CTA) para produzir esse produto, com base na demanda média semanal da serraria(DM), que é de 47 pacotes com 400 peças, correspondente a 51,04m³.

$$CTA = Demanda \left(\frac{m^3}{semana} \right) \times T.C \text{ empacotamento} \left(\frac{min}{m^3} \right)$$

$$CTA = 51,04 \times 7,5$$

$$CTA = 382,8 \text{ min/semana}$$

A carga de tempo real (CTR) de produção do produto em uma semana, na atual situação da serraria, com base em anotações realizadas na fábrica, durante esse período, foi de:

$$CTR = 1290 \text{ min/semana}$$

Portanto, há um tempo desperdiçado de 907,2 min por semana na produção deste produto, que se referem aos desperdícios de espera na produção e movimentação inadequada dos trabalhadores, que aumentam o tempo de espera dos processos e, além disso, os frequentes problemas que ocorrem nas máquinas e na serraria como um todo, agravam ainda mais esse quadro.

Com base nos tempos, são calculados o *takt time* do processo real (TTR) e o adequado (TTA), para o produto em questão:

$$TTR = \frac{CTR}{DM} \quad (1)$$

$$TTR = 25,27 \text{ min/m}^3$$

O *takt time* real atualmente no processo é de 25,27 min por m³ do produto serrado na semana.

$$TTA = \frac{CTA}{DM} \quad (1)$$

$$TTA = 7,5 \text{ min/m}^3$$

O *takt time* adequado para o processo em questão é de 7,5 min por m³ do produto serrado na semana. A Tabela 4 resume as cargas de tempo real e a adequada:

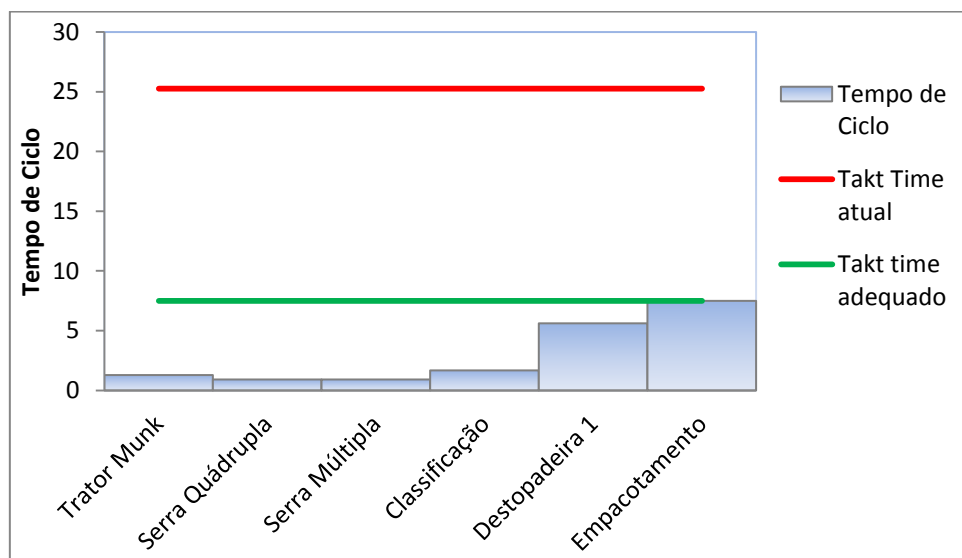
Tabela 4: Tempos de produção real e o adequado

Tempo	CTA (Carga de Tempo Adequada)	CTR (Carga de Tempo Real)
Minutos	382,8	1290
Horas	6,38	21,5
Dias	0,73	2,46

Fonte: Autoria Própria

A partir disto, o Gráfico 4 mostra a comparação dos tempos de ciclo, com o *takt time* atual ou real e o adequado.

Gráfico 4: Tempo de Ciclo x *takt time* estado atual



Fonte: Autoria Própria

De acordo com a Figura 4, o *takt time* adequado de produção do produto é igual ao tempo de ciclo do último processo, o de empacotamento, sendo que, é o mais demorado.

Outro ponto interessante para analisar, é a forma atual do atendimento aos clientes nas ordens MTO, que são prioritárias no lucro da empresa, como mostra a Tabela 5:

Tabela 5: Atendimento aos clientes no estado atual

Dias	Cliente A	Cliente B	Cliente C
1	Ordem 001	x	x
2	Ordem 001	x	x
3	Ordem 001	Ordem 002	x
4	x	Ordem 002	Ordem 003
5	Ordem 001	x	Ordem 003
6	x	x	x
7	x	x	x
8	x	Ordem 002	x
9	x	Ordem 002	x
10	x	Ordem 002	x
Lead Time de Produção	5 dias	8 dias	2 dias

Fonte: O Autor

Os métodos de produção tradicional, estão sendo empregados na serraria atualmente, sendo que, por exemplo, três pedidos que contêm tábuas de duas diferentes dimensões (X e Y) são produzidos da seguinte forma:

- A tábua com dimensão X é produzida pela manhã do dia 1 e termina ao final do dia 3, para então, trocar o *setup* das máquinas.
- No dia 4, é dado início a produção da tábua de dimensão Y, que acaba sua produção ao final do quinto dia.

O lead time dos produtos, visto na tabela 4, tendo-se em vista o *takt time* do processo atual, está elevado, haja visto que, não existe um nivelamento do mix de produção, ou seja, todos os clientes estão recebendo seus produtos com prazos maiores ao esperado, em função do inadequado controle e planejamento das ordens de produção.

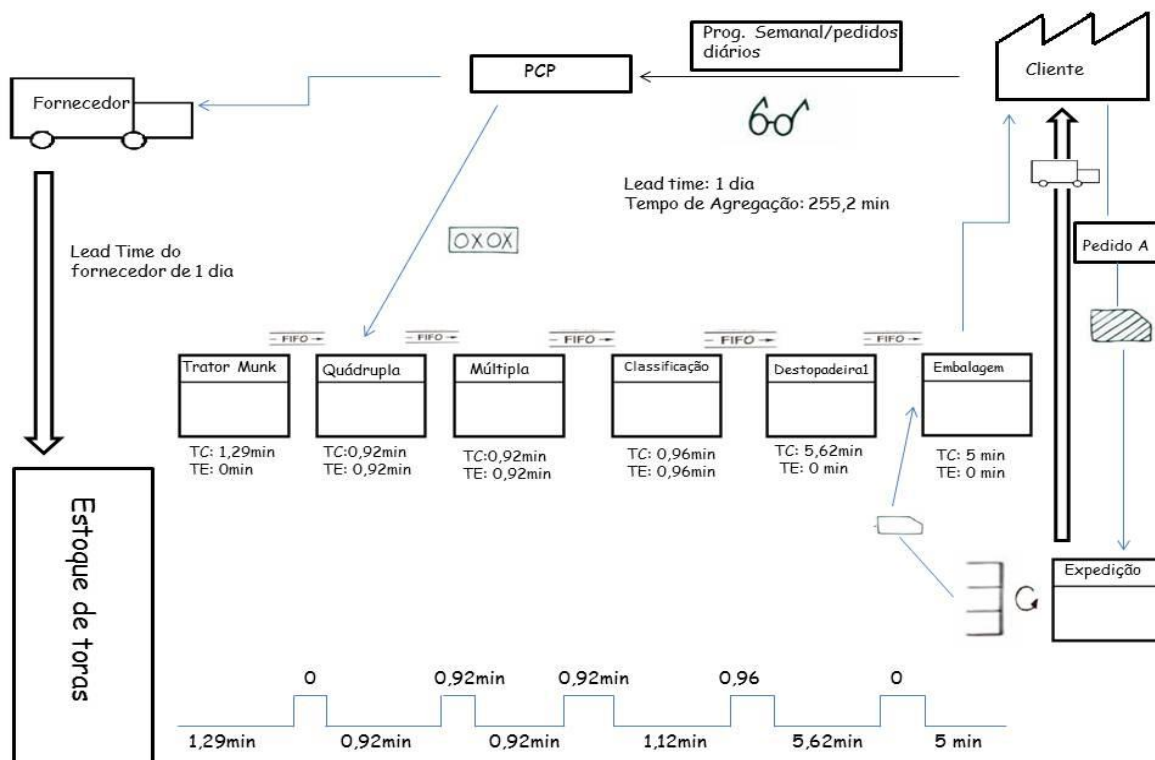
5.5 PROJETO DE APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA NA EMPRESA

Antes de iniciar esse projeto, é necessário se perguntar: “É viável, serem aplicados os conceitos e ferramentas da produção enxuta em uma serraria madeireira de pequeno porte, a fim de que ocorra diminuição do *lead time* de produção e entrega aos clientes, mantendo a qualidade dos produtos, sem o custo de novos equipamentos e/ou recursos humanos?”. A resposta é: Sim, através de melhorias no fluxo de valor, será possível eliminar os desperdícios de espera no processo, para que se estabeleça um ritmo adequado e contínuo. Além disso, o planejamento e nivelamento da produção, poderá proporcionar uma redução significativa na diminuição do *lead time* total de atendimento ao cliente. A seguir apresentaremos o mapeamento do fluxo de valor futuro.

5.6 FLUXO DE VALOR NO ESTADO FUTURO

O mapa do fluxo de valor projetado para o futuro é baseado em situações realísticas, há visto que, existe grande quantidade de automatização e mão de obra espalhadas pelo chão de fábrica, e na situação atual, o trabalho não está sendo executado de forma padronizada, ou seja, de acordo com um *takt time* adequado a demanda do cliente. Para isso é necessário um fluxo contínuo de produção, sem a presença de estoques em processo “work in process”, e buscando-se ao mesmo um nivelamento do mix de produtos, com a diminuição dos lotes, em vista da grande variedade de produtos e clientes que a empresa atende. Devido a isso, é de extrema importância que as máquinas estejam sempre reparadas com manutenção autônoma realizada pelos próprios funcionários, para que evite paradas ou problemas desnecessários. O preparadores de *setup* deve estar focados em diminuir o tempo de troca das ferramentas, para que consiga variar os lotes de produção. O controle visual, se torna um acessório básico para guiar os operários a produzir no tempo estabelecido. Na figura 17, tem-se o mapa do fluxo de valor projetado para o futuro.

Figura 17: Mapa do fluxo de valor no estado futuro



Fonte: O autor

O mapa da Figura 17 exprime as modificações do atual fluxo de valor, para que ele se torne enxuto. Observa-se que os tempo de espera de alguns processos foram eliminados. O fluxo entre a múltipla e destopadeira se tornou contínuo, a fim de eliminar problemas de não atendimento do *takt time* do processo. Os pedidos dos clientes passaram a ser encaminhado direto a expedição e também ao PCP, sendo o primeiro, responsável em controlar o estoque de produtos acabados, utilizando um kanban, fixado no quadro *heijunka box*, com função de nivelar e disparar a produção de um *pitch* ou pacote de peças. O envio do pedido ao PCP possibilita o planejamento semanal e diário para comandar as atividades de produção, com um encarregado que fica responsável em ordenar a sequência de produtos a serem produzidos. Portanto, assim que cada *pitch* é concluído, o cliente recebe uma informação eletrônica a cerca do andamento de seu pedido, para que possa se nortear no controle da cadeia de suprimentos. Os tempos de ciclo e espera de alguns processos foram diminuídos, realocando operadores de algumas partes do processo e colocando-os nas mais necessitadas, deixando a máquina trabalhar com mais liberdade (*autonomia*), através de um treinamento, feitos nos funcionários, para que operem mais de uma máquina ou realize outras funções ao mesmo tempo.

As mudanças realizadas na posição de trabalho dos operadores, baseado na figura 14, foram:

1. Os operadores O e P foram transferidos para classificação, para puxar o processo anterior, o qual o atual estava gerando estoque em processo. Suas antigas posições foram substituídas pelos funcionários N e Q que foram treinados para operar a essas funções sozinhos.
2. O Funcionário M responsável em operar a destopadeira, perdeu sua função, pois com o fluxo contínuo de entrada de tábuas nessa máquina, não é necessário operador de controle, já que a esteira gira sem paradas.
3. O funcionário Z responsável em recolher resíduos que caem das esteiras transportadoras, foi colocado junto ao empacotamento, para que o tempo de ciclo desse processo pudesse ser igualado ao de entrada de tábuas na destopadeira.

É importante ressaltar que, para o espaço de trabalho fique adequado, de acordo com a realocação feita nos funcionários, é importante seja aumentado o tamanho da esteira de classificação e da saída da destopadeira, mas isso é apenas um detalhe a acrescentar, que envolveria custos mínimos, mas esse não é o objetivo deste trabalho.

O takt time do empacotamento no estado futuro é calculado abaixo:

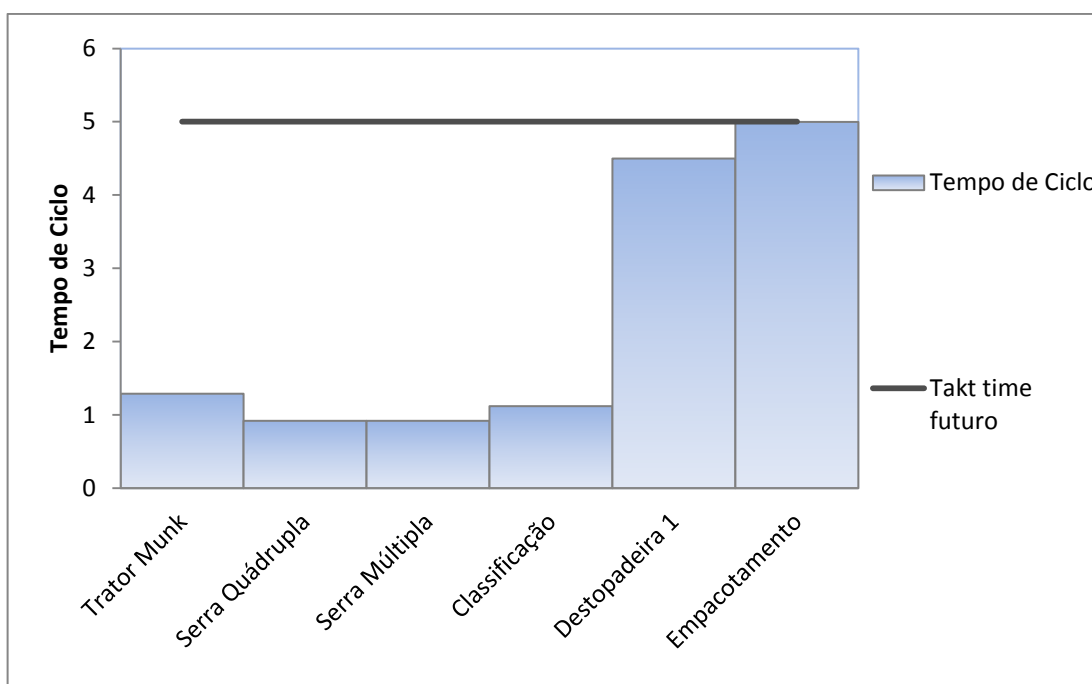
$$takt\ time\ futuro = \frac{CTF}{Demanda\ do\ cliente}$$

- Demanda média semanal = 51,04m³
- A Carga de tempo disponível no futuro (CTF) = 255,2min/semana

Então, $o\ takt\ time\ futuro = 5\ min/m^3 = tempo\ de\ ciclo\ de\ empacotamento$

O Gráfico 5 abaixo representa o tempo de ciclo das máquinas, comparado ao takt time do processo do produto, que foi representado no fluxo de valor futuro do estado futuro:

Gráfico 5: Takt time x Ciclo de produção estado futuro



Fonte: Autoria Própria

A diminuição do *takt time*, observada na relação entre o mapa de estado futuro com o atual, refere-se ao aumento de um funcionário no processo de empacotamento. As mudanças feitas no fluxo de valor, para que seja possível diminuir os desperdícios e o lead time de atendimento aos cliente, e consequentemente, tornar a produção enxuta em um futuro próximo são explicadas no próximo tópico com mais detalhes.

5.6.1 MÉTODO DE APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS NA MELHORIA DO PROCESSO BASEADAS NO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO

5.6.1.1 CONTROLE VISUAL

Atualmente não existe nenhum dispositivo ou sistema de controle visual implantado na empresa, e sim uma pessoa que se denomina encarregado de produção, que dá ordens de produção de determinado produto, ou corrige erros. Entretanto, alguns funcionários não o obedecem, e realizam o trabalho como querem, e isso fica difícil dos sócios-proprietários enxergarem, já que quando estão presente, todos executam suas funções perfeitamente. Nesse sentido pensando no atendimento ao cliente de acordo com o *takt time*, e controle de estoque via *kanban*, viu-se a necessidade de utilidade quadro de controle de processo, fixado ao lado da

embalagem, para que todos os tenha visão de informações como, o número peças faltantes a produzir de cada lote, o *takt time* do processo, e o ciclo para se executar cada atividade, afim de que o encarregado saiba com exatidão quantas pessoas devem estar trabalhando continuamente para atender a demanda do cliente. O quadro funcionará da seguinte maneira, de acordo com a Tabela 6:

Tabela 6: Quadro para controle do processo.

QUADRO DE CONTROLE DE PROCESSO - EMBALAGEM					
Hora	Op. T	Op. S	Op. U	Op. Z	Comentários
7:30	ok	x	x	x	
8:00	ok	x	x	x	
8:30	-	x	x	x	Atrasado
9:00	ok	x	x	x	
9:30	ok	x	x	x	
10:00		x	x	x	
10:30		x	x	x	
11:00		x	x	x	
11:30		x	x	x	
12:00		x	x	x	
13:00		x	x	x	
13:30		x	x	x	
14:00		x	x	x	

9:30

10/09 Quarta

Produto

Tábua
19x100X1300

Peças de hoje

12312

Tempo/ Lotes

700/ 28

Takt time de
Embalagem

25 min/lote

Potencial
Humano

Ciclo/takt 15/25

Pessoas
necessárias 1

Fonte: Autoria Própria

A figura acima é um exemplo de quadro para controle do processo, aplicado a produção de um produto, funcionando da seguinte forma:

- Ao iniciar-se a produção, todos os dias, o encarregado principal da produção programa o quadro para as produções do dia como, data e o número de peças de cada espessura. O computador automaticamente fornecerá no lado direito o número de lotes ou pacotes a serem produzidos, assim como o tempo total para produção. Com isso de acordo com o ciclo do processo de empacotamento pré-estabelecido para esse processo (5min) será calculado automaticamente o *takt time* e o número de pessoas necessárias para a operação.
- À esquerda, o nome dos funcionários aparecerá escrito na tela, e os mesmos serão escolhidos pelo encarregado, e os que sobraem irão executar outro trabalho ordenado pelo mesmo. Olhando para o quadro os funcionários saberão se estão produzindo no tempo, e com isso podendo atender ao *kanban* de maneira precisa.

A implantação desse sistema na empresa proporcionará um maior controle do processo por todos os funcionários da fábrica, e acima de tudo fornecerá informações precisas ao encarregado para que oriente seus subordinados a seguirem uma linha de produção. Os sócios-proprietários obterão dentro de suas salas relatórios diários desse quadro em seus computadores.

5.6.1.2 HEIJUNKA BOX (QUADRO DE NIVELAMENTO DA CARGA) COM USO DO KANBAN E A TRF

Atualmente os lotes de produção são grandes e demorados, como por exemplo, alguns deles com 600 peças, que faz com que o tempo de empacotamento fique muito grande, em torno de 25 minutos. Além disso, impossibilita que se troque rapidamente a medidas das peças, e como isso, o pedido de um cliente demore mais tempo a ser executado.

Com o intuito de atender o pedido dos clientes com maior rapidez, e também diminuir os estoques de produtos acabados, optou-se pela diminuição dos lotes, sendo feitas de acordo com o pedido. Ex: O Cliente X fez o pedido de 10 m³ de tábuas com espessura 20x100x1200 mm e 15m³ de tábuas com 18x90x1100mm. O cliente Y fez um pedido no mesmo dia de 10m³ de tábuas 15x70x1300 e 10m³ de tábuas 15x70x1200. Note que são pedidos diferentes, e para atender o mesmo, não prejudicando o tempo de espera de nenhum dos dois cliente é necessário, manter o setup da Serra Múltipla abaixo de 10 minutos de acordo com o SMED, reduzir o tamanho dos lotes pela metade, evitando assim, estoques e atrasos no lead time de entrega.

Diante da diminuição significativa do lotes por tempo no fluxo de valor, e com trocas constantes de setup, se vê a necessidade de treinar o operador de manutenção a executar a TRF, de forma que:

1. O encarregado de manutenção, responsável pela troca de setup, recebe a lista de produção diária e com isso programa seu setup interno e externo, antes do início da mesma.
2. Em seu planejamento, é dedicado o mínimo de tempo possível ao setup interno, sendo assim, a maioria das atividades serão realizadas com a máquina em funcionamento. Para que possa auxiliá-lo nesse processo, são

utilizados grampos funcionais, ou melhor, ferramentas fixadoras de serras nas máquinas.

3. A padronização de operações, para executar a conversão de setup a cada troca de medida das peças, são essenciais para que elimine os ajustes.

Contudo, para que se atinja a velocidade adequada de troca, inicialmente, é importante que o funcionário tenha plena consciência de sua importância e com a prática deste método consiga resultado surpreendentes.

Para que ocorra o nivelamento do mix de produção, baseada na TRF, e evitando a produção de grandes quantidades de um só produto, como no caso atual, o projeto de instalação do quadro *heijunka box*, é um estratégia para ordenar a produção dos *pitches*, ou seja, de determinada quantidade de peças. O esquema do quadro de nivelamento da carga, é dado na Figura 18, sendo, os produtos que estão sendo produzidos na coluna vertical, e os *pitches* ou lotes de cada um de acordo com o horário, ordenados por um *kanban* com algumas informações referentes ao processo. O *pitch* é calculado da seguinte forma:

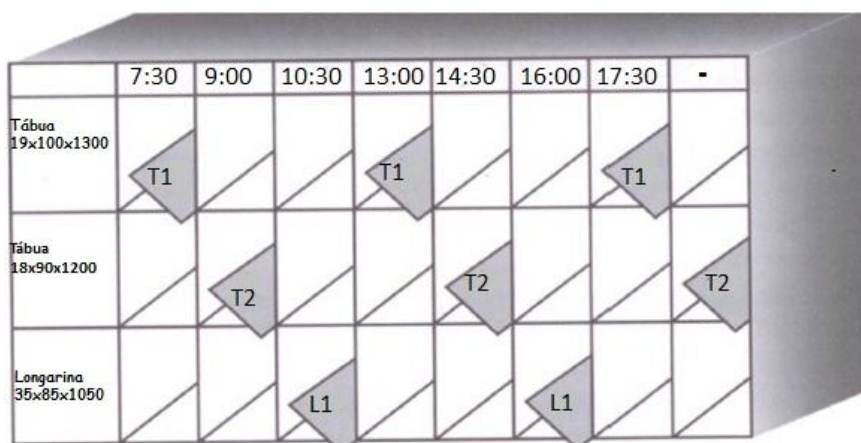
$$pitch = \text{lote mínimo} \times \text{takt time de empacotamento}$$

$$pitch = 20 \text{ lotes} \times \frac{5 \text{ min}}{m^3} \text{ para empacotamento}$$

$$pitch = 90 \text{ minutos ou } 1,5 \text{ horas}$$

É importante ressaltar que cada produto possui seu pitch ou total de lotes por tempo.

Figura 18: Quadro de nivelamento de carga (Heijunka Box)



Fonte: O autor – adaptado (ROTHER E SHOOK,2003,p.52)

O nivelamento da carga funciona da seguinte maneira, baseado na figura 18:

- O lote só é retirado da produção com um *kanban* que se move do quadro até o processo, controlado pelo empilhadeira que retira as peças da produção e as leva a expedição.

- O kanban fixado ao lote de peças de madeira contém informações como, descrição da peça, número de peças e pacotes.
- Quando os 20 lotes são retirados, o operador empilhadeira pega o próximo kanban do quadro, por exemplo, T2, que disparará uma quantia de 20 lotes.

Com o quadro de nivelamento da produção (*Heijunka Box*) é possível se ter um maior controle do fluxo de produção, conseguindo também manter o ritmo do *takt time*. Entretanto, é interessante notar que, esse processo precisa de um eficiente sistema de troca de *setup*, com tempos abaixo de 5 min, para que o *kanban* despreze somente um lote deste produto, em função do tempo de troca de ferramentas.

5.6.1.3 CHECK LIST PARA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA E APLICAÇÃO DO 5S

Em meio aos problemas que estão existindo na serraria, uma forma de evitar que os problemas, citados no tópico 4.4, continuem acontecendo, e sustentando o princípio “limpeza é inspeção”, que prova uma estreita relação entre o 5S e a manutenção autônoma.

Através da realização de um *checklist* diário nas máquinas e por toda fábrica, sendo, um para a aplicação do 5S, e outro para manutenção autônoma, que deverá ser feito de acordo com uma auditoria interna na empresa. O primeiro *checklist* do 5S deve ser preenchido com rigor, pois classificar o chão de fábrica como limpo, quando ele está quase limpo, é o mesmo que dizer que, quase limpo é o suficiente. O segundo verifica, se as máquinas necessitam rapidamente de manutenção, afim de que não ocorra paradas no processo de produção. As Tabelas 7 e 8 representam o formato dos dois *checklists* que deverão ser usados diariamente.

Tabela 7: Check List para aplicação do 5S

Checklist Diário do 5S						
<i>Responsável: Encarregado de Manutenção</i>						
Nº	Item para Inspeção	Data				
		10/set	11/set	12/set	13/set	14/set
1	Há faca reserva do picador na afiação?					
2	Há correia reserva do picador na afiação?					
3	As correias de resíduo foram sobrecarregadas?					
4	Há óleo disponível para lubrificar a peneira de separação?					
5	A serra quádrupla com os eixos lubrificados?					
6	Existe jogo de serras reserva afiado?					
7	A refiladeira apresentou algum ruído anormal?					
8	O jogo de serras da refiladeira está em bom estado?					
9	O checklist de manutenção foi preenchido?					
10	O chão da fábrica está limpo?					
11	As toras estão sendo suficientes para suprir a produção?					
12	Há fitas para embalar os pacotes?					
13	O pátio de pó e cavaco foi sobrecarregado?					
14	Há óleo para o muck disponível?					
15	Há gás para empilhadeira no estoque?					
16	A empilhadeira atolou?					
17	Há algum funcionário sem EPI completo?					
Preencher de acordo com a tabela abaixo						
N = Não S = Sim		Assinatura do Responsável				

Fonte: O Autor

Tabela 8: Checklist para manutenção autônoma

Checklist Diário de Manutenção Autônoma - Empresa X								
Responsável: Encarregado de Manutenção								
Nº	Item para Inspeção	Método	Ponto de Verificação	Data				
				10/set	11/set	12/set	13/set	14/set
1	Faca do Picador	Visual	Desgaste					
2	Correia do Picador	Visual	Estado					
3	Correias de Resíduo	Visual	Funcionamento					
4	Peneira de Separação	Visual	Lubrificação					
5	Serras da Múltipla	Visual	Desgaste					
6	Cabeçote da Múltipla	Visual	Estado					
7	Serras da Refiladeira	Visual	Desgaste					
8	Acionador Elétrico da Refiladeira	Visual	Partida Elétrica					
9	Serras da Múltipla	Visual	Desgaste					
10	Eixo da Múltipla	Visual	Estado					
11	Serras da Desdobro	Visual	Desgaste					
12	Máquina de Desdobro	Visual	Funcionamento					
13	Corrente da Destopadeira 1	Visual	Estado					
14	Movimentação da Destopadeira 2	Visual	Acionador Elétrico					
15	Corrente da mesa Transportadora de Tábuas	Visual	Estado					
16	Gas da Empilhadeira	Visual	Quantidade					
17	Óleo do Munk	Visual	Quantidade					
Preencher de acordo com a tabela abaixo								
Ok = Item em Bom Estado M = Programar para Manutenção X = Item sem condição de Utilização			Assinatura do Responsável					

Fonte: O Autor

Nota-se que estes dois *checklists* são fáceis de serem utilizados, além de não gerar gastos à empresa.

6 CONCLUSÃO

Ao final, a abordagem da aplicação de algumas das ferramentas da produção enxuta, com modificação do fluxo de valor, propiciou:

- Produção sem estoque: Com a implantação do mapa de fluxo no estado futuro na empresa, ela terá ferramentas de auxílio no controle de estoque como, o *kanban* de produção que facilitará a comunicação da empresa com os clientes, de forma que, o cliente recebe um aviso de que seu pedido foi concluído, podendo se programar para buscá-lo, e consequentemente, o pátio da fábrica terá o mínimo ou quase zero de estoque.
- Eliminação de desperdício: Os desperdícios de processamento foram eliminados com as melhorias do fluxo de valor no estado futuro, sendo que, as velocidades de corte das máquinas permaneceram as mesmas, para manter a qualidade das peças, porém problemas técnicos que ocorriam com as máquinas foram eliminados através de uma manutenção autônoma, com ênfase em zero quebras. O transporte dos lotes de produto pela fábrica foi diminuído, já que agora, com o uso do *kanban*, eles passaram a ser armazenados diretamente no caminhão para serem expedidos. Com um planejamento e sincronização adequada da produção, assim como a melhoria dos *setups*, foi possível eliminar o retrabalho de peças que eram feitas durante o período de falta de matéria-prima(tora) ou quebra de máquinas.
- Manufatura de fluxo contínuo: Com o fluxo contínuo da produção, os estoques intermediários, formados de produtos fora do pedido, foram eliminados.
- Esforço contínuo na resolução de problemas: Com a possível implantação do sistema enxuto, os sócios-proprietários da serraria passarão a ter um maior comprometimento com as filosofias desse método de produção, sendo que, se dispuseram a implantar melhorias constantes na organização, além de que, poderão aplicar as novas ferramentas da qualidade, como por exemplo, o diagrama de afinidade e fecha, já que terão processos padronizados dentro de sua própria empresa.

No entanto, este trabalho não houve tempo hábil para ser executado na prática, porém a partir do produto desenhado ao novo fluxo de valor, é possível quantificar algumas melhorias, como mostra a Tabela 9:

Tabela 9: Comparação entre o estado atual e futuro

Estado	Atual	Futuro
Lead Time	7 dias	1 dia
Agregação de Valor	15h	4,25h
Lucro Contábil	20.416 reais	285.824 reais

Fonte: O Autor

Pode-se notar uma redução no *Lead time* total em 86 %, ou seja, os produtos fluem mais rapidamente entre todos os processos da empresa, fazendo com que reduza, significativamente, o prazo de entrega aos clientes. Em valores, levando em conta o lucro contábil, baseando-se no preço médio do produto em m³, pode-se afirmar que, somente nesse produto houve um aumento da margem de lucro em 93%, dispensando comentários em relação a viabilidade da aplicação das ferramentas da produção enxuta na empresa.

Para finalizar, o próximo passo deste trabalho é a simulação do mapa do estado futuro em um *software* de engenharia de produção, chamado ARENA, que resumirá de maneira mais clara todos os tempos de cada processo, e além disso, será realizada uma apresentação deste trabalho para os proprietários da serraria, que decidirão se aceitarão iniciar um processo de transformação enxuta na fábrica ou continuarão a operar de acordo com os métodos atuais e tradicionais de produção.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO NETO, João. As formas japonesas de gerenciamento da produção e de organização do trabalho. In: CONTADOR, José Celso. **Gestão de Operações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. p. 1-632.

ANGELO, Claudio Felisoni de; SIQUEIRA, João Paulo Lara de. **Da produção à distribuição enxuta**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 1, p.1-75, 2ºtrim./ 2000.

ANTUNES, Junico et al. **Sistemas de Produção: Conceitos e Práticas para projeto e Gestão da produção enxuta**. São Paulo: Bookman, 2008. 326 p.

ARDIES, Daniel Diniz; POYER, Felipe; AUGUSTO, Marcio. **TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (Total Productive Maintenance): FERRAMENTA FUNDAMENTAL DA CADEIA LOGÍSTICA EMPRESARIAL**. 2009. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/36271160/Manutencao-Produtiva-Total>>. Acesso em: 10 out. 2014.

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.

BARROS, Luís Miguel Maciel da Silva Araújo. **Estudo e implementação de Lean Manufacturing em PMEs Trabalho realizado com a XC consultores**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2010.

BOND, Emerson. **Medição de desempenho para gestão da produção em um cenário de cadeia de suprimentos**. 2002. 136 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. – **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. São Paulo: Bookman, 2006.

BUAINAIN, Antonio Márcio; BATALHA, Mário Otávio. **Cadeia Produtiva de Madeira**. Brasília: Editora Qualidade, 2007. (Vol. 6).

BALLOU, Ronald H.. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p. Tradução de Raul Rubenich.

CANTIDIO, Sandro. **Padronização do Processo**. 2009. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/padronizacao-do-processo/30426/>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

CARVALHO, Pedro Carlos de. **O programa 5S e a qualidade total**. 5. ed. Campinas: Alínea, 2011. 110 p.

CHAVES FILHO, José Geraldo Batista. **Aplicação da padronização do método de trabalho segundo uma metodologia baseada na produção enxuta: um estudo de caso**. 2007. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da São Carlos, São Carlos, 2007. Cap. 3.

Disponível em: <http://www.hominiss.com.br/sites/default/files/teses_artigos/TCC_Jos e_Geraldo_Celula_e_Padrao_de_Trabalho.pdf>. Acesso em: 20 out. 2014.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gestão da cadeia de suprimentos : estratégia, planejamento e operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 520 p. Tradução de Daniel Vieira.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ ERP** Conceitos, Uso e Implantação. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2011. 434 p.

CORRÊA, L Henrique; Gianesi, Irineu G N; **Just in Time, MRPII e OPT**: um enfoque estratégico, 2ª ed., São Paulo: Atlas, 1993.

DENNIS, P. **Lean Production Simplified**. Productivity Press: New York, 2007.

FONSECA, Ivan Sandrino da Silva Monteiro da Pessoa. **Indicadores da produção enxuta em uma indústria de equipamentos não seriados**. 2010. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.

FORMOSO, C.T.; BERNARDES, M.M.; OLIVEIRA, L.F.; OLIVEIRA, K. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Porto Alegre: NORIE/UFRGS/SINDUSCON/SP, 1999.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 598 p. Tradução: José Carlos Barbosa dos Santos.

GATTO, Darci Alberto. **AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA UTILIZAÇÃO MADEIREIRA NA REGIÃO DA QUARTA COLÔNIA DE IMIGRAÇÃO**

ITALIANA DO RIO GRANDE DO SUL. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Área de Concentração em Tecnologia de Produtos Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

GHINATO, P. Publicado como 2o. cap. do Livro **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IMAI, Masaaki. Kaizen, **A estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: Editora Imam, 1994. 236p.

KNOWER CONSULTORES. Dicas Disponível em : <<http://www.knower.com.br/dicas.asp>> Acesso em: 19 out. 14

LIKER, Jeffrey K.. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 303 p.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, **What is Lean?** Disponível em: <<http://www.lean.org/WhatsLean/>>. Acesso em: 05 out. 2014.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **O que é Lean Thinking?** Disponível em : <http://www.lean.org.br/bases.php?interno=thinking_o_que_e>. Acesso em: 05 out. 2014.

LOCKE, D. **Global supply management: a guide to international purchasing**. Chicago: Irwin, 1996.

MARODIN, Giuliano; ZAWISLAK, Paulo. Mapeamento do fluxo de valor em empresa madeireira. In: SIMPEP, 12., 2005, Bauru. **Anais**. Pelotas: Simpep, 2005. p. 1 - 12.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. rev., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução**. São Paulo, v. 17, n. 1, p.216-229, 23 fev. 2007.

NAZARENO, Ricardo Renovato. **Desenvolvimento e Aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta**. 2003. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <http://www.hominiss.com.br/sites/default/files/teses_artigos/Dissertação_Mestrado_Nazareno.pdf>. Acesso em: 05 out. 2014.

OHNO, Taiichi. **O sistema toyota de produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p. Tradução de Cristina Schumacher.

PAÇO, Tatiany da Rocha. **AVALIAÇÃO DO USO DE SIMULAÇÃO COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO DESENVOLVIMENTO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR FUTURO**. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Centro de Ciência Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/77110379/DISSERTACAO-TATIANY-DA-ROCHA>>. Acesso em: 05 out. 2014.

PERIARD, Gustavo. **O Ciclo PDCA e a melhoria contínua**. 2012. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/>>. Acesso em: 20 out. 2014.

PONCE, R. H. **Madeira Serrada de Eucalipto: desafios e perspectivas**. In: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria, São Paulo, p.50-8. 1995.

PONCE, R. H. **Tecnologia de desdobro de pinus e eucaliptos a busca da competitividade**. In: SIMPOSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL –

RIBASKI, Nayara Guetten; D'AMATO, Roberta de Oliveira; SANCHES, Felipe Gustavo. **ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente**. Curitiba: Departamento Técnico da Abimci, 2009. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/wp-content/uploads/2014/02/2009.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 14.

RIBEIRO, José Luis Duarte. **Diretrizes para elaboração do Referencial Teórico e Organização de Textos Científicos**. 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/NCAP-8Y9K6M/vanessa_amaro_parte_2.pdf?sequence=2>. Acesso em: 5 out. 2014.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 102 p. Tradução: José Roberto Ferro e Telma Rodriguez.

SHARMA, Anand; MOODY, Patrícia E. **A Máquina Perfeita**: Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos. 1ed, São Paulo: Editora Pearson Brasil, 2003, 288p.

SHINGO, Shingeo. **O sistema Toyota de Produção**: Do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p. Tradução: Eduardo Schaan.

SILVA, Thiago Francischi Amorim. **Estudo sobre sistema de medição de desempenho baseado nas ferramentas da produção enxuta baseado na produção enxuta**. 2007. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2007.

TECNOLOGIA DA MADEIRA, 2., 1992, Esteio. Anais... Santa Maria: UFSM/AGEFLOR/CEPEF/FATEC, 1992. p. 154-162.

TROIANO, Cássio Luisada. **IMPLEMENTAÇÃO DE PRODUÇÃO ENXUTA EM UMA EMPRESA DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ROTATIVOS**. 2011. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Guaratinguetá, 2011.

TURBINO, D. F. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 1999.

VIDAURRE, Graziela et al. Madeira serrada de eucalipto. **Remade**, Curitiba, v. 102, n. 1, p.1-1, 1 jan. 2007. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1042&subject=Eucalipto&title=Madeira serrada de eucalipto](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1042&subject=Eucalipto&title=Madeira+serrada+de+eucalipto)>. Acesso em: 05 out. 2014.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciamento a Manutenção Produtiva**. O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. 1.ed. Minas Gerais: INDG TecS, 2004, 309p.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992. 337 p. Tradução Ivo Korytowski.

YAMACHIKA, Lucas Masatoshi. **Análise Comparação da proposta de implementação de algumas ferramentas da produção enxuta em uma média empresa**. 2010. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.