



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

**Proposta de Melhoria para o processo produtivo de uma  
Indústria de Envase de Óleo Vegetal**

*Ana Carolina Neves Carnelossi*

**TCC-EP-06-2011**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

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

**Proposta de Melhoria para o processo produtivo de uma  
Indústria de Envase de Óleo Vegetal**

*Ana Carolina Neves Carnellosi*

**TCC-EP-06-2011**

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

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

**Maringá - Paraná  
2011**

## DEDICATÓRIA

Ao meu avô, por todo o apoio dado durante essa fase da minha vida e pelas diversas conversas que muito me confortaram em momentos difíceis.

## AGRADECIMENTOS

À vida por ter me deparado com pessoas maravilhosas e com situações diversas das quais pude extrair algum aprendizado, por ter me possibilitado viver em uma cidade (Maringá) que adoro e por ter colocado muitos “acazos” felizes em meu caminho.

À minha irmã Paula por incalculável e fundamental contribuição para a concretização desse trabalho.

Ao Professor Edwin pela confiança depositada, pelas oportunidades concedidas, pelas possibilidades de aprendizado proporcionadas, pelas orientações prestadas, pelos conhecimentos compartilhados, pelos incentivos concedidos, pelos conselhos dados, pela tolerância praticada, pela paciência e pela sempre solicitude.

Ao Fernando (Cocamar) pelas diversas explicações – ótimas explicações – que me deu durante o período de estágio e pelo tempo concedido para que eu pudesse realizar o estudo de caso do presente trabalho.

Ao encarregado de produção e a todos os trabalhadores do primeiro turno de 2011 da fábrica de envase de óleo da Cocamar pelo enorme carinho com que me trataram, pela paciência e disposição em esclarecerem minhas dúvidas.

À Marina pelo apoio dado, mesmo à distância, durante a etapa final do curso.

Aos meus pais por terem me dado condições de viver e concluir essa etapa da minha vida.

À minha irmã Bruna pelo seu companheirismo, apoio e incentivos dados.

Às minhas avós Kika e Tosa por serem essas pessoas lindas que torcem por mim e me acompanham sempre transmitindo muito amor e carinho.

## RESUMO

A Produção Enxuta se traduz, no âmbito de uma planta industrial, basicamente no esforço de eliminar toda e qualquer atividade que não cria valor e na tentativa de implementar fluxos de produção contínuos ou puxados. O presente trabalho teve como finalidade descrever as metodologias que viabilizam a aplicação dos princípios da Produção Enxuta bem como elaborar um plano de melhorias para uma unidade produtiva de envase de óleo vegetal com ações direcionadas para a implementação desses princípios. O meio utilizado para alcançar esse objetivo consistiu numa pesquisa de campo descritiva e exploratória realizada por meio de um estudo de caso e que resultou no plano de melhoria desejado, pautado pelos princípios da Produção Enxuta, para a unidade produtiva objeto do estudo de caso.

Palavras – Chave: Produção Enxuta. Mapeamento do Fluxo de Valor. Fluxo Contínuo

# SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>X</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO .....	12
1.2. DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	13
1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO .....	13
1.3.1. <i>Objetivo Geral</i> .....	13
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	13
1.4. METODOLOGIA DO TRABALHO .....	14
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1. RETROSPECTO DOS MÉTODOS DE PRODUÇÃO .....	16
2.2. HISTÓRICO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	18
2.2.1. <i>Difusão do Sistema Toyota de Produção no Japão e Estados Unidos</i> .....	19
2.2.2. <i>Produção Enxuta (“Lean Production”) no Brasil</i> .....	21
2.3. DEFINIÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP).....	21
2.3.1. <i>Casa do Sistema Toyota de Produção</i> .....	21
2.3.2. <i>Princípios propostos por Liker (2005)</i> .....	24
2.3.3. <i>Princípios propostos por Womack e Jones (2004)</i> .....	26
2.4. TIPOS DE ATIVIDADES ENVOLVIDAS EM MANUFATURAS.....	27
2.5. TIPOS DE DESPERDÍCIOS.....	28
2.6. METODOLOGIAS E FERRAMENTAS ENXUTAS.....	29
2.6.1. <i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i> .....	29
2.6.2. <i>Criando Fluxo Contínuo</i> .....	37
2.6.3. <i>Cinco S</i> .....	42
2.6.4. <i>Cinco Por ques</i> .....	44
2.6.5. <i>5 W 1H</i> .....	45
2.6.6. <i>Sistema Kanban</i> .....	47
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>50</b>
3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	50
3.2. APRESENTAÇÃO DA UNIDADE PRODUTIVA .....	51
3.3. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR .....	54
3.3.1. <i>Delimitações para o MFV</i> .....	54
3.3.2. <i>Mapa do Estado Atual da Unidade Produtiva</i> .....	55
3.3.3. <i>Mapa do Estado Futuro da Unidade Produtiva</i> .....	59
3.3.4. <i>Ações para Melhoria da Unidade Produtiva</i> .....	64
3.3.5. <i>Mapa do Estado Atual da Linha de Produção</i> .....	66
3.3.6. <i>Ações para Melhoria da Linha de Produção</i> .....	69
3.4. PLANO DE AÇÕES DE MELHORIAS .....	73
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	<b>75</b>
4.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75
4.2. LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	76
4.3. TRABALHOS FUTUROS.....	76
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>78</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>81</b>

ANEXO A – SÍMBOLOS PARA MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR .....	81
ANEXO B – RELATÓRIO CML DA COCAMAR.....	82
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>83</b>
APÊNDICE A – MÉTRICAS ENXUTAS.....	84
APÊNDICE B – INFORMAÇÕES REFERENTES À UNIDADE PRODUTIVA.....	86

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Casa do Sistema Toyota de produção .....	22
Figura 2 - Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO) .....	39
Figura 3 – Opções de Distribuição do Conteúdo Total de Trabalho .....	41
Figura 4 - Exemplo de um Plano de Ação .....	46
Figura 5 - Sistema Kanban .....	48
Figura 6 - Mix de produtos da fábrica de óleo.....	51
Figura 7 – Linhas de Produção da Unidade Produtiva.....	52
Figura 8 - Processo Produtivo da Linha PET 02.....	53
Figura 9 - Mapa Atual da Unidade Produtiva .....	58
Figura 10 - Mapa Futuro da Unidade Produtiva .....	63
Figura 11 - Mapa do Estado Atual da Linha de Produção.....	67
Figura 12 - Volume de Produção Real versus Planejada da Unidade Produtiva.....	68
Figura 13 - Ciclo para eliminação das interrupções no fluxo de produção .....	70
Figura 14 - Estratificação das interrupções do fluxo de produção .....	71
Figura 15 - Plano de Melhoria para a Indústria de Envase de Óleo Vegetal da Cocamar .....	74

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Diferenças entre os Sistemas de Produção Artesanal, em Massa e Enxuto .....	17
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV	Atividades que Agregam Valor
IMVP	<i>International Motor Vehicle Program</i>
JIT	<i>Just-in-Time</i>
LIB	<i>Lean Institute Brasil</i>
L/T	<i>Lead Time</i>
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NA	Atividades que Não agregam valor
PE	Produção Enxuta
PET	Poli Tereftalato de Etileno
STP	Sistema Toyota de Produção
TAV	Tempo de Agregação de Valor
T/C	Tempo de Ciclo
T/R	Tempo de Troca

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento do número de organizações concorrentes, ou seja, de empresas do mesmo ramo lutando pelo mesmo mercado consumidor, e o conseqüente aumento da concorrência presente no mercado, torna o mesmo extremamente competitivo e exige que as empresas nele inseridas aumentem sua competitividade a fim de se tornarem competitivas o suficiente para garantirem sua sobrevivência.

A concorrência consiste fundamentalmente na busca de vantagens competitivas, que servem de trunfos para a apropriação da maior quantidade de valor possível. Busca que deve ser constantemente renovada, pois também os outros competidores procuram a todo momento obter novos trunfos, ou no mínimo, tentam anular as vantagens alheias (POSSAS, 1999)

A competitividade é a habilidade ou talento resultantes de conhecimentos adquiridos capazes de criar e sustentar um desempenho superior ao desenvolvido pela concorrência (PORTER, 1993). Seu alcance por parte da empresa decorre diretamente de sua produtividade e torna a mesma uma empresa competitiva, onde “Ser competitivo é ter a maior produtividade entre todos os seus concorrentes” (CAMPOS, 2004, p.7).

A produtividade pode ser entendida como a relação entre o que a empresa produz e o que ela consome em termos de valor, de qualidade *versus* custos e de faturamento *versus* custos. Seu alcance depende de vantagens competitivas que possibilitam à empresa produzir cada vez mais e/ou melhor com cada vez menos ou agregar o máximo de valor (máxima satisfação das necessidades dos clientes) ao menor custo (CAMPOS, 2004).

As vantagens competitivas estão relacionadas a diversos fatores tais como o panorama macroeconômico no qual a empresa está inserida, déficits e políticas governamentais, baixos dispêndios com força de trabalho, recursos naturais, e, acima de tudo, práticas administrativas. Nesse sentido, as vantagens competitivas se originam das atividades básicas, primárias e de apoio praticadas pela empresa no âmbito da produção, operações, logística, serviços, gestão de competências, infra-estrutura, tecnologia e compras (BENITES e VALÉRIO, 2004).

No âmbito da produção, também denominada nesse contexto - para o caso de organizações manufatureiras - de função produção, ou seja, o conjunto de atividades que levam à

transformação de um bem tangível em outro com maior utilidade (MARTINS e LAUGENI, 2005), essas vantagens competitivas são viabilizadas por meio da administração da produção e se traduzem numa produtividade ligada à melhoria da qualidade e eficiência no processo produtivo.

A administração da produção, definida como o gerenciamento dos recursos diretos que são necessários à obtenção dos produtos e serviços de uma organização (DAVIS, *et al.*, 2001) e termo usado para as atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção (SLACK, *et al.*, 2007), por sua vez, pode ser direcionada pelos princípios e utilizar metodologias e ferramentas dos sistemas de produção existentes a fim de introduzir melhorias na dinâmica de sua unidade produtiva.

O Sistema de Produção sobre o qual o presente trabalho está baseado é o Sistema Toyota de Produção (STP) ou Sistema de Produção Enxuta, cujos princípios, metodologias, ferramentas e técnicas servirão de base para as sugestões de ações de melhorias - denominadas por esse motivo de “melhorias enxutas” - que serão propostas para a melhoria de um processo produtivo de uma indústria de envase de óleo vegetal, objeto do estudo de caso do presente trabalho.

### **1.1. Justificativa do Trabalho**

O desenvolvimento desse trabalho se justifica sob duas perspectivas: a primeira relativa ao desenvolvimento profissional da acadêmica e a segunda relativa à contribuição do trabalho para com a empresa provedora do estudo de caso.

No que diz respeito ao desenvolvimento profissional da acadêmica o trabalho se justifica por abordar um tema de extrema relevância dentro da Engenharia de Produção cujo domínio pode contribuir tanto para o desenvolvimento acadêmico quanto profissional da estudante.

No que diz respeito à contribuição à empresa provedora do estudo de caso o trabalho se justifica por elaborar um retrato da unidade produtiva em termos de seus processos de produção, etapas de processamento e dos fluxos de informações envolvidos aos mesmos bem como por propor ações de melhorias que visam reduzir os desperdícios envolvidos na

produção e que constituem esforços para que o processo produtivo opere segundo um fluxo de produção puxado ou contínuo.

## **1.2. Definição e Delimitação do Problema**

O problema do trabalho consiste em analisar quais princípios, metodologias, ferramentas e técnicas do Sistema Toyota de Produção (STP) ou Produção Enxuta são aplicáveis à dinâmica de uma unidade produtiva de envase de óleo vegetal - em termos do seu fluxo de material e informação - de modo a contribuir para um melhor desempenho da mesma.

Espacialmente o problema é delimitado pela empresa a respeito da qual será desenvolvida a parte prática do presente trabalho, uma organização do ramo de agroindústria cuja sede e unidade produtiva objeto do estudo de caso estão localizadas na cidade de Maringá – PR.

Temporalmente o trabalho é delimitado pelo período de fevereiro a outubro de 2011, intervalo compreendido no ano letivo da Universidade Estadual de Maringá e baseado no cronograma da disciplina Trabalho de Graduação do curso de Engenharia de Produção.

## **1.3. Objetivos do Trabalho**

### **1.3.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral do trabalho é propor um plano de ações de melhorias para uma unidade produtiva de envase de óleo vegetal a partir dos preceitos do Sistema Toyota de Produção.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos que visam atingir o objeto geral são os seguintes:

- a) Identificar quais os atributos caracterizam um sistema de produção manufatureiro como enxuto bem como as metodologias e ferramentas que os viabilizam;
- b) Conhecer a dinâmica da unidade produtiva de envase de óleo vegetal;

- c) Identificar quais atributos de um sistema de produção manufatureiro enxuto são aplicáveis à unidade produtiva de envase de óleo vegetal;
- d) Propor um plano de ações de melhoria para a implementação de tais atributos.

#### **1.4. Metodologia do Trabalho**

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

A revisão da literatura forneceu o embasamento teórico necessário ao desenvolvimento da parte prática do presente trabalho e consistiu no *i)* levantamento de materiais relacionados ao tema tais como livros, artigos, monografias, dissertações e teses; *ii)* triagem do material que iria ser utilizado; *iii)* estudo dos materiais selecionados; e *iv)* registro das informações julgadas pertinentes sob a forma final da presente revisão de literatura.

O desenvolvimento de campo, realizado a partir de um estudo de caso, consistiu em uma pesquisa básica de abordagem qualitativa com objetivos descritivos e exploratórios que forneceu uma *i)* descrição ampla da organização provedora e da unidade produtiva objeto do estudo de caso; *ii)* descrição detalhada do processo produtivo em termos do seu fluxo de valor; e *iii)* elaboração de um plano de melhoria para o processo produtivo.

Os procedimentos realizados para o estudo de caso compreenderam visitas à unidade produtiva, entrevistas com trabalhadores do chão-de-fábrica, entrevistas com encarregado e supervisora da planta, observações, registros e coletas de tempos.

#### **1.5. Estrutura do Trabalho**

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

- 1) Introdução: Introduz o Sistema Toyota de Produção como uma alternativa para direcionar a administração da produção no esforço de proporcionar vantagens competitivas às organizações a fim de assegurar-lhes a sobrevivência no mercado. Além disso, expõe os motivos que justificam a realização do presente trabalho bem

como define e delimita o problema ao qual o mesmo pretende responder. Por fim relata os objetivos do trabalho, descreve a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento e expõe a estrutura do mesmo.

- 2) Revisão da Literatura: Relata e caracteriza os métodos já utilizados pelo homem para a produção de bens e descreve o histórico do STP. Após isso define esse sistema a partir da visão de três autores e expõe os tipos de atividades e de desperdícios típicos envolvidos em atividades de manufaturas. Por último descreve algumas metodologias e ferramentas utilizadas pelo Sistema Toyota de Produção.
- 3) Desenvolvimento: Apresenta a organização a qual pertence a unidade produtiva de envase de óleo vegetal e descreve detalhadamente esta unidade em termos dos fluxos de materiais e de informação envolvidos no processo de fabricação da mesma. Por fim apresenta o plano de melhoria sugerido para a unidade produtiva.
- 4) Conclusão: Expõe as considerações finais acerca do presente trabalho bem como as dificuldades em sua realização e as oportunidades de trabalhos futuros geradas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Retrospecto dos Métodos de Produção

O Sistema Toyota de Produção é o terceiro tipo de sistema de produção já criado pelo homem, depois da Produção Artesanal, predominante até a Primeira Grande Guerra, e da Produção em Massa, predominante até a Segunda Grande Guerra. A seguir é apresentada uma breve caracterização dos três sistemas e a exposição das principais causas que levaram à transição dos mesmos (WOMACK *et al.*, 1992).

A Produção Artesanal se caracteriza, em suma, pela (o) *i*) utilização de uma força de trabalho qualificada, não especializada e com perspectiva de se tornar empreendedores autônomos trabalhando para firmas de montagem; *ii*) utilização de máquinas de uso geral e ferramentas simples e flexíveis o suficiente para produzir, um por vez, exatamente o que o consumidor deseja; *iii*) volume de produção baixo; *iv*) produtos customizados; e *v*) contato do empresário com todos os envolvidos no sistema: consumidores, empregados e fornecedores; entre outros. (WOMACK *et al.*, 1992).

O maior problema desse sistema é que os bens produzidos artesanalmente custam caro demais para a maioria dos consumidores, razão pela qual, no início do século XX, se deu o desenvolvimento da Produção em Massa como alternativa a esse modelo, reduzindo drasticamente os custos e aumentando, ao mesmo tempo, a qualidade do produto (WOMACK *et al.*, 1992).

A Produção em Massa, por sua vez, se caracteriza, em síntese, pela (o): *i*) utilização de mão-de-obra semi ou não qualificada e excessivamente especializada; *ii*) utilização de máquinas especializadas em uma única tarefa, caras, pouco versáteis e que “cospem” produtos padronizados; *iii*) volume de produção altíssimo proporcionando a economia de escala; *iv*) produtos padronizados e cujos modelos seguem sendo produzidos pelo maior tempo possível devido ao enorme dispêndio que é a mudança para um novo produto; e *v*) recursos adicionais para assegurar a continuidade da produção (suprimentos, trabalhadores e espaço extras) devido ao alto preço e pouca versatilidade das máquinas (WOMACK *et al.*, 1992).

O resultado desse sistema é que o consumidor obtém preços mais baixos, mas à custa de variedade, e com métodos de trabalho que muitos trabalhadores julgam monótonos e sem sentido. Dessa forma, como essas imposições desse modelo de produção não eram compatíveis com a situação do Japão no momento, iniciou-se o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção ou Produção Enxuta como alternativa a esse modelo (WOMACK *et al.*, 1992).

A Produção Enxuta se caracteriza, em resumo, pela *i)* utilização de mão-de-obra multiquificada; *ii)* máquinas altamente flexíveis e automatizadas; *iii)* volume de produção alto; e *iv)* produtos de ampla variedade etc. Além disso, difere da Produção em Massa, principalmente por almejar a perfeição: custos sempre declinantes, ausência de itens defeituosos, nenhum estoque e uma miríade de novos produtos (WOMACK *et al.*, 1992).

As diferenças entre os três tipos de sistemas de produção podem ser vistas pelo Quadro 1.

<b>Produção Artesanal</b>	<b>Produção em Massa</b>	<b>Produção Enxuta</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ mão de obra altamente qualificada</li> <li>➤ mão de obra não especializada</li> <li>➤ mão de obra com perspectiva de se tornar empreendedor autônomo</li> <li>➤ máquinas de uso geral</li> <li>➤ ferramentas simples e flexíveis</li> <li>➤ volume de produção baixo</li> <li>➤ produtos customizados</li> <li>➤ contato do empresário com todos os envolvidos no sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ mão-de-obra semi ou não qualificada</li> <li>➤ mão-de-obra muito especializada</li> <li>➤ máquinas especializadas</li> <li>➤ máquinas pouco versáteis</li> <li>➤ máquinas caras</li> <li>➤ volume de produção altíssimo</li> <li>➤ produtos padronizados</li> <li>➤ mesmo modelo de produto sendo produzido por muito tempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ mão de obra multiquificada</li> <li>➤ máquinas automatizadas</li> <li>➤ máquinas altamente flexíveis</li> <li>➤ volume de produção alto</li> <li>➤ produtos padronizados</li> <li>➤ modelos de ampla variedade</li> <li>➤ busca pela perfeição</li> </ul>

**Quadro 1 - Diferenças entre os Sistemas de Produção Artesanal, em Massa e Enxuta**

**Fonte: (WOMACK *et al.*, 1992)**

## 2.2. Histórico do Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção foi idealizado e concebido no Japão, mais precisamente na indústria automobilística *Toyota Motor Company*, no período de pós Segunda Guerra Mundial (1950), pelos engenheiros Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, devido à incompatibilidade do modelo de produção então em vigor nos Estados Unidos e Europa com a nova condição do país (WOMACK *et al.*, 1992).

O Japão, dilacerado pela guerra, contava com um mercado que demandava vasta gama de veículos em termos de variedade de modelos e cores, uma força de trabalho que não mais estava disposta a ser tratada como custo variável ou peça intercambiável, uma economia devastada pela guerra e um mundo exterior repleto de produtores de veículos que boicotavam suas exportações (WOMACK *et al.*, 1992). Além disso, o mercado japonês encontrava-se muito reduzido e fragmentado, não suportando dessa forma grandes volumes de produção como nos Estados Unidos. A indústria automotiva começava a florescer. O país havia sido dizimado por duas bombas atômicas, a maioria das fábricas havia sido destruída, a plataforma de abastecimento era nula e os consumidores tinham pouco dinheiro. O país, pequeno, possuía poucos recursos e pouco capital (LIKER, 2005).

A Toyota, em resposta, precisava fabricar pequenos volumes de modelos diferentes usando a mesma linha de montagem, pois a demanda dos consumidores em seu mercado de automóveis era muito baixa para sustentar linhas de montagem dedicadas a um só veículo (WOMACK *et al.*, 1992).

A seguir são apresentados a apresentação dos principais atores que contribuíram, desde o final do século XIX até o cenário do pós Segunda Guerra Mundial, para a culminação do Sistema Toyota de Produção.

Sakichi Toyoda foi o precursor do Sistema Toyota de Produção. Inventor e funileiro nascido na cidade japonesa de Nagoya e criador dos teares automáticos à prova de erros foi o pai do que se tornaria o pilar da autonomia do Sistema Toyota de Produção. Deixou como maior contribuição ao desenvolvimento da Toyota a filosofia e abordagem de trabalho baseada no zelo pela melhoria contínua, além da abordagem à solução de problemas com base em *genchi genbuts* (LIKER, 2005).

Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi Toyoda, foi o construtor da Toyota Indústria Automotiva. Engenheiro mecânico que estudou as plantas da Ford em Michigan (E.U.A), deixou como contribuição ao STP a abordagem *just-in-time* e a raiz do sistema *kanban*, moldado a partir do sistema de supermercados existente na fábrica da Ford em Michigan (LIKER, 2005).

Eiji Toyoda, sobrinho de Sakichi Toyoda, foi um dos líderes da família que moldou a empresa. Também engenheiro mecânico e estudioso do complexo *River Rouge* da Ford, posteriormente veio a ser presidente e diretor da *Toyota Motor Manufacturing* (LIKER, 2005).

Taiichi Ohno (1912-1990), administrador na empresa e subordinado a Eiji Toyoda, recebeu do próprio, a incumbência de aperfeiçoar o processo de produção da Toyota de modo que este se igualasse à produtividade da Ford e simultaneamente conseguisse atingir alta qualidade, baixo custo, menor *lead time* (L/T) e flexibilidade exigidos pelo cenário pós Segunda Guerra Mundial (LIKER, 2005). Identificou os sete primeiros tipos de desperdício que podem existir (WOMACK e JONES, 2004) e foi autor dos livros *Toyota Seisan Hoshiki* (1988) posteriormente traduzido para o português como Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala (1997) e *Nihon Noritsu Kyokay* (1987) posteriormente traduzido para o inglês como *Workplace Management* (1988) (SHINGO, 1996).

### **2.2.1. Difusão do Sistema Toyota de Produção no Japão e Estados Unidos**

A disseminação do Sistema Toyota de Produção no Japão iniciou-se nos anos 60 - quando o sistema da produção enxuta estava plenamente desenvolvido (WOMACK *et al.*, 1992) - com os ensinamentos que a Toyota forneceu a seus principais fornecedores, que passando a aplicar os princípios do STP, constituíram juntamente com a Toyota um empreendimento enxuto (LIKER, 2005).

A difusão do STP para além das fronteiras da Toyota e de seus fornecedores ocorreu quando da primeira crise do petróleo (1973) por iniciativa do governo japonês, que passou a lançar seminários sobre o STP ao perceber que a recuperação da Toyota frente ao colapso da indústria japonesa houvera sido mais rápida quando comparado às outras empresas (LIKER, 2005).

Após a dispersão do Sistema Toyota de Produção pelo Japão, este novo sistema de produção passou a ser estudado nos Estados Unidos e posteriormente foi difundido pelo restante do mundo.

O estudo desse sistema de produção pelos estadunidenses iniciou-se por volta de 1984 por um grupo de pesquisadores fundadores e integrantes do Programa Internacional de Veículos Automotores (IMVP - *International Motor Vehicle Program*) vinculado ao Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT - *Massachusetts Institute of Technology*), localizado no estado de Massachusetts, nos Estados Unidos da América (WOMACK *et al.*, 1992).

Esse grupo de pesquisadores era formado por especialistas multidisciplinares e de diversas nacionalidades, oriundos do mundo da indústria, mas militando também no ambiente acadêmico com acesso às companhias automobilísticas em todo o mundo (WOMACK *et al.*, 1992).

A essa altura essas novas técnicas japonesas nem sequer tinham um nome. Então, um dos especialistas do grupo de pesquisas do IMVP, John Krafcik, definiu a expressão “*Lean Production*” para fazer referência à utilização de menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK *et al.*, 1992)

A pesquisa, que durou cinco anos, constituiu um estudo detalhado das novas técnicas japonesas e culminou com a publicação do livro *The Machine that Changed the World* (1990), que apresenta a visão pessoal dos três líderes do programa IMVP, James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos, (WOMACK *et al.*, 1992) e proporciona a descoberta da “*Lean Production*” pela comunidade internacional (LIKER, 2005). A partir daí a mesma foi se expandindo para a América do Norte e Europa Ocidental (WOMACK *et al.*, 1992).

### **2.2.2. Produção Enxuta (“*Lean Production*”) no Brasil**

O conhecimento e dispersão da *Lean Production* no Brasil tiveram início em 1998 com a publicação da versão traduzida do livro *The Machine that Changed the World* (1990), *A Máquina que Mudou o Mundo* (1998), no qual a expressão “*lean*” foi traduzida por “enxuto” (WOMACK *et al.*, 1992).

Em 1998 ainda foi publicada a versão brasileira do livro norte americano intitulado *The Lean Thinking* (1996), *A Mentalidade Enxuta nas Empresas* (1998), que apresenta cinco princípios-chave do “pensamento enxuto” que constituem um guia para a transformação enxuta; e também criado o *Lean Institute Brasil* (LIB) com o intuito de promover o Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) e auxiliar as empresas sobre “o que fazer” e “como fazer” sabidos os princípios difundidos por “*A Mentalidade Enxuta nas Empresas*” (1998) (WOMACK e JONES, 2004).

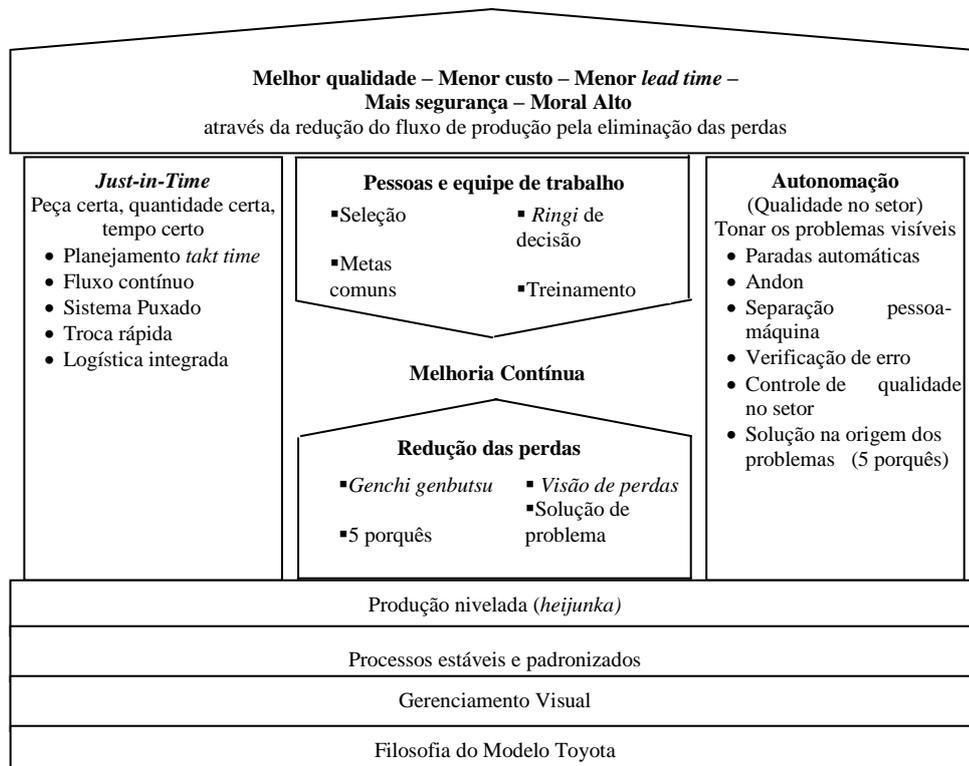
Em 2005 foi publicada a versão brasileira do livro também norte-americano chamado *The Toyota Way* (2003), *O Modelo Toyota – 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo* (2004), que vai além dos princípios apresentados em *A Mentalidade Enxuta nas Empresas* e contempla os princípios mais amplos que atuam na cultura Toyota e que constituem o “Modelo Toyota” que é o alicerce do Sistema Toyota de Produção (WOMACK e JONES, 2004).

### **2.3. Definição do Sistema Toyota de Produção (STP)**

O Sistema Toyota de Produção pode ser entendido a partir da “Casa do Sistema Toyota de Produção” proposta por Fujio Cho (Liker, 2005), a partir dos 14 princípios gerenciais propostos por Liker (2005) e dos 5 princípios propostos por Womack e Jones (2004), conforme detalhado a seguir.

#### **2.3.1. Casa do Sistema Toyota de Produção**

A “Casa do Sistema Toyota de Produção” é uma representação visual do Sistema Toyota de Produção ilustrada na Figura 1, que pode ser entendida da seguinte maneira:



**Figura 1 - Casa do Sistema Toyota de produção**

**Fonte: Liker (2005)**

As metas do Sistema Toyota de Produção, melhor qualidade, menor custo, menor *lead time*, mais segurança e moral alto, estão simbolizadas na parte superior da casa e podem ser explicadas da seguinte maneira: “[...] a redução do *lead time* por meio da eliminação das perdas em cada passo de um processo leva a uma melhor qualidade e à redução do custo, enquanto aumenta a segurança e o moral.” (LIKER, 2005, p. 45). Abaixo segue uma definição de cada um desses elementos.

Qualidade é a dimensão associada à satisfação do cliente, tanto externo quanto interno. Inclui a qualidade do produto ou serviço (ausência de defeitos e presença de características que irão agradar o consumidor), a qualidade da rotina da empresa (previsibilidade e confiabilidade em todas as operações), a qualidade do treinamento, a qualidade da informação, a qualidade das pessoas, a qualidade da empresa, a qualidade da administração, a qualidade dos objetivos, a qualidade do sistema, a qualidade dos engenheiros, etc. (CAMPOS, 2004).

Custo é todo o gasto consumido eficientemente na produção de bens e/ou serviços (SELIG, 1993 *apud* CORAL, 1996).

*Lead-Time*: pode ser o *Lead-time* de Produção ou o *Lead Time* do Pedido. O primeiro se refere ao tempo requerido para que um projeto progrida do início ao fim do desenvolvimento do produto ou para que um produto caminhe de matéria-prima até produto acabado. O segundo abrange o primeiro e também o tempo que o cliente deve esperar pelo produto, desde seu processamento até sua entrega (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011).

Moral é a dimensão que mede o nível médio de satisfação de um grupo de pessoas. Este grupo de pessoas pode ser o grupo de todos os empregados da empresa ou os empregados de um departamento ou seção. “Este nível médio de satisfação pode ser medido de várias maneiras, tais como o índice de *turn-over*, absenteísmo, índice de reclamações trabalhistas, etc.” (CAMPOS, 2004, p.14).

Segurança é a dimensão sobre a qual é avaliada a segurança dos empregados e a segurança dos usuários do produto. “Mede-se aqui a segurança dos empregados por meio de índices tais como número de acidentes, índice de gravidade, etc. A segurança dos usuários é ligada à responsabilidade civil pelo produto” (CAMPOS, 2004, p.15).

Os pilares do Sistema Toyota de Produção, *Just-in-Time* (JIT) e Autonomia estão representados pelas duas colunas externas da casa. A seguir há uma definição de cada um deles.

O *Just-in-Time* é um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permitem que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com *lead times* curtos, para atender às necessidades específicas do cliente. Dito de forma simples, o JIT entrega os itens corretos na hora certa e na quantia exata. O poder do JIT é permitir que você corresponda às mudanças diárias da demanda, o que era precisamente o que a Toyota precisava (LIKER, 2005).

Autonomia também conhecido como *Jidoka*, essencialmente significa “[...] nunca deixar que um defeito passe para a próxima estação e liberar as pessoas, das máquinas – automação com um toque humano” (LIKER, 2005, p.51). “O *Jidoka* é o conjunto de práticas que

fornecem aos equipamentos e, principalmente, aos operadores da produção a habilidade de detectar quando uma condição anormal ocorre e interromper imediatamente o trabalho.” (OHNO, 1997 *apud* CARDOSA e CARPINETTI, 2005).

Os alicerces do Sistema Toyota de Produção são a produção nivelada, processos estáveis e padronizados, gerenciamento visual e a filosofia do Modelo Toyota. A seguir é apresentada uma definição de cada um deles.

Produção Nivelada ou *heijunka* se refere ao nivelamento da produção tanto em volume quanto em variedade (LIKER, 2005). Isso permite que a produção atenda eficientemente às exigências do cliente, ao mesmo tempo em que evita excesso de estoque, reduz custos, mão-de-obra e *lead time* de produção em todo o fluxo de valor (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011).

Processos Estáveis são aqueles processos que apresentam um comportamento estável e previsível funcionando sob a incidência somente de causas de variação que são inerentes ao próprio (COSTA *et al.*, 2004). Processos padronizados são aqueles que seguem um método pré-estabelecido, efetivo e organizado de produzir sem perdas (LEIDENTZ, 2011), sendo indispensável para a execução de *Kaizen*, ou melhorias contínuas (WOMACK *et al.*, 1992).

Gerenciamento Visual consiste na colocação em um local de fácil visualização de todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema, de modo que a situação real possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011). Pode ser operacionalizado por meio do *andon*, que é “...um dispositivo de controle visual em uma área de produção que alerta os funcionários para defeitos, anomalias no equipamento ou outros problemas por meio de sinais como luzes, alarmes sonoros etc” (LIKER, 2005, p.55)

### **2.3.2. Princípios propostos por Liker (2005)**

Os 14 princípios do Modelo Toyota são princípios amplos sobre os quais a cultura Toyota está baseada e que impulsionam tanto as técnicas e ferramentas do Sistema Toyota de Produção quanto a Administração da Toyota em geral. São provenientes da *i*) filosofia de longo prazo da Toyota e da visão da mesma sobre os *ii*) processos, *iii*) funcionários/ parceiros

e iv) solução de problemas; itens que constituem as quatro categorias nas quais os princípios encontram-se agrupados (LIKER, 2005).

A seguir são apresentados os 14 princípios segundo Liker (2005) agrupados nas 4 categorias citadas acima.

**CATEGORIA: FILOSOFIA** (Pensamento de Longo Prazo)

1. Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.

**CATEGORIA: PROCESSO** (Eliminação de Perdas)

2. Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.
3. Usar sistemas puxados para evitar a superprodução.
4. Nivelar a carga de trabalho (*Heijunka*).
5. Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa.
6. Padronizar tarefas, pois tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e capacitação dos funcionários.
7. Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto.
8. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos.

**CATEGORIA: FUNCIONÁRIOS E PARCEIROS** (Respeitá-los, desafiá-los e desenvolvê-los)

9. Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros.

10. Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.
11. Respeitar sua rede de parceiros e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar.

**CATEGORIA: SOLUÇÃO DE PROBLEMAS** (Aprendizagem e Melhoria Contínua)

12. Ver por si mesmo para compreender completamente a situação.
13. Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez.
14. Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (*hansei*) e da melhoria contínua (*kaizen*).

**2.3.3. Princípios propostos por Womack e Jones (2004)**

O pensamento enxuto, segundo Womack e Jones (2004) pode ser traduzido em cinco princípios que constituem passos para guiar as ações de transformação enxuta em qualquer empresa. A seguir são destacados esses princípios.

1. Determinar precisamente o que é **valor** por produto específico segundo a visão do cliente;
2. Identificar o **fluxo de valor** para cada produto, ou seja, todas as atividades necessárias para trazer um produto do conceito ao lançamento ou do pedido à entrega. Após isso deve-se especificar dentre as atividades identificadas aquelas que agregam valor (AV) ao produto, aquelas que não agregam valor mas são necessárias (NAV – necessárias), aquelas que não agregam valor e nem são necessárias (NAV – desnecessárias) e por fim, eliminar e reduzir as duas últimas.

A metodologia e ferramenta utilizada para implementar esse passo é o “Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)”, que encontra-se descrita em detalhes na subseção 2.6.1.

3. Fazer o valor fluir em um **fluxo contínuo** pelo fluxo de valor;

O método para operacionalizar essa ação, denominado de “Criando Fluxo Contínuo”, encontra-se descrito em detalhes na 2.6.2.

4. **Puxar** o valor pelo fluxo de valor quando o fluxo contínuo não puder ser introduzido;
5. Buscar a **perfeição** por meio de melhorias contínuas.

#### 2.4. Tipos de atividades envolvidas em manufaturas

As atividades envolvidas em manufaturas típicas podem ser classificadas quanto á contribuição das mesmas para a geração de valor, em três tipos (HINES e TAYLOR, 2000 *apud* YOSHINO, 2008)

1. *Atividades que agregam valor:* são atividades que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto ou serviço. Ou seja, atividades pelas quais o consumidor ficaria feliz em pagar por elas (MENEGON *et al.*, 2003). Atividades que o cliente final está dispostos a pagar, ou seja, tornam o produto ou serviço mais valioso e correspondem cerca de 5% das atividades (YOSHINO, 2008).
2. *Atividades desnecessárias que não agregam valor:* são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço e que são desnecessárias em qualquer circunstância. Estas atividades são nitidamente desperdício e devem ser eliminadas a curto e médio prazo (MENEGON *et al.*, 2003). Atividades que aos olhos do cliente final não tornam o produto ou serviço mais valiosos e não são necessárias. Referem-se a cerca de 60% das atividades (YOSHINO, 2008)
3. *Atividades necessárias que não agregam valor:* são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço, mas que são necessárias. Trata-se de desperdícios difíceis de serem eliminados em curto prazo, e que, portanto, necessitam de um tratamento em longo prazo, ao menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical (MENEGON *et al.*, 2003). Atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso mas que são necessárias, a não ser que o processo atual mude radicalmente. Correspondem a 35% das atividades (YOSHINO, 2008).

## 2.5. Tipos de Desperdícios

Os desperdícios relacionados à manufatura foram discriminados em sete tipos por Taiichi Ohno e posteriormente em mais dois tipos por Womack e Jones (1996) e Liker (2005). A seguir são apresentados esses tipos de desperdícios.

Sete desperdícios identificados por Taiichi Ohno (LIKER, 2005, p.47)

1. *Desperdício de Superprodução*: produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com os custos de transporte devido ao estoque excessivo.
2. *Desperdício de Tempo Disponível (Espera)*: Funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processo, ferramenta, suprimento, peça, etc., ou que simplesmente não têm trabalho para fazer devido a uma falta de estoque, atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade.
3. *Desperdício em Transporte*: Movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos.
4. *Desperdício do Processamento em si*: Passos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Geram-se perdas quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária.
5. *Desperdício de Estoque disponível (estoque)*: Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando *lead-times* mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos. Além disto, o estoque extra oculta problemas, como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longo tempo de *setup* (preparação).

6. *Desperdício de Movimento*: Qualquer movimento inútil que os funcionários têm que fazer durante o trabalho, tais como propugnar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Caminhar também é perda.
7. *Desperdício de produzir Produtos Defeituosos*: Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou re-trabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.

Oitavo Desperdício segundo Womack e Jones (1996)

8. Projeto de produtos e serviços que não atendem às necessidades do cliente.

Oitavo Desperdício segundo Liker (2005)

8. Desperdício de criatividade dos funcionários. Perda de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários (LIKER, 2005).

## **2.6. Metodologias e Ferramentas Enxutas**

A seguir serão introduzidas metodologias e ferramentas utilizadas pelo Sistema Toyota de Produção para o alcance de seus objetivos de eliminação de desperdícios, fluxo contínuo ou puxado e busca pela perfeição.

### **2.6.1. Mapeamento do Fluxo de Valor**

O Mapeamento do Fluxo de Valor ou “Mapeamento do Fluxo de Informação e Material”, como é chamada na Toyota, é a ferramenta qualitativa de maior importância na guerra contra o desperdício. É uma ferramenta de planejamento que constitui uma das etapas e norteia o processo de transformação enxuta (ROTHER e SHOOK, 2003). Foi introduzida no Brasil pelo livro chamado “Aprendendo a Enxergar” de Rother e Shook (2003).

O objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um "estado futuro" que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo (ROTHER e SHOOK, 200, p. 57).

Essa metodologia consiste basicamente *i*) na construção de um mapa da situação atual da produção em termos dos fluxos de materiais e informações envolvidos na mesma, denominado de “Mapa do Estado Atual”; *ii*) na projeção de como a unidade produtiva deveria operar em termos do fluxo de valor e do fluxo total de porta a porta, denominado de “Mapa do Estado Futuro”; e *iii*) na elaboração de um plano, denominado de “Plano do Fluxo de Valor” que viabilize a implementação da situação futura projetada (ROTHER e SHOOK, 2003).

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

O gerente do Fluxo de Valor é a pessoa que deve ficar responsável pelo entendimento do fluxo de valor de uma família de produtos e por sua melhoria bem como deve ter poder para fazer as mudanças, liderar a equipe de implementação do estado futuro e quebrar essa implementação em etapas (ROTHER e SHOOK, 2003).

Os limites que devem ser estabelecidos para delimitar o mapeamento dizem respeito ao: *i*) produto ou família de produtos que se irá mapear; *ii*) à matéria-prima irá conduzir o mapeamento; *iii*) à fronteira do mapeamento; *iv*) ao grau de detalhamento do mapeamento; e *v*) às ramificações ou subfluxos que irão ser contemplados pelo mapeamento (ROTHER e SHOOK, 2003).

No que diz respeito à fronteira do mapeamento esta pode ser restrita à empresa ou expandir-se além da mesma, porém recomenda-se começar o mapeamento dentro da empresa (incluindo entrega para a planta do cliente e a chegada de partes e materiais comprados) e em um momento posterior expandir-se além dela (ROTHER e SHOOK, 2003).

No que se refere ao grau de detalhamento o mapeamento pode ser feito a nível de planta, contemplando os processos contidos na mesma desde a matéria-prima até o produto acabado, ou pode ser feito a nível de processo, contemplando as etapas de processamento pertencentes aos processos. Porém o adequado para iniciar o mapeamento é focalizar os tipos de processo ao invés de cada etapa individual que o compõe, a princípio (ROTHER e HARRIS, 2008).

"Assim que você enxergar o fluxo completo na fábrica, você pode mudar o nível de amplitude: focalizando para mapear cada etapa individual em um tipo de processo ou ampliando para abarcar o fluxo de valor externo à sua planta" (ROTHER e SHOOK, 2003, p. 13)

No que concerne às ramificações ou subfluxos, estes podem ser contemplados pelo mapeamento, porém se existirem muitos não há a necessidade de desenhar todos. "Escolha primeiro os componentes principais e os outros depois, caso necessário" (ROTHER e SHOOK, 2003, p.19)

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

- 1°. Representar o cliente com suas respectivas demandas na ponta superior esquerda da folha.
- 2°. Desenhar o Fluxo de Material ou Produto Físico em termos dos tipos básicos de processos de produção – e não em termos das etapas individuais de processamento - desde o fornecimento de material à entrega ao cliente. O desenho deve ser construído enquanto se caminha pelo chão-de-fábrica e da esquerda para a direita.

Os tipos básicos de processos de produção são identificados pela característica de contemplarem etapas de processamento as quais possuem um fluxo de material contínuo entre si – ao menos idealmente – mesmo que haja estoque em processo não parado entre elas.

- 3°. Coletar os dados relativos a cada processo básico de produção (os dados típicos de processo são Tempo de Ciclo-T/C, Tempo de Troca - TR, Disponibilidade Real da Máquina, Tamanho dos Lotes de Produção - TPT, Número de Operadores, Número de variações do Produto, Tamanho da Embalagem, Tempo de Trabalho e Taxa de Refugo).
- 4°. Representar o movimento dos produtos acabados até o cliente.

- 5°. Desenhar os estoques presentes entre os processos em termos de tempo e/ou quantidades.
- 6°. Representar o fornecedor na ponta superior direita da folha.
- 7°. Representar o movimento das matérias-primas até a empresa.
- 8°. Desenhar o Fluxo de Informação, que deve responder como cada processo é informado sobre o que, quanto e quando produzir para a fabricação em cada processo, incluindo os processos de programação “informais” do tipo “vá ver”. O desenho deve ser feito da direita para a esquerda.
- 9°. Desenhar a linha do tempo ou barras de *lead time* com o respectivo *lead time*, e tempo de agregação de valor (TAV), de cada processo e de cada ponto de estocagem.

Após o Mapa do Estado Atual ter sido construído pode-se dar início à projeção do Mapa do Estado Futuro, que deve ser guiado pela meta de “[...]construir uma cadeia de produção onde os processos individuais são articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo ou puxada, e cada processo se aproxima o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam” (ROTHER e SHOOK, 2003, p.57).

Os passos a serem seguidos, segundo Rother e Shook (2003), para se projetar um estado futuro, bem como algumas questões chaves associadas a esses passos são apresentados a seguir.

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

Questão: Qual é o *takt time*, baseado no tempo de trabalho disponível dos processos fluxo abaixo que estão mais próximos do cliente?

O *Takt Time* é a velocidade na qual os clientes solicitam os produtos acabados, ou seja, é o “ritmo” de mercado (ROTHER e HARRIS, 2008). Sua finalidade é definir a frequência com que se deve produzir determinado produto para atender a demanda do cliente dentro do tempo de trabalho disponível da unidade produtiva e sua utilidade é sincronizar o ritmo da produção

com o ritmo das vendas, no processo puxador em particular. (ROTHER e SHOOK, 2003). O cálculo é dado pela Equação 1.

$$Takt\ Time = \frac{\text{tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{demanda do cliente por turno}} \quad (1)$$

Questão: Você produzirá para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam ou diretamente para a expedição?

Produzir para um supermercado de produtos acabados significar que os produtos depois de fabricados serão estocados em um supermercado de produtos acabados e só posteriormente serão expedidos ou enviados ao cliente final. A utilidade de se produzir para um supermercado de produtos acabados é realizar a programação da produção em um processo anterior. A ocasião em que se deve produzir para um supermercado de produtos acabados é quando o processo remetente desses produtos é de difícil programação, fato que ocorre devido à imprevisibilidade de sua demanda (ROTHER e SHOOK, 2003).

Produzir diretamente para a expedição significa que os produtos depois de fabricados serão encaminhados diretamente para o processo que envia os mesmos para o cliente final (ROTHER e SHOOK, 2003).

2°. Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível

Questão: Onde você pode usar o fluxo contínuo?

Fluxo contínuo é um fluxo de produção no qual os produtos resultantes de suas respectivas etapas de processamento são passados um de cada vez “[...] (ou um lote pequeno de itens) [...]” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, p. 31) para a próxima etapa sem nenhuma parada no caminho (e muitos outros desperdícios) entre elas (ROTHER e SHOOK, 2003). “[...] É o modo mais eficiente de produzir [...]” (ROTHER e SHOOK, 2003, p.45).

A introdução de um fluxo contínuo implica na integração de processos de produção subsequentes sob a forma de um único processo. A possibilidade de introdução do fluxo

contínuo é analisada sob o critério do tempo de ciclo do processo poder ser capaz de atender às demandas do(s) cliente(s).

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

Questão: Onde você precisará introduzir os sistemas puxados com supermercados a fim de controlar a produção dos processos fluxo acima?

Supermercado é um tipo de estoque presente entre dois processos que desempenha as funções de conectar os mesmos e de programar/controlar a produção do processo fornecedor, o processo ao qual o supermercado pertence. Devem ser introduzidos como uma alternativa ao fluxo contínuo, quando o mesmo, por algum motivo, não for viável (ROTHER e SHOOK, 2003).

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

Questão: Em que ponto único da cadeia de produção (“o processo puxador”) você programará a produção?

O processo puxador é o processo, geralmente o único, dentre aqueles presentes na unidade produtiva que será programado (programação esta que via de regra é realizada por meio da utilização de supermercados de produtos acabados) (ROTHER e SHOOK, 2003). A escolha desse processo se dá baseada na regra de que “[...] todas as transferências de materiais posteriores ao processo puxador precisam ocorrer em fluxo)” (ROTHER e SHOOK, 2003, p.58).

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

Questão: Como você nivelará o *mix* de produção no processo puxador?

Nivelar o *mix* de produção “[...] significa alternar repetidamente entre os menores lotes de ‘A’ e ‘B’”, “[...] significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo” (ROTHER e SHOOK, 2003, p.50). Esse nivelamento pode ser realizado

por meio da utilização de uma caixa de nivelamento (*Heijunka Box*) de carga de duas formas diferentes:

- a) Coloca-se *kanbans* de retirada correspondentes aos pedidos do cliente em uma caixa de nivelamento de carga na sequência mista da variedade de produtos; retira-se um *kanban* de retirada da caixa de nivelamento na frequência do incremento *pitch* e encaminha-se o produto correspondente ao *kanban* para a expedição; envia-se o *kanban* de produção gerado pela retirada do produto para o processo fornecedor como sinalizador da produção; e move-se os produtos produzidos por esse processo para o supermercado de produtos acabados.
  - b) Retira-se do supermercado de produtos acabados, de uma só vez e por meio de *kanbans* de retirada, os produtos correspondentes aos pedidos diários e organizam-se esses produtos para a expedição; coloca-se os *kanbans* de produção gerados pela retirada desses produtos na caixa de nivelamento de carga na sequência mista da variedade de produtos; retira-se um *kanban* de produção da caixa de nivelamento na frequência do incremento *pitch* (que será calculado no próximo passo) e envia-se o mesmo ao processo fornecedor como sinalizador da produção; por fim, move-se os produtos produzidos por esse processo fornecedor para o supermercado de produtos acabados.
- 6°. Criar uma “puxada inicial” com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador. (Nivelamento o volume de produção)

Questão: Qual incremento de trabalho você liberará uniformemente do processo puxador?

O incremento de trabalho, também chamado de *pitch* é a frequência com que deve sair do processo puxador a quantidade de produtos correspondente a uma carga e a frequência com que esse processo deve receber um *kanban* de produção acionando a produção dessa carga. O cálculo desse tempo *Pitch* é dado pela Equação 2.

$$Pitch = Takt\ Time \times \text{unidades de produtos/embalagem} \quad (2)$$

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

A quantidade de trocas que uma célula de produção pode realizar entre a produção dos diferentes produtos que ela fabrica é dada pela Equação 3.

$$\text{Quantidade de Trocas} = \frac{\text{Tempo disponível para trocas}}{\text{Tempo de Troca (TR)}} \quad (3)$$

Questão: Quais melhorias de processo serão necessárias para fazer fluir o fluxo de valor conforme as especificações do projeto do seu estado futuro?

As melhorias necessárias para a implementação da situação futura projetada devem ser marcadas no Mapa do Estado Futuro com o símbolo necessidade de *kaizen*.

Após o Mapa do Estado Futuro ter sido construído pode-se dar início ao desenvolvimento do Plano do Fluxo de Valor a fim de realizar a implementação da situação futura projetada.

Os passos a serem seguidos, adaptado de Rother e Shook (2003), para a construção desse plano são os seguintes:

1. Dividir o seu mapa do fluxo de valor em *loops*

Os *loops* são delimitações que dividem o fluxo de valor em segmentos que constituem uma excelente maneira de dividir os esforços de implementação do estado futuro em etapas administráveis (cada *loop* corresponde a uma etapa). Existem dois tipos de *loops*: *i*) o *Loop* Puxador, que abrange os fluxos de material e informação existentes entre o cliente e o processo puxador; e os *ii*) *Loops* adicionais, que abrangem os fluxos de material e informação entre as puxadas, de modo que cada supermercado do sistema puxado no fluxo de valor corresponde ao final de outro *loop*.

2. Definir objetivos e metas para cada uma das etapas de implementação
3. Definir a sequência na qual as etapas serão implementadas

Há duas estratégias para se definir a sequência de implementação das etapas: *i)* a primeira consiste em ponderar as etapas de acordo com o entendimento do pessoal acerca do processo, da probabilidade de sucesso e do impacto financeiro gerado; *ii)* a segunda consiste em eleger arbitrariamente a etapa correspondente ao *loop* puxador e gradualmente subir no fluxo tanto quanto necessário, o que não impede implementações simultâneas em mais de um *loop*.

#### 4. Definir a sequência de melhorias dentro de cada *loop* (etapa)

As melhorias em um *loop* constituem objetivos de implementação que freqüentemente seguem um padrão que reflete as questões chave, descritas na subseção anterior, para o projeto do estado futuro: *i)* desenvolver um fluxo contínuo que opere baseado no *takt time*; *ii)* estabelecer um sistema puxado para controlar a produção; *iii)* introduzir o nivelamento e; *iv)* praticar *kaizen* continuamente para eliminar desperdício, reduzir os tamanhos dos lotes, encolher supermercados e estender o alcance do fluxo contínuo.

Essas melhorias preconizadas pelo padrão acima - fluxo contínuo e puxada nivelada-, exigem, por sua vez, melhorias preparatórias nos processos- tais como trocas rápidas, capacidade de fazer certo da primeira vez e confiabilidade das máquinas – sobre as quais não se deve ficar paralisado mas que devem ser guiadas pelas próprias melhorias do fluxo.

#### 5. Elaborar o Plano do Fluxo de Valor

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

##### **2.6.2. Criando Fluxo Contínuo**

O fluxo contínuo introduzido no fluxo de valor de uma unidade produtiva pode não funcionar como o planejado por motivos tais como máquinas incapazes fazendo peças de má qualidade, máquinas que estão quebrando muito entre outros. Para esses casos, Rother e Harris (2008) desenvolveram onze questões que devem ser respondidas a fim investigar e solucionar as causas de tais interrupções.

### Questão 1: Você escolheu os Produtos Finais Adequados?

Avalia se a variedade dos produtos que a célula se destina a produzir são adequados, segundo os seguintes critérios: *i)* flexibilidade, *ii)* variação no conteúdo total de trabalho entre os diferentes produtos finais processados na célula, *iii)* similaridade das etapas do processo e dos equipamentos utilizados pelos diferentes produtos finais processados pela célula, *iv)* *Takt time* da célula de produção, e *v)* localização dos clientes dos diferentes produtos finais processados pela célula.

### Questão 2: Qual é o *Takt Time*?

Avalia se o ritmo de mercado (*Takt Time*) imposto para a célula de produção e o ritmo de produção do final da célula no processo puxador (Tempo de Ciclo) estão adequados segundo o critério de comparação dos mesmos (*Takt Time* e Tempo de Ciclo). Se o Tempo de Ciclo for muito próximo do *Takt Time* a célula pode não conseguir suprir a demanda do cliente devido a ocorrência inesperada de acontecimentos tais como falha nos equipamentos ou nos materiais e, ao contrário, se o Tempo de Ciclo for muito menor que o *Takt Time* a célula pode cometer o desperdício de superprodução e requerer mais pessoas do que o necessário.

### Questão 3: Quais são os Elementos de Trabalho Necessários para Fazer um Item?

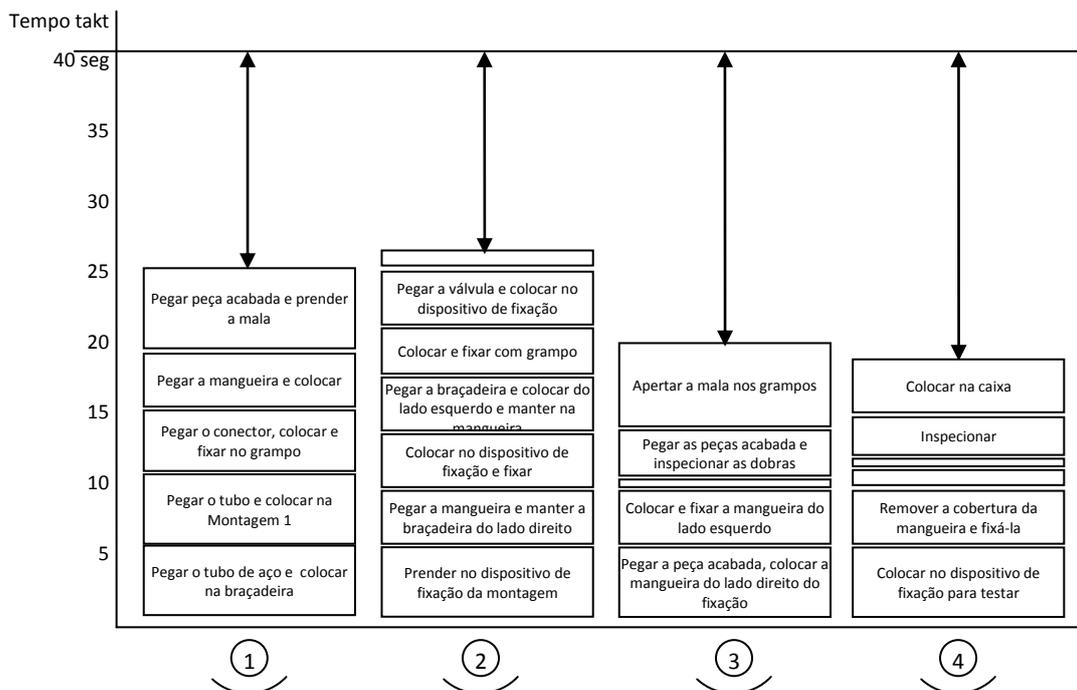
Elementos de trabalho são “[...] os distintos passos necessários para se completar um ciclo em uma estação de trabalho; o menor incremento de trabalho que pode ser transferido de uma pessoa a outra.” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, p.25)

Essa questão identifica os elementos de trabalho do operador em cada posto de trabalho ajudando a encontrar e eliminar o desperdício escondido dentro dos ciclos de trabalho (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011).

### Questão 4: Qual é o Tempo Real Necessário para cada Elemento de Trabalho?

Mensura qual é o tempo necessário para a realização de cada elemento de trabalho ajudando a encontrar o tempo de espera desperdiçado entre esses elementos e o tempo em que os operadores permanecem ociosos na frente da máquina aguardando que estas realizem seu ciclo de trabalho.

Com os elementos de trabalho e os tempos em mãos pode-se construir um gráfico denominado de “Gráfico de Balanceamento do Operador” ou Quadro de Yamazumi, ilustrado na Figura 2, que permite analisar se a quantidade de trabalho alocada para cada operador e se o número de operadores estão adequados para a célula.



**Figura 2 - Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO)**

Fonte: Lean Institute Brasil (2011)

O Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO) representa os elementos de trabalho de cada operador por pequenas barras verticais cuja altura é proporcional à quantidade de trabalho requerida e distribui esses elementos em relação ao *Takt Time*, ajudando na tarefa fundamental de redistribuir os mesmos entre os operadores e de adequar o número de operadores necessários, tornando a quantidade de trabalho realizada quase igual ao *Takt Time* (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011).

Questão 5: O Seu Equipamento Pode Atender o *Takt Time*?

Avalia se as máquinas que compõem a célula podem realmente atender à demanda do mercado por meio da comparação entre o “Tempo de Ciclo Efetivo” de cada máquina e o *Takt Time* da célula, baseado na premissa de que “[...] o ‘tempo efetivo de ciclo’ de cada máquina deve ser consideravelmente menor do que o ‘*takt time*’, se quisermos atingir o fluxo contínuo” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, p.33).

Questão 6: Qual o Nível de Automação?

Avalia o nível de automação necessário e adequado à célula de produção segundo o critério de como o fluxo de material e o fluxo do operador vão interagir um com o outro. O ideal é que os operadores se movam e agreguem valor ao mesmo tempo em que a máquina trabalha.

Questão 7: Como organizar o processo físico para que uma pessoa possa fazer um item da maneira mais eficiente possível?

Avalia qual a disposição das máquinas e estações de trabalho (*layout*) é a mais adequada para a célula em questão.

Questão 8: Quantos Operadores São Necessários Para Atender o “*Takt Time*”?

Calcula quantos operadores são necessários para trabalhar na célula de produção de modo que esta atenda ao *Takt Time* que lhe foi imposto e orienta a distribuição do conteúdo total de trabalho entre os trabalhadores.

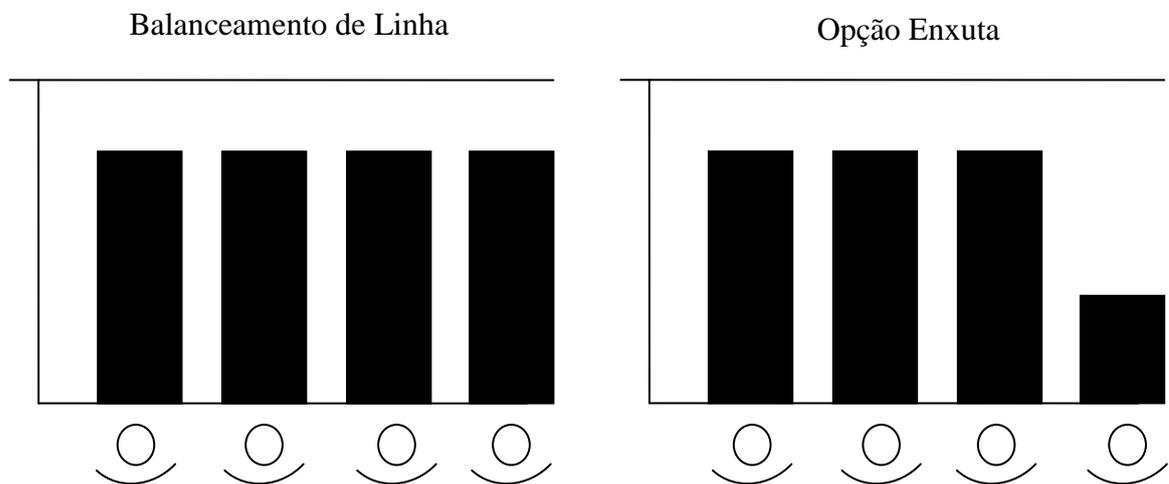
O cálculo do número de operadores ideal é dado pela Equação 4, ou, como alternativa para os casos em que o Tempo de Ciclo é menor que 90% do *Takt Time*, pela Equação 5. Para ambas as equações, o conteúdo total de trabalho é a soma dos tempos de trabalho de cada operador.

$$\text{Número de operadores} = \frac{\text{Conteúdo Total de Trabalho}}{\textit{Takt Time}} \quad (4)$$

$$\text{Número de operadores} = \frac{\text{Conteúdo Total de Trabalho}}{\text{Tempo de Ciclo}} \quad (5)$$

A distribuição do conteúdo total de trabalho deve ser realizada, segundo os preceitos da produção enxuta de modo a “[...] redistribuir os elementos de trabalho e ocupar todos os operadores, com exceção de um, com tarefas que consumam praticamente todo o intervalo do ‘*takt time*’[...]”, o que “[...] expõe o desperdício e torna a melhoria mais fácil.” (ROTHER e HARRIS, 2008, p.54). Em contrapartida o método tradicional recomenda que o conteúdo do trabalho seja dividido igualmente entre os trabalhadores.

A opção enxuta e o método tradicional de distribuição do conteúdo do trabalho, denominado de “Balanceamento de Linha”, podem ser visualizados pelos gráficos ilustrados na Figura 3.



**Figura 3 – Opções de Distribuição do Conteúdo Total de Trabalho**

**Fonte: Adaptado de Rother e Harris (2008)**

Esses gráficos representam os elementos de trabalho de cada operador por barras verticais e o valor do *takt time* da célula pela linha horizontal sobre as barras. Eles permitem visualizar como os elementos de trabalho da célula estão distribuídos entre os trabalhadores. O primeiro gráfico, referente ao Balanceamento de Linha, demonstra a “[...] divisão igualitária do trabalho entre os operadores em uma célula [...]”(ROTHER e HARRIS, 2008, p.54) enquanto que o segundo gráfico, referente à Opção Enxuta, demonstra a distribuição do trabalho “[...] entre operadores completamente utilizados, com exceção de um.” (ROTHER e HARRIS, 2008, p.54)

### Questão 9: Como Distribuir o Trabalho entre os Operadores?

Distribui todos os elementos de trabalho da célula de produção entre os operadores. Essa distribuição pode ser realizada com base em cinco métodos denominados de *i) Dividir o Trabalho; ii) O Circuito; iii) Fluxo Reverso; iv) Combinações; e v) Um Operador Por Estação.*

### Questão 10: Como Você irá Programar o processo puxador?

Define o volume de produção total (“nivelamento do volume”) do processo puxador e o volume (tamanho do lote) de produção específico para cada produto da família de produtos antes da troca para outro tipo de produto (“nivelamento do *mix* de produto”). Esses nivelamentos são realizados conforme consta nos passos 5º e 6º para a projeção do Mapa do Estado Futuro na subseção 2.6.1.

Questão 11: Como o processo puxador Reagirá frente às Mudanças na Demanda dos Clientes?

Planeja a resposta da célula de produção frente a eventuais variações na demanda dos clientes e conseqüentemente no *Takt- Time*. As alternativas comuns de respostas a essas variações, as quais devem ser estudadas quanto à sua viabilidade, são: *i) utilização de supermercado de produtos acabados; ii) aumento ou redução do número de operadores; iii) aumento ou redução do número de máquinas; e iv) adição ou exclusão de célula(s) de produção na unidade produtiva.*

### 2.6.3. Cinco S

Cinco S é uma metodologia de gerenciamento do ambiente de trabalho idealizada por Takashi Osada no fim da década de 60 no Japão que tem como metas eliminar o desperdício e organizar o ambiente de trabalho, conservando-o arrumado e limpo e mantendo as condições padrão e a disciplina necessária para a execução de um bom trabalho, características essas que são consideradas imprescindíveis para o alcance de qualidade, produtividade, segurança e motivação (TAKASHI, 1995).

A metodologia proposta por Takashi (1995) para o alcance dessas metas pressupõe a adoção de cinco passos os quais deram origem ao nome da ferramenta por iniciarem-se todos pela letra “S”.

1° S: *Seiri* (Organização): Consiste em distinguir o necessário do desnecessário para livrar-se do último. A operacionalização desse passo consiste em criar estratos de importância, determinar a importância e a urgência das coisas em termos do estrato criado e separá-las e agrupá-las pela sua ordem de importância.

2° S: *Seiton* (Arrumação): Consiste em colocar as coisas nos lugares certos ou dispostas de forma correta de forma a garantir a qualidade e a segurança a fim de que possam ser usadas prontamente sem precisar serem procuradas. A implementação desse passo consiste em atribuir frequência de uso aos itens. Essa frequência pode ser atribuída segundo cinco categorias: *i*) o que não usamos: jogamos fora; *ii*) o que não usamos, mas queremos ter à mão, caso seja preciso: mantemos como itens de reserva; *iii*) o que usamos apenas com pouca frequência: guardamos em algum lugar bem distante; *iv*) o que usamos às vezes: guardamos no local de trabalho; e *v*) o que usamos com frequência: guardamos no local de trabalho ou carregamos conosco.

3° S: *Seiso* (Limpeza): Consiste em acabar com o lixo, a sujeira e tudo o que for estranho, até tudo ficar limpo. Sua ênfase está no asseio e na criação de um local de trabalho impecável e na limpeza como forma de inspeção de pontos-chaves do local de trabalho. A limpeza pode ter impacto sobre o tempo de manutenção de equipamentos, a qualidade, a segurança, o moral e o todos os outros aspectos operacionais.

4° S: *Seiketsu* (Padronização): Consiste em manter a organização, a arrumação e a limpeza (pessoal e o do ambiente) contínua e constantemente. A inovação e o gerenciamento visual são utilizados para atingir e manter as condições-padrão, permitindo que se aja com rapidez.

5° S: *Shitsuke* (Disciplina): Consiste em criar (ou ter) a capacidade de fazer as coisas como deveriam ser feitas, mesmo quando é difícil, com o objetivo de facilitar a vida. A ênfase está na criação de um local de trabalho com bons hábitos e disciplina, o que pode ser implementado ensinando-se a todos o que precisa ser feito e oferecendo-se treinamentos.

#### 2.6.4. Cinco Por ques

“Cinco Por ques” é um procedimento adaptado do hábito de observação de Sakichi Toyoda que constitui a base da abordagem científica da Toyota e que tem como objetivo descobrir a causa raiz de determinado problema a fim de corrigi-lo (OHNO, 1997).

O procedimento consiste em perguntar e responder o por quê de determinado problema e para cada resposta obtida questionar novamente o por quê desta até que a causa raiz do problema seja identificada. “O número cinco, especificamente, não é o que importa. O importante é continuar perguntando até que a causa raiz seja identificada e eliminada” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, p.9).

“Perguntando cinco vezes por quê e respondendo cada vez, podemos chegar à verdadeira causa do problema, que geralmente está escondido atrás de sintomas mais óbvios” (OHNO, 1997, p.38). “Ao perguntarmos ‘Por quê?’ cinco vezes, o ‘como’ devemos solucionar o problema também será esclarecido (SHINGO, 1996, p.116). “Assim, ‘cinco por quês é igual a um como fazer’ (OHNO, 1997, p.131)”

Um exemplo do emprego desse procedimento para o problema de uma máquina que parou de funcionar elaborado por Ohno (1997) é descrito a seguir:

1. Por que a máquina parou?

Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.

2. Por que houve uma sobrecarga?

Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.

3. Por que o mancal não estava suficientemente lubrificado?

Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.

4. Por que não estava bombeando suficientemente?

Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.

5. Por que o eixo estava gasto?

Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.

“Sem as perguntas sucessivas, os gerentes iriam simplesmente substituir o fusível ou a bomba e a falha ocorreria novamente” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, p. 9).

### 2.6.5. 5 W 1H

5W1H é uma metodologia utilizada para a elaboração e descrição de planos de ação que consiste em responder seis perguntas para cada ação ou medida contemplada pelo plano. A metodologia recebe esse nome, pois as cinco primeiras perguntas, em inglês, iniciam-se pela letra W e a última pergunta inicia-se pela letra H.

“Um ‘plano’ é a formalização de o que se pretende que aconteça em determinado momento do futuro. [...] é uma declaração de intenção do que aconteça” (SLACK *et al.*, 2007, p.315). Um plano de ação é o conjunto de medidas não desdobráveis (ações) suficientes para se atingir determinada meta com mais eficácia (CAMPOS, 2004).

As seis perguntas que devem ser respondidas são *What (O que)*, *Who (Quem)*, *When (Quando)*, *Where (Onde)*, *Why (Por que)* e *How (Como)*, das quais *O que* se refere à própria medida ou ação contemplada pelo plano, *Quem* se refere ao responsável pela execução de tal medida, *Quando* se refere ao prazo para que a medida seja implementada, *Onde* se refere ao local ao qual a medida diz respeito, *Por que* se refere à razão pela qual a medida deve ser implementada, e *Como* se refere ao procedimento que deverá ser adotado para a execução da medida (CAMPOS, 2004).

Um exemplo de Plano de Ação proposto por Campos (2004) pode ser visualizado pela Figura 4.

PLANO DE AÇÃO <span style="float: right;">Aprovado: <u>                    </u></span> <span style="float: right;">Página: <u>                    </u></span> PROJETO: <b>Redução do tempo de entrega dos produtos</b> META: <b>Reduzir o tempo de entrega para três dias até junho de 1997</b>					
MEDIDA (WHAT)	RESPONSÁVEL (WHO)	PRAZO (WHEN)	LOCAL (WHERE)	RAZÃO (WHY)	PROCEDIMENTO (HOW)
1.Redimensionar o estoque de produtos	Sr. Souza	15/07/1997	Belo Horizonte	Para evitar a falta de produto	Fazer um levantamento das encomendas dos últimos dois anos e, através da estatística, determinar o estoque mínimo para uma confiabilidade de 95% de certeza de atendimento
2.Estabelecer um procedimento operacional padrão da distribuição	Srta. Ana	15/05/1997	São Paulo	Para reduzir o tempo e o custo da distribuição	Estabelecer o fluxograma atual, criticar em reunião com a chefia e apoio técnico e estabelecer novo fluxograma simplificado
3.Estabelecer um sistema de comunicação rápida com a clientela	Sr. Calixto	30/06/1997	Porto Alegre	Para detectar a necessidade dos clientes de forma rápida	Contratar a Microsoftis Ltda. Colocando um inspetor para acompanhar a implantação
4.Renovar os caminhões com mais de dez anos de uso	Sr. Demóstenes	25/01/1997	Salvador	Para reduzir a incidência de quebras com perda de tempo na distribuição	Realizar a especificação técnica do tipo de caminhão, estabelecer as bases da concorrência e publicar o edital
5.Estabelecer um sistema de definição do roteiro em função da programação da distribuição	Sra. Regina	15/06/1997	Rio de Janeiro	Para reduzir o tempo de atendimento, economizar tempo e combustível e utilizar melhor a frota	Utiliza o Software disponível no mercado

**Figura 4 - Exemplo de um Plano de Ação**

**Fonte: Campos (2004)**

A Figura 4 ilustra um plano de ação contendo cinco medidas para o alcance da meta de redução do tempo de entrega dos produtos para três dias úteis até junho do ano de 1997. A elaboração do plano se deu por meio da definição das medidas necessárias para o alcance da meta - as quais foram definidas por meio da resposta à pergunta *O que* – e da definição do responsável, do prazo, do local, da razão e do procedimento referente a cada uma dessas medidas – os quais foram definidos, respectivamente, por meio das respostas às perguntas *Quem, Quando, Onde, Por que e Como*.

### 2.6.6. Sistema Kanban

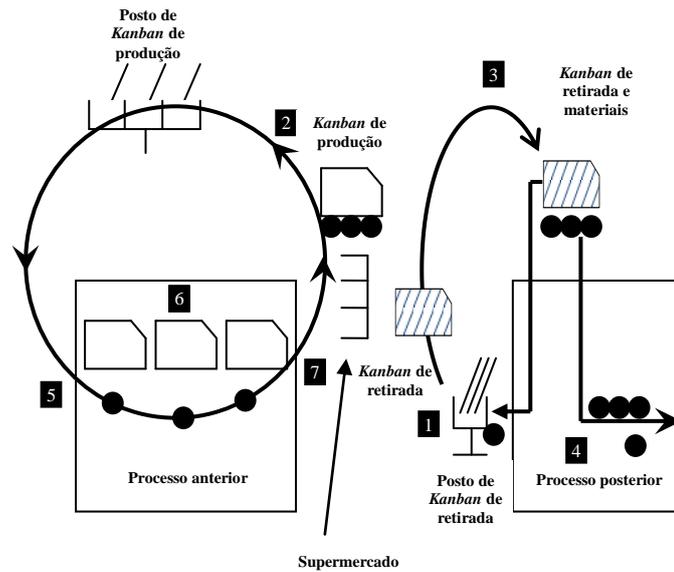
Sistema *Kanban* é o meio que permite operacionalizar o sistema de produção puxado e sem o qual “... o *just-in-time*, um dos pilares do STP (o outro é a automação, a qualidade intrínseca) jamais teria evoluído” (LIKER, 2005, p.43). Esse sistema é composto pelos *kanbans* em si, pelos postos de *kanban* e por supermercados, conforme pode ser visualizado pela Figura 5.

Os *kanbans* são sinalizadores utilizados por um estágio cliente para avisar seu fornecedor que mais material deve ser enviado e podem possuir a forma simples de um cartão ou podem tomar outras formas tais como marcadores plásticos ou bolas de pingue-pongue coloridas com diferentes componentes como ocorre em algumas empresas japonesas. (SLACK *et al.*, 2007, p.493). Eles estão localizados no chão-de-fábrica em postos de *kanbans* ou junto ao próprio produto.

Os postos de *kanban* – que podem ser na forma de uma caixa de nivelamento - são locais onde os *kanbans* são dispostos até que sejam retirados por um processo e enviados para o supermercado do processo predecessor como indicador de que certa quantidade de produto vai ser movimentada e transferida desse supermercado para o processo posterior – constituindo nesse caso um posto de *kanban* de retirada - ou são locais aonde os *kanbans* são colocados após terem sido destacados do produto que foi retirado do supermercado e enviado ao processo posterior – constituindo nesse caso um posto de *kanban* de produção.

Os supermercados são locais onde um estoque padrão predeterminado é mantido para o fornecimento aos processos fluxo abaixo. “Os supermercados normalmente se localizam próximos ao processo fornecedor para ajudá-lo a entender os usos e as necessidades dos clientes. Cada item em um supermercado tem uma localização específica, de onde um movimentador de materiais retira os produtos nas quantidades precisas necessárias para um processo fluxo abaixo. Quando um item é removido, um sinal para fabricar mais (como um cartão *kanban* ou uma caixa vazia, por exemplo) é enviado ao processo fornecedor”. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2011, p.94).

O funcionamento de um sistema *kanban* ocorre, segundo Werkema (2006), de acordo com sete etapas as quais encontram-se ilustradas na Figura 5.



**Figura 5 - Sistema Kanban**

Fonte: Adaptado de Werkema (2006)

1. Um operador do processo posterior leva os *kanbans* de retirada ao supermercado do processo anterior. No supermercado, cada pallet de material possui um cartão *kanban* de produção anexado a ele.
2. Quando o operador do processo posterior retira os itens requisitados do supermercado, o *kanban* de produção é destacado do pallet e colocado no posto de *kanban* de produção.
3. Após a comparação das informações dos dois *kanbans* (com o objetivo de se evitar erros de produção), o *kanban* de retirada é anexado ao pallet, em substituição ao *kanban* de produção que acabou de ser destacado.
4. No processo posterior, quando o pallet de material é utilizado, o *kanban* de retirada é desanexado e colocado no posto de *kanban* de retirada.
5. No processo anterior, os materiais são fabricados na mesma ordem de chegada dos *kanbans* de produção ao posto de *kanban*.

6. Os materiais produzidos e seus respectivos *kanbans* de produção são movimentados juntos durante todo o processamento.
7. Na última etapa, os materiais acabados e seus respectivos *kanbans* de produção são colocados no supermercado, onde um operador do processo posterior pode retirá-los e reiniciar o ciclo.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1. Apresentação da Empresa

A empresa é uma cooperativa agroindustrial de grande porte sediada na cidade de Maringá-PR, nascida em 1963, há 48 anos. Possui mais de 1.800 colaboradores, 10.000 mil cooperados, 30.000 clientes e um faturamento anual que gira em torno de 1,5 bilhões de reais.

As atividades que a cooperativa desenvolve são basicamente a captação de produtos agrícolas de seus cooperados e processamento dos mesmos visando a comercialização no mercado externo sob a forma de *commodities* ou a transformação em produtos industrializados para posterior comercialização. A estrutura que dá suporte à realização dessas atividades é formada pelas unidades operacionais da organização, um complexo industrial, uma rede de armazéns, uma rede de transporte e a parte administrativa.

Os produtos fabricados pela cooperativa se distinguem em quatro tipos: *i) commodities* agrícolas, que atendem ao mercado nacional e internacional de *commodities*; *ii) produtos de varejo*, que atendem ao mercado varejista nacional e internacional com as marcas Purity, Suavit, Café Maringá e Cocamar; *iii) fios têxteis* que atendem ao mercado nacional – principalmente SC, SP, PR, RS e RJ - de indústrias de tecidos e malhas; e *iv) sucos concentrados*, que atendem ao mercado internacional. As *commodities* agrícolas compreendem soja, milho, canola, girassol, algodão, café, trigo e laranja; os produtos de varejo compreendem molhos, maioneses, álcool, café e sucos à base de soja e néctares; os fios têxteis compreendem fios de algodão puro, fios sintéticos à base de poliéster, viscose e outros bem como fios mistos (algodão e sintéticos).

A produção dos fios têxteis, dos produtos de varejo e dos sucos concentrados ocorre nas indústrias que compõem o complexo industrial da cooperativa, enquanto que as *commodities* são recebidas e processadas nas unidades operacionais da organização e posteriormente despachadas para exportação.

O complexo industrial da organização, distribuído nas cidades de Maringá, Paranavaí e Presidente Castelo Branco, é composto por oito fábricas, sendo elas: *i) indústria extração de farelos e óleos vegetais* bem como refino e envase de óleos; *ii) indústria de fios têxteis*; *iii)*

indústria de torrefação e moagem de café; *iv*) indústria de suplemento mineral; *v*) indústria de sucos, néctares e bebidas a base de soja; *vi*) indústria de molhos, maionese e atomatados; *vii*) usina de preservação de madeira tratada; e *viii*) fábrica de suco concentrado e congelado.

As unidades operacionais, distribuídas em mais de cinquenta municípios paranaenses em regiões do estado denominadas de Região 1, Região 2 e Região 3, totalizam 69 unidades e desenvolvem como principais atividades o *i*) recebimento, processamento e comercialização de produtos agrícolas dos cooperados; *ii*) o fornecimento de insumos agropecuários tais como sementes, fertilizantes, corretivos, defensivos agrícolas, peças e acessórios, óleos e lubrificantes, máquinas e implementos agrícolas e produtos pecuários; além da *iii*) prestação de serviços aos cooperados como o acompanhamento técnico das lavouras. Sua estrutura é composta por unidades de captação ou recebimento de produtos agrícolas, vendas de produtos agrícolas (soja, milho, laranja, café e trigo); de comercialização de bens de produção e de prestação de serviços aos cooperados.

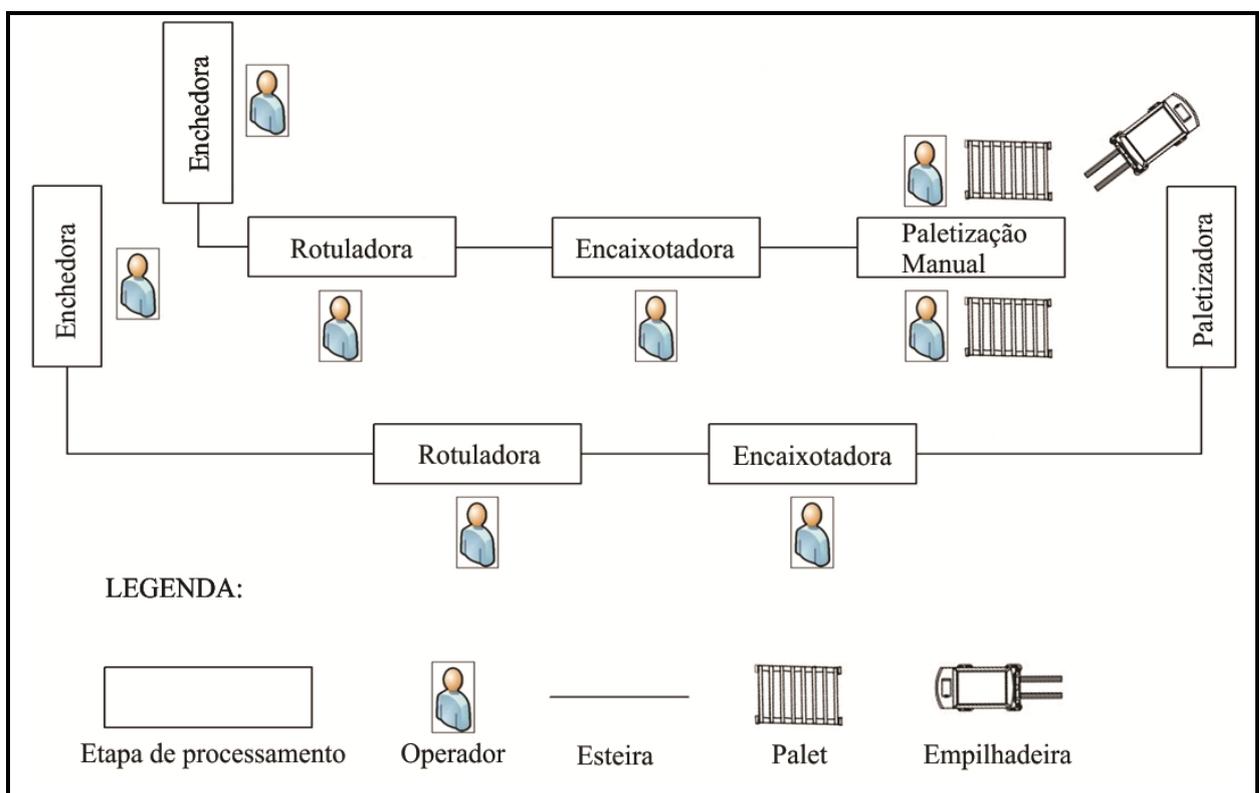
### 3.2. Apresentação da Unidade Produtiva

A unidade produtiva de envase de óleo vegetal pertence à indústria de farelo e óleos vegetais da cooperativa e tem como *mix* de produtos a família de óleo vegetal de consumo alimentício das marcas Cocamar e Suavit nas variedades soja, girassol, milho e canola, conforme pode ser visualizado pela Figura 6. Os produtos da empresa são destinados ao mercado nacional de supermercados varejistas – em sua maioria - e também à exportação.



Figura 6 - *Mix* de produtos da fábrica de óleo

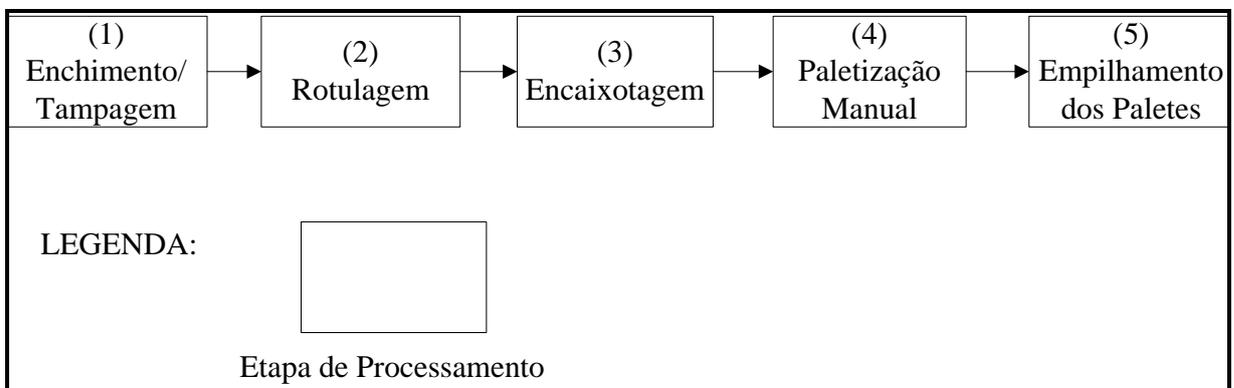
As linhas de produção presentes nessa planta são duas, conforme pode ser visualizada pela Figura 7, as quais são denominadas de Linha PET 01 (inferior) e Linha PET 02 (superior). A linha PET 01 funciona em três turnos (das 06h00min às 14h20min, das 14h20min às 22h45min, e das 22h45min às 06h20min) e envasa óleo da variedade soja de ambas as marcas - Cocamar e Suavit – enquanto que a linha PET 02 funciona em dois turnos (das 06h00min às 14h20min e das 14h20min às 22h45min) e envasa óleo de todas as variedades - soja, girassol, milho e canola – e também de todas as marcas – Cocamar e Suavit.



**Figura 7 – Linhas de Produção da Unidade Produtiva**

O processo produtivo da Linha PET 02, que pode ser visualizado pela Figura 8, é uma combinação dos tipos “Linhas ‘transfer’ totalmente automatizadas com operadores como atendentes de linha” (1, 2, 3) e produção totalmente manual com operadores em postos de trabalho (4 e 5). É composto por cinco etapas de processamento das quais as quatro primeiras são interligadas por esteiras rotativas e as duas últimas são interligadas por um estoque de produto acabado em processo e parado. As três primeiras etapas, correspondentes à Linha

‘transfer’ totalmente automatizada, contam com três atendentes de linha que retiram da esteira produtos defeituosos não detectados pelos dispositivos presentes nas máquinas e alimentam as mesmas com as matérias primas necessárias ao seu funcionamento, enquanto que as duas últimas, correspondentes à produção manual, contam, respectivamente, com dois operadores que empilham as caixas de óleo sobre paletes e com um operador que realiza o deslocamento via empilhadeira desses paletes cheios até a expedição. As cinco etapas de processamento são: *i)* Enchimento/Tampagem; *ii)* Rotulagem; *iii)* Encaixotagem; *iv)* Paletização Manual; e *v)* Empilhamento dos Paletes.



**Figura 8 - Processo Produtivo da Linha PET 02**

A primeira etapa, de Enchimento/Tampagem, recebe de fornecedores externos as duas principais matérias-primas do produto acabado - o óleo vegetal refinado e o frasco PET -, envasa o óleo no frasco PET e tampa a garrafa já cheia; a segunda etapa, a Rotulagem, recebe as garrafas já cheias e tampadas e as rotula; a terceira etapa, a Encaixotagem, recebe as garrafas cheias, tampadas e rotuladas e as encaixota a cada grupo de 20 garrafas em caixas de papelão; a quarta etapa, a Paletização Manual, recebe as caixas contendo as 20 garrafas de óleo e as coloca, a cada grupo de 40, em paletes; a quinta e última etapa, o Empilhamento dos Paletes transporta, via empilhadeira e nos paletes, os produtos acabados até a área de armazenagem localizada antes da área de expedição.

### **3.3. Mapeamento do Fluxo de Valor**

#### **3.3.1. Delimitações para o MFV**

As delimitações impostas para o Mapeamento do Fluxo de Valor da unidade produtiva disseram respeito, assim como preconiza a revisão da literatura, *i*) à família de produtos ou produto que se iria mapear, *ii*) aos componentes ou matérias-primas da família de produto ou produto escolhido que iria conduzir o mapeamento(s), *iii*) ao(s) cliente(s) cuja demanda iria pautar o mapeamento, *iv*) às fronteiras físicas do mapeamento e *v*) ao nível de detalhamento do mapeamento. Além disso, houve a necessidade de se fazer duas outras limitações que disseram respeito *vi*) à escolha de uma única linha de produção, das duas presentes na planta, a qual iria ser mapeada e *vii*) à delimitação do tempo no qual o mapeamento e demanda iriam ficar restritos.

Em relação à família de produtos a ser mapeada selecionou-se a única família de produtos produzida na unidade produtiva em questão, as garrafas de óleo vegetal nas versões Soja/Cocamar, Soja/Suavit, Girassol/Suavit, Milho/Suavit e Canola/Suavit.

Quanto aos componentes principais do produto final - óleo vegetal refinado, frasco PET, tampa e rótulo- escolheu-se para conduzir o mapeamento o frasco PET utilizado para envasar o óleo refinado, devido à sua característica de passar por todas as etapas de processamento e, conseqüentemente, possibilitar o mapeamento completo da planta.

Acerca dos clientes, que foram denominados de Cliente Final, tem-se que os mesmos requerem paletes com 40 caixas de óleo, de modo que este é o tamanho da carga.

Relativamente à fronteira do mapeamento, a mesma ficou restrita ao fluxo de porta-a-porta na planta da unidade produtiva, desde o fornecimento de material básico, o óleo vegetal refinado, até a entrega das caixas de óleo ao cliente.

No que se refere ao nível de amplitude estipulou-se que o mapeamento seria feito, a princípio, contemplando apenas os processos envolvidos na produção sem discriminar as etapas de processamento correspondentes a cada um deles. Em termos de ramificação não foi necessário fazer nenhuma limitação devido à inexistência da mesma.

No que diz respeito à escolha da linha de produção a ser mapeada – uma das duas linhas de produção existentes na planta- optou-se pela linha de produção denominada pela empresa de Linha PET 2 por esta ser mais problemática quando comparada à outra em termos de interrupções do fluxo produtivo.

No que concerne ao tempo, restringiu-se a aplicação da metodologia quanto aos turnos de funcionamento, escolhendo-se somente um deles, devido ao fato das demandas do cliente final serem realizadas em função dos mesmos. A escolha pelo primeiro turno, que funciona das 06:00 da manhã às 14:20 da tarde, foi realizada devido à possibilidade de acesso da realizadora do estudo de caso à unidade produtiva.

Finalizada a estipulação de todas as limitações pertinentes, deu-se início à próxima etapa do processo de elaboração do Mapa do Estado Atual, que corresponde à confecção propriamente dita do mapa.

### **3.3.2. Mapa do Estado Atual da Unidade Produtiva**

A construção do desenho do Mapa do Estado Atual a nível de planta foi elaborada a partir da coleta de informações no chão de fábrica e foi baseada nos nove passos sugeridos na revisão da literatura: *i)* representação do cliente com suas respectivas demandas; *ii)* registro do(s) processo(s) básico(s) de produção; *iii)* coleta dos dados correspondentes a cada um dos processos; *iv)* representação do movimento de produtos acabados até o cliente; *v)* registro dos estoques parados entre os processos; *vi)* representação do fornecedor com suas respectivas entregas, *vii)* representação do movimento da matéria-prima até a empresa; *viii)* registro dos fluxos de informação envolvidos no processo produtivo; e *ix)* construção da linha do tempo.

O cliente, já definido na subseção anterior como sendo o Cliente Final demanda 650 caixas de óleo por hora ou 5.416,6 caixas de óleo por turno, demanda esta que foi acordada entre a unidade produtiva e o Departamento Comercial com base na estimativa da capacidade de produção da unidade produtiva, que foi realizada em 2009 por uma empresa de consultoria que presta serviço à Cocamar.

Os processos básicos de produção foram definidos segundo o que consta na revisão de literatura, ou seja, que um processo é aquele que contempla etapas de processamento entre as

quais não há estoque parado, mas somente material fluindo, podendo haver a existência de estoque em processo desde que o mesmo esteja em movimento. Sendo assim constatou-se que a planta em questão possui três tipos básicos de processo de produção: a Linha de Produção - que contempla as etapas de processamento correspondentes ao Enchimento/Tampagem; Rotulagem, Encaixotagem e Paletização Manual -, o Empilhamento dos Paletes; e o processo de Expedição, que envia os produtos acabados via caminhão até o cliente final.

Os dados coletados foram referentes somente ao primeiro e segundo processos, a “Linha de Montagem” e o Empilhamento dos Paletes, uma vez que o processo posterior já corresponde ao processo de Expedição, do qual, segundo constatou-se a partir de consultas a mapas de fluxo de valor atuais constantes na literatura, não se coleta qualquer dado. Os dados coletados foram Tempo de Ciclo – T/C, Disponibilidade Real da Máquina, Número de Operadores e Tempo de Trabalho Disponível.

O movimento dos produtos acabados até o cliente final se dá por caminhão em grupos de 40 caixas postas sobre um palete.

O estoque presente entre o primeiro e o segundo processos é de produtos acabados e o mesmo vai sendo formado sobre os paletes até que este tenha sua capacidade de 40 caixas atingida, quando então é transportado pelo processo de Empilhamento dos Paletes via empilhadeira à área de armazenagem antes da Expedição. O tempo que cada palete fica parado esperando até ser enviado ao processo seguinte corresponde ao tempo necessário para o mesmo ser completo com as 40 caixas de papelão, o que leva aproximadamente 3 minutos, mais o tempo que o mesmo aguarda até ser retirado pela empilhadeira para ser transportado à área de armazenagem localizada antes da Expedição.

O estoque presente na área de armazenagem entre o segundo processo e Expedição é formado por vários paletes cheios com as caixas de óleo, os quais ficam aguardando nessa área de armazenagem até que uma carga de caminhão seja consolidada e possa ser enviada ao cliente.

O fornecedor do componente do produto final escolhido na subseção anterior para conduzir o mapeamento, o frasco PET, é a empresa denominada de “Empresa Fornecedora” a qual se encontra localizada em uma área imediatamente antes da unidade produtiva e realiza suas entregas em um fluxo contínuo via *air trans*.

O fluxo de informação envolvidos nesse processo produtivo, que dá condições da Cocamar responder ao processo de produção correspondente à Linha de Produção o que, quando e quanto produzir, ocorre por meio de um relatório denominado de “CML” (encontrado no Anexo B – Relatório CML da Cocamar) o qual é alimentado constantemente pelo Departamento Comercial com a demanda de cada produto para os próximos três dias e pela unidade produtiva com a quantidade em estoque desses produtos disponível para ser expedida.

A decisão sobre o que produzir, quando e quanto produzir então é tomada pela supervisora da unidade produtiva, que consulta um campo do relatório no qual consta a quantidade que deve ser produzida de cada produto para suprir a demanda prevista para os próximos três dias úteis e com base nessa informação define qual o produto que tem prioridade em relação aos demais para ser processado na linha – quanto maior a quantidade necessária maior a prioridade. Esse relatório é gerado costumeiramente duas vezes ao dia, mas não há limites para esta geração.

A interação entre a unidade produtiva e a Empresa Fornecedora se dá da seguinte maneira: a Empresa Fornecedora fabrica os produtos para a unidade produtiva, e ao final do mês emite uma nota fiscal com o valor proporcional à quantidade de produtos que foram enviados para a unidade produtiva, que então realiza o pagamento.

O *lead time* e tempo de agregação de valor dos processos presentes na unidade bem como os *lead times* referentes aos estoques encontram-se indicados na Figura 9 pela “linha do tempo” localizada logo abaixo dos dados referentes aos processos de produção.

Após identificar e aplicar os nove passos acima pôde-se construir o Mapa do Estado Atual da unidade produtiva, conforme pode ser visualizado pela Figura 9, e prosseguir com a etapa de projeção do Mapa do Estado Futuro.

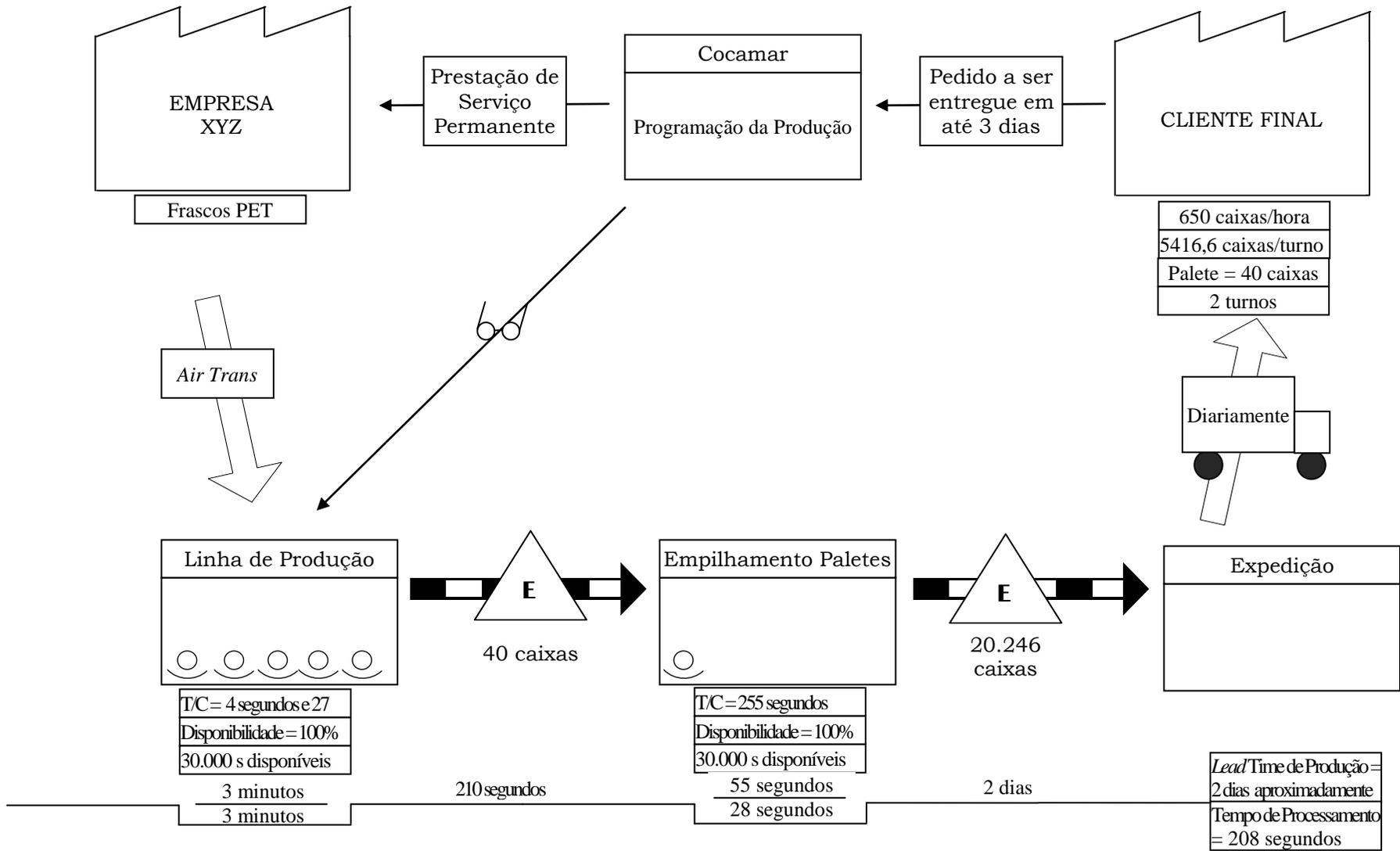


Figura 9 - Mapa Atual da Unidade Produtiva

A análise do Mapa do Estado Atual da Linha de Produção permite visualizar que o *Lead Time* de Produção, desde o início do processamento dos materiais até a entrega do produto acabado ao cliente final, é muito superior ao tempo de processamento gasto para agregar valor ao produto. Este fato pode ser explicado devido ao grande tempo que o produto acabado fica estocado na área de armazenamento da unidade produtiva aguardando até ser enviado ao cliente final.

Além disso, pode-se notar que a produção é do tipo empurrada uma vez que o primeiro processo, que é programado por meio de uma programação do tipo “vá ver”, inicia sua produção independente das necessidades reais do processo seguinte e empurra os itens produzidos para frente.

Por fim, percebe-se a presença de uma grande quantidade de estoque de produto acabado antes do processo de Expedição o que implica em capital parado - sob a forma de produtos acabados e sob a forma de uma extensa área de armazenagem - que poderia estar sendo utilizado para a realização de investimentos na empresa.

Visando reduzir o *Lead Time* de produção de modo que este fique o mais próximo possível do tempo de agregação de valor, buscando mudar o tipo de produção de empurrada para uma produção que opere em um fluxo contínuo ou, caso esse não seja possível, para uma produção puxada, e procurando eliminar o estoque de produto acabado localizado antes do processo de Expedição, iniciou-se o processo de elaboração do Mapa do Estado Futuro.

### **3.3.3. Mapa do Estado Futuro da Unidade Produtiva**

O processo de elaboração do Mapa do Estado Futuro seguiu os passos e as questões associadas listados na revisão da literatura. A seguir o desenrolar e o resultado de cada uma dessas questões são destacados.

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

Questão: Qual é o *takt time*?

O tempo de trabalho disponível por turno, especificamente para o turno delimitado quando da imposição das limitações, o primeiro turno, é de oito horas e vinte minutos ou 30.000 segundos.

A demanda do cliente por turno, assim como representada no Mapa do Estado Atual, é de 650 caixas de óleo por hora ou 5.416,6 caixas de óleo/turno.

O *takt time* é, portanto, conforme pode ser visualizado pela Equação 6, de 5,5 segundos, o que significa que os clientes requerem uma caixa de garrafas de óleo a cada 5,5 segundos e que o processo puxador deveria produzir uma caixa de óleo segundo essa mesma frequência.

$$Takt\ Time = \frac{30.000\ \text{segundos}}{5.416,6\ \text{caixas}} = 5,5\ \text{segundos} \quad (6)$$

Questão: Você produzirá para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam ou diretamente para a expedição?

A empresa produzirá para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam seus produtos e a partir do qual a produção fluxo acima será puxada.

2°. Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível

Questão: Onde você pode usar o fluxo contínuo?

O fluxo contínuo não pode ser usado entre a Linha de Produção e o Empilhamento dos Paletes, uma vez que o estoque parado de produtos acabados entre os mesmos é formado sobre os paletes por uma questão de transportabilidade.

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

Questão: Onde você precisará introduzir os sistemas puxados com supermercados?

Um sistema puxados com supermercado precisará ser introduzido, além do supermercado de produtos acabados, entre a Linha de Produção e o Empilhamento dos Paletes.

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

Questão: Em que ponto único da cadeia de produção (o processo puxador) você programará a produção?

O único ponto da cadeia de produção que terá sua produção programada será o último processo presente na planta antes do processo de Expedição, que nesse caso corresponde ao Empilhamento dos Paletes.

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

Questão: Como você nivelará o *mix* de produção?

O *mix* de produção será nivelado da seguinte forma: os produtos acabados correspondentes aos pedidos do turno serão retirados por meio de *kanbans* de retirada do supermercado de produtos acabados e encaminhados à expedição; os *kanbans* de produção provenientes da retirada desses produtos serão enviados à caixa de nivelamento na sequência mista da variedade dos produtos e posteriormente serão retirados dessa caixa na frequência do incremento *pitch* e enviados até o processo puxador como sinalizadores da produção.

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

Questão: Qual incremento de trabalho você liberará uniformemente?

O incremento de trabalho, também chamado de incremento *pitch*, que será liberado no processo puxador é de 221 segundos ou 3 minutos e 41 segundos, conforme pode ser visualizado pela Equação 7. Isso significa que a cada 3 minutos e 41 segundos deverão sair 40 caixas de óleo do processo puxador.

$$Pitch = 5,5 \text{ segundos} \times 40 = 221 \text{ segundos} \quad (7)$$

Respondidas as questões acima pôde-se construir o Mapa do Estado Futuro, conforme pode ser visualizado pela Figura 10. Esse mapa não possui a “Linha do Tempo”, pois achou-se melhor construí-la quando da realização de um trabalho futuro que incluía uma análise quantitativa da situação futura projetada.

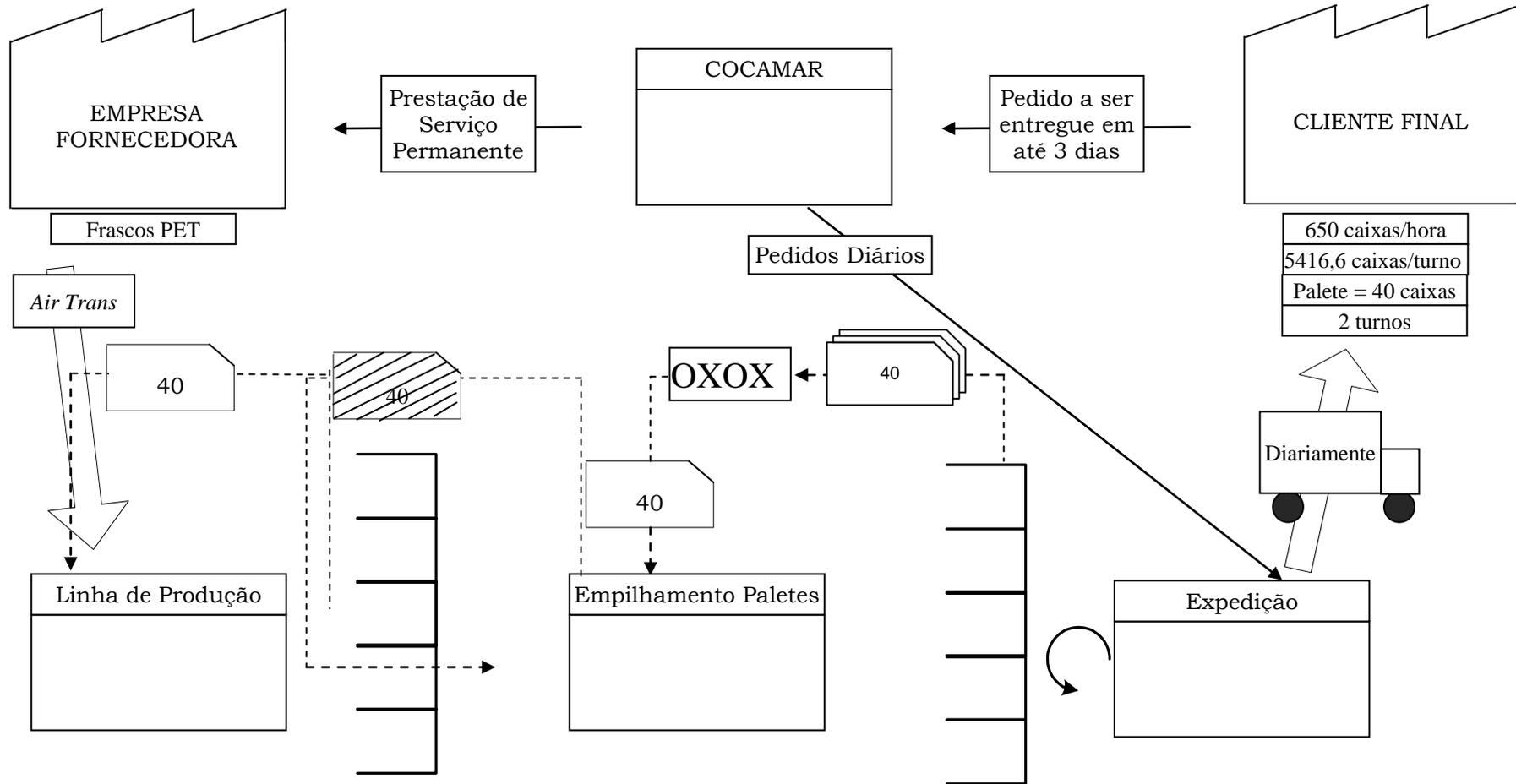


Figura 10 - Mapa Futuro da Unidade Produtiva

As mudanças que o mapa futuro propõe são transformar a produção empurrada com programação do tipo “vá ver” em uma produção do tipo puxada controlada por um supermercado de produtos acabados antes do processo de Expedição e um supermercado entre a Linha de Produção e o Empilhamento dos Paletes.

O nivelamento da produção em termos de *mix* e volume seria operacionalizado por uma caixa de nivelamento próxima ao processo de Expedição da qual a cada 3 minutos e 40 segundos aproximadamente seria retirado um *kanban* acionando a produção do Empilhamento dos Paletes.

A dinâmica da unidade produtiva ficaria da seguinte maneira: retira-se do supermercado de produtos acabados por meio de *kanbans* de retirada a quantidade de produtos correspondentes aos pedidos diários; os *kanbans* de produção originados dessa retirada são organizados de forma nivelada quanto ao *mix* na caixa de nivelamento; esses *kanbans* são retirados da caixa de nivelamento a cada 3 minutos e 40 segundos e enviados ao processo de Empilhamento dos Paletes que então retira do supermercado da Linha de Produção as caixas paletizadas e envia à mesma um *kanban* de produção acionando sua produção.

#### **3.3.4. Ações para Melhoria da Unidade Produtiva**

A elaboração das ações para melhorias relacionadas à dinâmica da unidade produtiva no geral se baseou nos passos recomendados na revisão de literatura para a implementação de uma situação futura projetada por meio do mapeamento do fluxo de valor. Os passos seguidos são apresentados a seguir.

##### **1. Divisão do Mapa do Fluxo de Valor em *Loops*:**

O Mapa do Estado Futuro foi dividido em dois *loops* os quais representam as etapas de implementação da situação futura projetada: *i*) o *loop* puxador, que corresponde aos fluxos de material e informação existentes entre o Cliente Final e o processo puxador - que nesse caso é o Empilhamento dos Paletes -; e *ii*) um *loop* adicional, que corresponde os fluxos de material e informação existentes entre a Empresa Fornecedora e o supermercado de produtos acabados da Linha de Produção.

##### **2. Definição de objetivos para cada uma das etapas de implementação:**

Em seguida foram especificados objetivos para cada uma das etapas de implementação definidas no passo anterior.

#### Objetivos para o *Loop* Puxador

- a) Introduzir um supermercado de produtos acabados (caixas de óleo sobre os paletes) entre o processo de Empilhamento de Paletes e Expedição a fim de desenvolver um sistema puxado que elimine as programações realizadas pela supervisora da unidade produtiva;
- b) Desenvolver um método para nivelar a produção tanto em relação ao *mix* quanto em relação ao volume;
- c) Desenvolver rotas para movimentar materiais entre o supermercado de produtos acabados e o Empilhamento dos Paletes de modo que o fluxo de movimentação seja o mais organizado e adequado possível.

#### Objetivos para o *Loop* Adicional:

- d) Introduzir um supermercado de caixas de óleo paletizadas entre a Linha de Produção e o Empilhamento dos Paletes a fim de estabelecer um sistema puxado que conecte esses processos e elimine a programação da Linha de Produção e o empurro de seus produtos para a frente sem um sinal prévio do Empilhamento dos Paletes.

#### 3. Definição da Sequência na qual as etapas serão implementadas

Por fim, foi determinada a ordem na qual as etapas devem ser implementadas, e que resultou na escolha da etapa correspondente ao *loop* puxador para iniciar esse processo. Essa escolha foi realizada a partir da seleção de uma das duas estratégias recomendadas na revisão de literatura a qual sugere a eleição arbitrária da etapa correspondente ao *loop* puxador para iniciar a implementação da situação futura projetada.

### 3.3.5. Mapa do Estado Atual da Linha de Produção

Caminhadas pelo chão-de-fábrica possibilitaram notar que o fluxo da Linha de Produção da unidade produtiva, que deveria operar continuamente, sofre freqüentes paradas. A fim de investigar tais interrupções realizou-se novamente um mapeamento do fluxo de valor, que diferiu do anterior por ter ido mais a fundo no nível de amplitude, focalizando dessa vez não mais todos os processos presentes na planta, mas sim as etapas de processamento da Linha de Produção. As delimitações desenvolvidas para o primeiro mapeamento, exceto a que diz respeito ao nível de amplitude, também se aplicaram a esse.

A construção do Mapa do Estado Atual requereu apenas os passos correspondentes ao desenho do fluxo de material pelas etapas de processamento, o registro dos eventuais estoques parados entre essas etapas e o registro de hora em hora dos volumes da produção real *versus* a planejada do primeiro turno. A seguir, apresentam-se as informações relativas a esses passos.

As etapas de processamento da Linha de Produção são as quatro primeiras etapas presentes na planta e correspondem ao Enchimento/Tampagem, Rotulagem, Encaixotagem e Paletização Manual.

O estoque presente entre essas etapas de processamento, à exceção do estoque de produtos acabados ao final da Linha de Produção - que é uma regra - ocorre aleatoriamente e com freqüência significativa, quando, por algum motivo, o fluxo da linha de produção pára.

O volume de produção real *versus* a planejada foi coletado pela realizadora do estudo de caso em um dia aleatório a partir do quadro de volume de produção presente no chão-de-fábrica o qual é preenchido de hora em hora pelos próprios operadores que realizam a Paletização Manual.

Após as considerações realizadas acima pôde-se construir o Mapa do Estado Atual da Linha de Produção, conforme pode ser visualizado pela Figura 11.

# Fluxo de Material da Linha

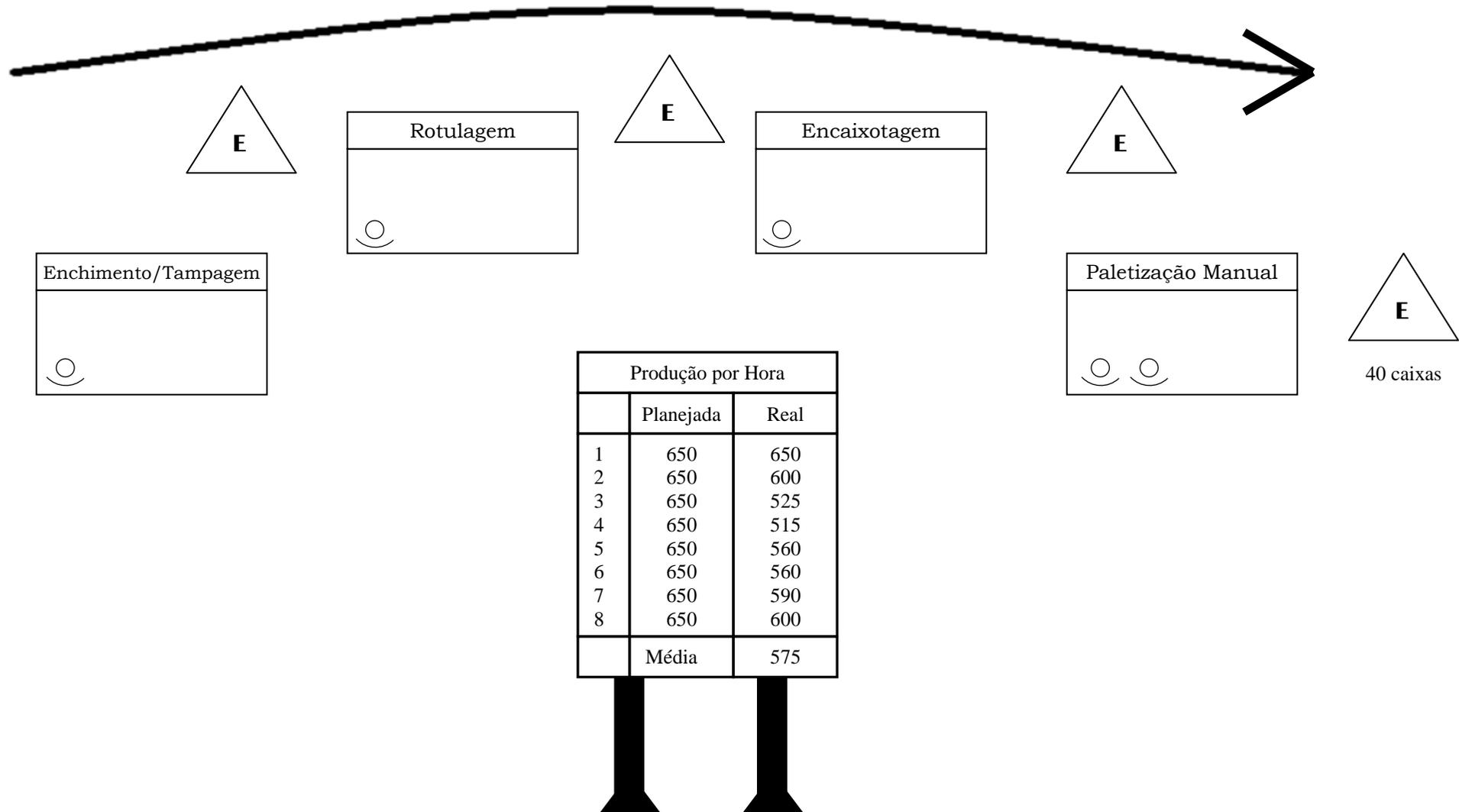
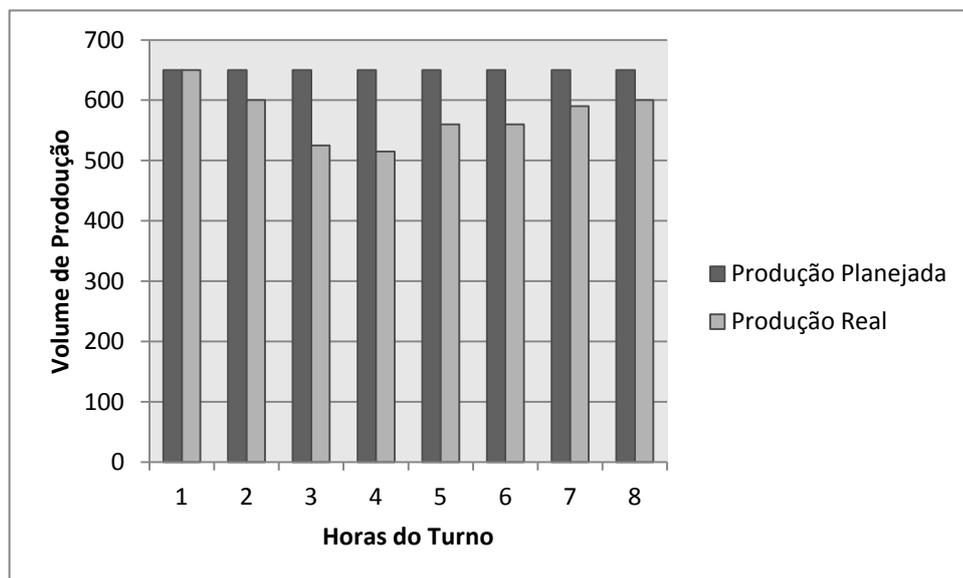


Figura 11 - Mapa do Estado Atual da Linha de Produção

O Mapa do Estado Atual da Linha de Produção apresenta uma evidência clara de que o funcionamento dessa linha realmente não ocorre segundo o fluxo contínuo previsto no mapa da situação atual da unidade produtiva e pressuposto para uma linha de produção.

A evidência que denuncia esse falso fluxo contínuo é a variação no volume de produção e a discrepância entre o volume da produção planejada e da produção real, conforme pode ser visualizado pela Figura 12, fatos que podem ser facilmente percebidos por meio da visualização do quadro de volume de produção presente no chão de fábrica.



**Figura 12 - Volume de Produção Real versus Planejada da Unidade Produtiva**

Os problemas que ocasionam tais interrupções constituem importantes oportunidades de melhoria que podem contribuir para o alcance do verdadeiro fluxo contínuo dentro da Linha de Produção, possibilitando a elevação da produtividade da linha e um melhor aproveitamento dos recursos de transformação presentes na mesma e conseqüentemente colaborando para o atendimento da meta de produção e da demanda do cliente final.

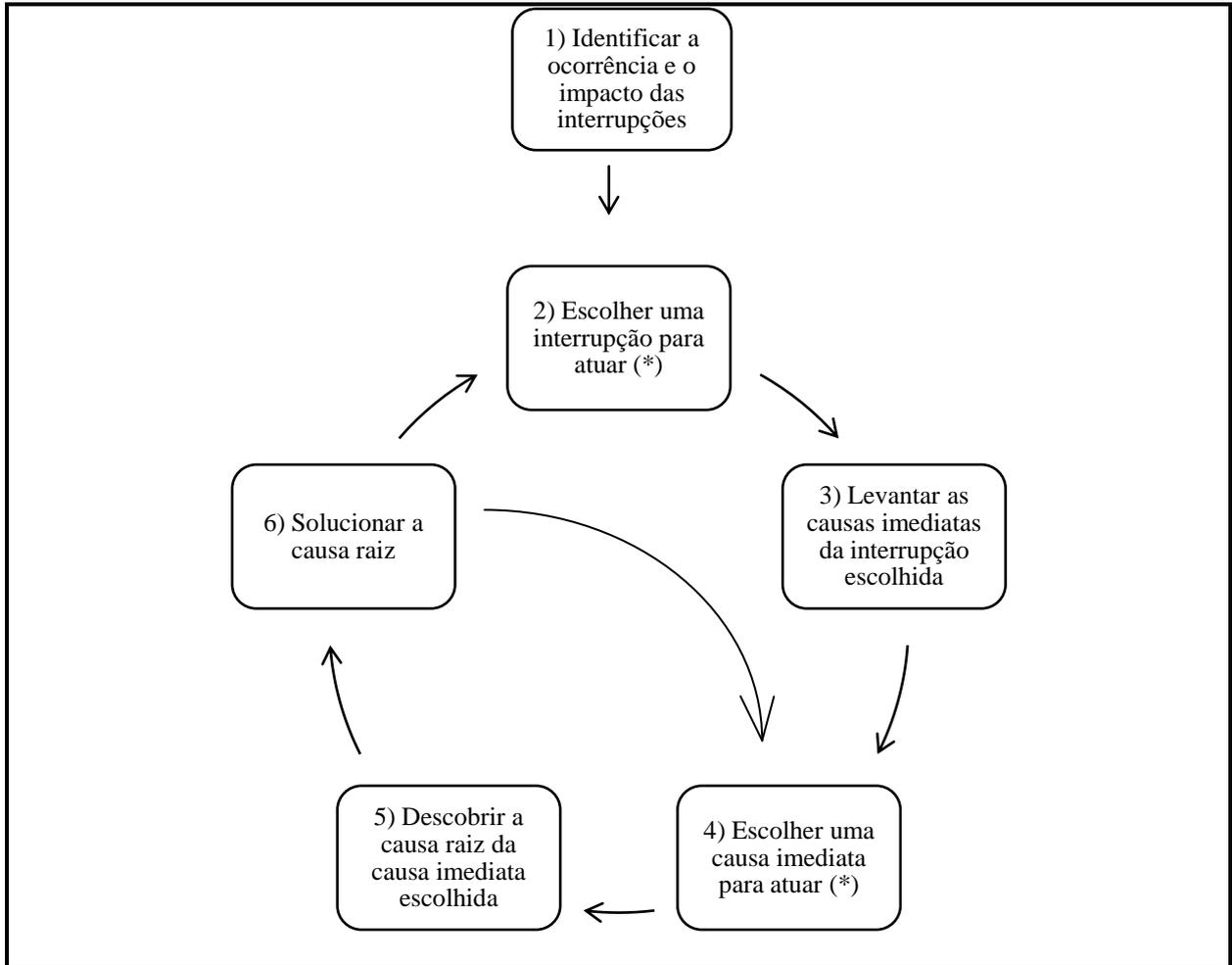
### 3.3.6. Ações para Melhoria da Linha de Produção

A respeito das interrupções do fluxo de produção da Linha de Produção não se tem qualquer informação quantitativa, relativas ao número de interrupções ocorridas por período e à medida do impacto dessas interrupções no volume de produção; ou qualitativas, relativas aos tipos e às causas dessas interrupções.

O desconhecimento da medida do impacto dessas interrupções no volume de produção atrapalha ações de melhoria que as sanem ou reduzam, pois "Medidas são pontos-chave. Se não podemos medir, não podemos controlar. Se não podemos controlar, não podemos gerenciar. Se não podemos gerenciar, não podemos melhorar..." (HARRINGTON *apud* CORAL, 1996).

Visando sanar essas lacunas elaborou-se um plano com as seguintes propostas de ações: *i*) identificar a ocorrência e o impacto das interrupções no volume de produção; *ii*) escolher uma interrupção para atuar; *iii*) levantar as causas imediatas da interrupção escolhida; *iv*) escolher uma causa imediata para atuar; *v*) descobrir a causa raiz da causa imediata escolhida; e *vi*) solucionar a causa raiz.

Essas propostas constituem um ciclo que pode ser encarado como um processo de melhoria contínua, conforme pode ser visualizado pela Figura 13.



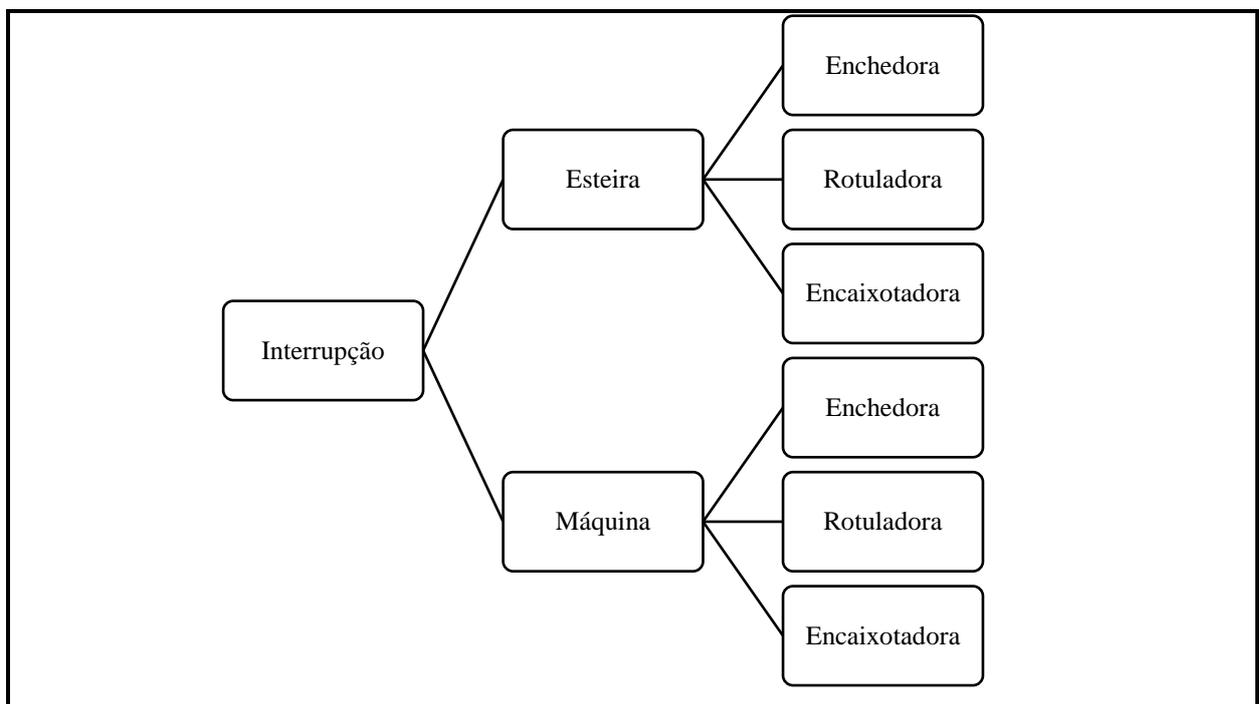
**Figura 13 - Ciclo para eliminação das interrupções no fluxo de produção**

A Figura 13 ilustra um processo de melhoria contínua cujo ciclo finaliza-se sempre com a ação de solucionar a causa raiz de determinada interrupção. A execução do ciclo, em sua primeira rodada, deve seguir a sequência das ações identificadas nas figuras pelos números 1), 2), 3), 4), 5), e 6), enquanto que as demais rodadas podem seguir sequências alternativas, iniciando-se pela ação de escolher uma nova interrupção para se atuar ou pela ação de escolher uma nova causa imediata de certa interrupção já trabalhada para se atuar (ações destacadas na figura pelo símbolo asterisco). Após isso o ciclo deve prosseguir com a sequência normal identificada pelas flechas até que seja finalizado com a solução de determinada causa raiz e tenha-se que optar por uma das duas ações alternativas para reiniciá-lo.

A realização dessas ações pode ser apoiada pela utilização das ferramentas da qualidade Folha de Verificação, Estratificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, *Brainstorming* e pela metodologia dos 5 por ques, conforme explicado nos parágrafos seguintes.

A identificação da ocorrência e do impacto das interrupções na perda de produção pode ser alcançada por meio do registro dessas interrupções previamente estratificadas, da duração dessas interrupções e da velocidade da máquina correspondente, de modo a se obter por meio de uma função  $f(t,v)$  o número de produtos que deixaram de ser produzidos durante a interrupção do fluxo. O registro das paradas no fluxo de produção pode ser feito por meio de uma Folha de Verificação ou pela utilização de um software *online*.

A Estratificação deve ser realizada segundo o local em que ocorreu a interrupção, na esteira ou na máquina, e segundo a máquina correspondente à interrupção (onde a esteira corresponde à máquina predecessora), conforme pode ser visualizado pela Figura 14.



**Figura 14 - Estratificação das interrupções do fluxo de produção**

A escolha de uma única interrupção para se atuar deve se dar por meio da ponderação dessas interrupções segundo a perda que estas representam no volume de produção. Essa ponderação pode se dar por meio da utilização de um Gráfico de Pareto que contenha os tipos de interrupções no eixo horizontal e a porcentagem de perda no volume de produção no eixo vertical.

O levantamento das causas imediatas que levam à ocorrência da interrupção escolhida no passo anterior pode se dar por meio da utilização do Diagrama de Causa e Efeito durante uma sessão de *Brainstorming* cujo líder pode ser o supervisor de produção, o secretário o encarregado de produção e os participantes os operadores que trabalham no chão-de-fábrica. Algumas dessas causas imediatas podem ser encontradas no Apêndice B desse trabalho, especificamente nos campos que ilustram as falhas e defeitos recorrentes em cada uma das etapas de processamento da unidade.

A escolha de uma causa imediata para se atuar deve se dar por meio da priorização das mesmas de acordo com o quanto as mesmas impactam na ocorrência da interrupção. Essa priorização também pode se dar por meio da utilização de um Gráfico de Pareto com o eixo horizontal contendo as causas imediatas e o eixo vertical contendo a porcentagem de contribuição dessas causas à interrupção.

A descoberta da causa raiz de determinada causa imediata pode se dar por meio da utilização de um Diagrama de Causa e Efeito ou por meio da utilização da técnica dos 5 por ques, durante uma reunião da supervisora de produção com o encarregado de produção e operadores que tenham conhecimento acerca da questão.

A solução da causa raiz pode ser encontrada durante uma sessão de *brainstorming* cujo líder pode ser o supervisor de produção, o secretário o encarregado de produção e os participantes os operadores que trabalham no chão-de-fábrica.

Um exemplo hipotético a fim de ilustrar a execução do ciclo proposto é dado a seguir: “Escolheu-se a interrupção na máquina da encaixotadora para atuar e levantou-se como as causas imediatas dessas paradas os seguintes itens: caixa que enrosca na máquina durante o seu enchimento com as garrafas, puxamento de mais de uma caixa a ser cheia com as garrafas, falta de garrafa para abastecer a máquina e quebra na máquina. Posteriormente

elegeu-se a partir de um gráfico de Pareto que deu subsídios para tal decisão o enrosco das caixas como sendo a causa imediata mais significativa nas interrupções da máquina. Por fim, por meio de entrevistas com operadores descobriu-se que a causa raiz que leva a esse enrosco das caixas de papelão na máquina é a má qualidade das mesmas e que esse problema deveria ser solucionado por meio de acordos com os fornecedores de modo que estes se comprometessem a entregar caixas de qualidade superior e que atendesse às necessidades da empresa”.

### 3.4. Plano de Ações de Melhorias

Levantadas todas as ações de melhorias propostas para a Indústria de Envase de Óleo da Cocamar pôde-se elaborar um plano de ação, ilustrado na Figura 15, que define cada uma das medidas sugeridas, estabelece responsáveis e prazos para a execução das mesmas, expõe os motivos que as justificam e apresenta os procedimentos necessários para a sua implementação.

<b>PLANO DE AÇÃO</b> <span style="float: right;"><u>Aprovado:</u> <u>Página:</u></span> <b>PROJETO: Melhoria para o Processo Produtivo da Indústria de Envase de Óleo Vegetal da Cocamar</b> <b>META: Implementar o Mapa do Estado Futuro da Unidade Produtiva até dezembro de 2012 e reduzir a ocorrência e duração das interrupções da Linha de Produção da unidade até julho de 2012.</b>					
MEDIDA (WHAT)	RESPONSÁVEL (WHO)	PRAZO (WHEN)	LOCAL (WHERE)	RAZÃO (WHY)	PROCEDIMENTO (HOW)
1. Introduzir um supermercado de produtos acabados entre o processo de Empilhamento de Paletes e Expedição	Engenheiro de Produção	30/03/2012	Maringá – Indústria de Envase de Óleo Vegetal	Para desenvolver um sistema puxado que elimine as programações realizadas pela supervisora da unidade produtiva;	Dimensionar a quantidade de produtos acabados para cada variedade do <i>mix</i> de produtos que o supermercado deverá conter.
2. Desenvolver um método para nivelar a produção tanto em relação ao <i>mix</i> quanto em relação ao volume	Engenheiro de Produção	29/06/2012	Maringá – Indústria de Envase de Óleo Vegetal	Para desenvolver um sistema puxado que elimine as programações realizadas pela supervisora da unidade produtiva;	Determinar tamanhos de lotes, caso esses sejam necessários, para cada variedade do <i>mix</i> de produtos oferecido pela unidade produtiva. Determinar qual a quantidade mínima de estoque que o supermercado deve possuir de cada variedade de produto.
3. Desenvolver rotas para movimentar materiais entre o	Engenheiro de Produção	28/09/2012	Maringá – Indústria de Envase de	Para transportar os produtos provenientes do Empilhamento dos Paletes até o supermercado de produtos acabados sem que	Definir a(s) rota(s) e sinalizá-las no chão para que sejam seguidas.

supermercado e o Empilhamento dos Paletes			Óleo Vegetal	haja tumultos.	
4. Introduzir um supermercado de caixas de óleo paletizadas entre a Linha de Produção e o Empilhamento dos	Engenheiro de Produção	28/12/2012	Maringá – Indústria de Envase de Óleo Vegetal	Para estabelecer um sistema puxado que conecte esses processos e elimine a programação da Linha de Produção e o empurro de seus produtos para a frente sem um sinal do Empilhamento dos Paletes	Dimensionar a quantidade de produtos (caixas paletizadas) para cada variedade do <i>mix</i> de produtos que o supermercado deverá conter.
5. Executar o processo de melhoria contínua referente à Linha de Produção	Estagiário de Engenharia de Produção	31/07/2012	Maringá – Indústria de Envase de Óleo Vegetal	Para reduzir a ocorrência e duração das paradas na Linha de Produção	Seguir os passos definidos para o processo de melhoria contínua que estão ilustrados na Figura 13.

**Figura 15 - Plano de Melhoria para a Indústria de Envase de Óleo Vegetal da Cocamar**

Finalizadas as etapas de conhecimento da dinâmica da unidade produtiva, da análise de sua situação atual, da projeção de uma situação futura para a mesma e da compilação das medidas propostas em um plano de ação, encerrou-se, então, o desenvolvimento de campo do presente trabalho.

## 4. CONCLUSÃO

### 4.1. Considerações Finais

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

O problema do trabalho bem como os objetivos gerais e específicos definidos no capítulo correspondente à Introdução desta monografia, nortearam todo o desenvolvimento do trabalho. O primeiro passo dado no sentido de alcançar esses objetivos consistiu na revisão de literatura, que possibilitou a identificação dos atributos que caracterizam um sistema de produção manufatureiro como enxuto e as metodologias e ferramentas que viabilizam tais atributos. Além disso, a revisão permitiu o entendimento da conjuntura e do processo pelo qual o Sistema Toyota de Produção se desenvolveu bem como a visualização desse sistema em termos de seus componentes e sua tradução em princípios para o ocidente, que por possuir uma cultura muito diferente da oriental encontrou e até hoje encontra certa dificuldade em sua implementação.

O desenvolvimento de campo permitiu o conhecimento da dinâmica da unidade produtiva de envase de óleo vegetal, objeto do estudo de caso do presente trabalho, em termos do seu fluxo de valor e a identificação dos esforços de redução de desperdícios e de implementação de fluxos de produção operando de modo contínuo ou puxado como principais características de um sistema de produção manufatureiro enxuto que podem ser aplicadas a essa e a muitas outras unidades produtivas. Além disso, o desenvolvimento resultou na proposição de um plano de ações de melhorias para a implementação dessas características na unidade produtiva.

A metodologia que viabilizou o desenvolvimento de campo foi a ferramenta denominada de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), que cumpriu com o seu objetivo de retratar o chão-

de-fábrica e de conduzir a projeção de uma situação futura embasada nos preceitos da Produção Enxuta. Além disso, essa ferramenta se mostrou muito eficiente como ferramenta de mapeamento de processos de produção e demonstrou ser muito útil para a condução pela busca de outras ferramentas da Engenharia de Produção, como por exemplo as ferramentas de qualidade, que não são referidas na literatura como oriundas do Sistema de Produção Enxuta, mas que são completamente compatíveis e contribuintes para com os seus princípios.

#### **4.2. Limitações da Pesquisa**

A pesquisa se limitou a mapear o fluxo de valor interno à empresa não abarcando os fluxos de material e informação relativos aos demais elos da cadeia produtiva. Além disso, forneceu uma análise qualitativa da unidade produtiva objeto do estudo de caso, abstendo-se de analisar a mesma em termos quantitativos. Por fim a pesquisa ficou restrita apenas à proposta de um plano de ações de melhorias não se responsabilizando pela implementação do mesmo. Dessa forma, essas três limitações constituem possibilidades de trabalho futuro.

As dificuldades encontradas no que se refere ao desenvolvimento de campo disseram respeito à falta de padronização na execução das atividades por parte dos operadores da unidade produtiva, o que atrapalhou a coleta de tempos requerida pelo Mapeamento do Fluxo de Valor. Além disso, o fato das garrafas de óleo serem agrupadas em caixas de papelão, e essas por sua vez agrupadas em paletes, dificultou a definição de qual iria ser o produto final a ser mapeado.

Os obstáculos encontrados no que diz respeito à revisão de literatura foram relacionados às diferentes abordagens que a Produção Enxuta possui, sendo uma delas relacionada aos aspectos culturais e mais ligada ao gerenciamento de uma organização e outra relacionada aos aspectos técnicos e voltados para a função produção de uma organização.

#### **4.3. Trabalhos Futuros**

No âmbito organizacional o presente trabalho pode ser prosseguido com a execução de um Mapeamento do Fluxo de Valor que abranja outros elos da cadeia produtiva além do referente à própria empresa objeto do estudo de caso, com uma análise quantitativa da situação futura projetada e com a implementação do plano de melhorias proposto.

No âmbito acadêmico o trabalho pode ser continuado com uma investigação de como as empresas brasileiras estão diante do tema da Produção Enxuta e de como os princípios desta se relacionam com as diferentes classificações de processos produtivos existentes.

## REFERÊNCIAS

- BENITES, A. T.; VALÉRIO, L. M. Competitividade – Uma abordagem do ponto de vista teórico. IV JCEA, Campo Grande, MS, 2004. Disponível em: <<http://www.ufms.br/dea/oficial/HTM/artigos/administra%E7%E3o/Pol%EDtica%20de%20Neg%F3cios%20e%20Economia%20de%20Empresas/competitividade%20art.pdf>> Acessado em 28/05/2011.
- CAMPOS, Vicente Falconi. TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês. 8. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 256 p.
- CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento pelas Diretrizes. 4ª Nova Lima, MG: INDG, 2004. 337 p.
- CARDOSA, Edwin; CARPINETTI, Luis C. Ribeiro. Indicadores de Desempenho para o Sistema de Produção Enxuto. Revista Produção On Line, Florianópolis, Sc, v. 5, n. 2, p.1-13, 02 jun. 2005.
- CORAL, Eliza. AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO DOS CUSTOS DA NÃO QUALIDADE. 1996. f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1996.
- COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugênio Kahn; CARPINETTI, Luiz César Ribeiro. Controle estatístico de qualidade. São Paulo, SP: Atlas, 2004. 334 p.
- DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B.. Fundamentos da Administração da Produção. 3ª Porto Alegre, RS: Bookman, 2001. 598 p.
- LEAN INSTITUTE BRASIL (São Paulo). Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. 4. ed. São Paulo, SP: Lean Institute Brasil, 2011. 130 p.
- LEIDENTZ, Rosângela. PROCESSO DE PADRONIZAÇÃO, TREINAMENTO E HABILITAÇÃO DE MÃO DE OBRA DIRETA EM UMA PANIFICADORA. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/processo-de-padronizacao-treinamento-e-habilitacao-de-mao-de-obra-direta-em-uma-panificadora/53582/>>. Acesso em: 28 out. 2011.

LIKER, Jeffrey K.. O Modelo Toyota 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005. 316 p.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. Administração da Produção. 2ª São Paulo, SP: Saraiva, 2005. 562 p.

MENEGON, David; NAZARENO, Ricardo Renovato; RENTES, Antonio Freitas. Relacionamento entre desperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2003, Ouro Preto, Mg. Artigo. Ouro Preto, MG: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003. p. 1 - 8.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997. 149 p.

PORTER, M. E. (1993) – A vantagem competitiva das nações. Campus. Rio Janeiro.

POSSAS, S. Concorrência e Competitividade: Notas sobre estratégia e dinâmica seletiva na economia capitalista. São Paulo: HUCITEC: 1999.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas S.A., 2007. 747 p.

SHINGO, Shiguo. O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção. 2ª Porto Alegre, RS: Artmed Editora S.a, 1996. 296 p.

TAKASHI, Osada. Housekeeping, 5S's : seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. São Paulo, SP: Imam - Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1995. 212 p.

WERKEMA, Cristina. Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte, MG: Werckema Editora, 2006. 120 p.

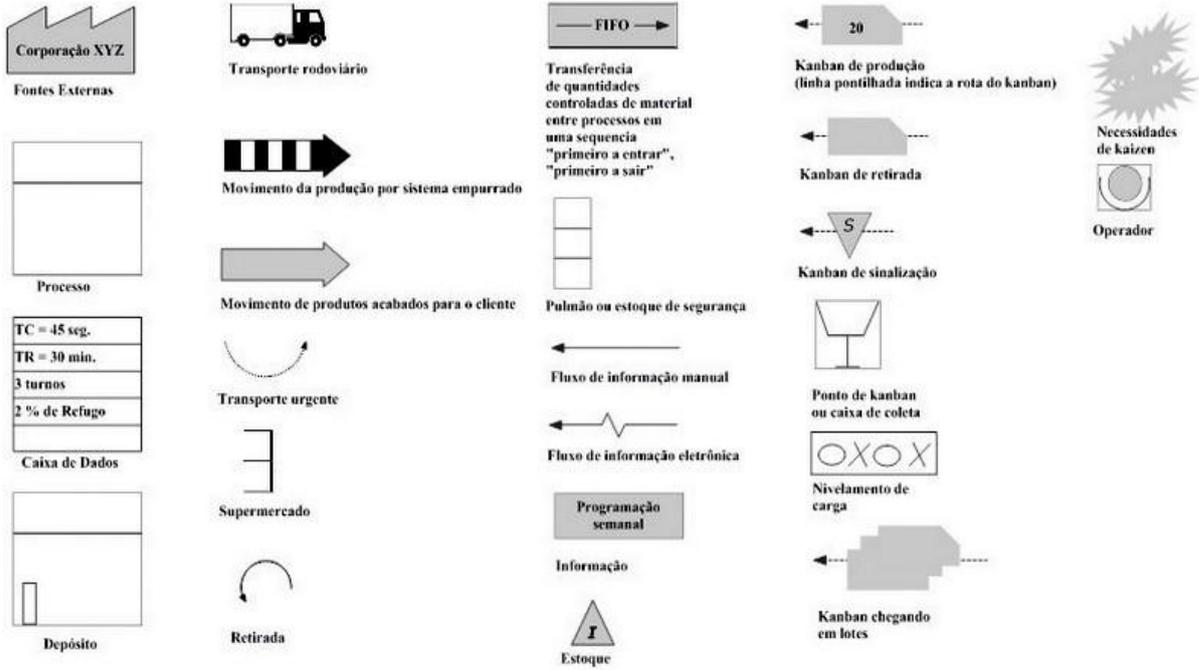
WOMAC, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. A Máquina que Mudou o Mundo. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1992. 347 p.

WOMAC, James P.; JONES, Daniel T.. A Mentalidade Enxuta nas Empresas Lean Thinking: Elimine Desperdício e Crie Riqueza. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2004. 408 p.

YOSHINO, Rui Tadashi. Proposta de um Sistema de Produção Enxuta para o segmento calçadista. 2008. 315 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-19082008-131711/pt-br.php>>. Acesso em: 28 maio 2011.

## ANEXOS

### Anexo A – Símbolos para Mapeamento do Fluxo de Valor



### Anexo B – Relatório CML da Cocamar

COCAMAR COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL  
ACOMPANHAMENTO DE PRODUÇÃO NA FABRICA NO PERÍODO DE: 29/08/11 a 04/09/11 RES.: 29/08/11 a 30/08/11

PAG.: 1  
DATA: 30/08/11 (30 feira)  
HORA: 11:02:45

PRODUTO DESCRICAO	ESTOQUE ANTERIOR	P R O D U C A O		E M B A R Q U E		ESTO DISP P/ EMBQ	ESTOQUE ATUAL	ESTOQUE AVANÇADO	EMBARCAR IMEDIATO ATE 3 DIAS UTEIS	SALDO A PRODUTIVA	DEMANDA	ACUMULADO MENSAL		V E N D A	
		29/08/11	SEMANAL	29/08/11	SEMANAL							PRODUCAO	EMBARQUE	SEMANAL	MENSAL
280 ALC00L LIQUIDO 46% COCAMAR CX 12X1L	1.154	0	0	101	101	2.053	1.053	0	210	843	252	3.150	3.624	563	3.593
TOTAL ALC00L COCAMAR	1.154	0	0	101	101	2.053	1.053	0	210	843	252	3.150	3.624	563	3.593
274 ALC00L GEL COCAMAR EUCALIPTO 12X500g	832	0	0	43	43	788	788	0	138	650	61	608	821	141	808
272 ALC00L GEL COCAMAR LAVANDA 12X500g	948	0	0	39	39	909	909	0	135	774	77	717	932	164	892
271 ALC00L GEL COCAMAR TRADICIONAL 12X500g	607	0	0	60	60	547	547	0	144	403	97	352	1.227	167	1.138
TOTAL ALC00L COCAMAR GEL - 12X1	2.387	0	0	142	142	2.244	2.244	0	417	1.827	235	1.877	2.980	472	2.819
42 FARINHA DE TRIGO 5 KG (Fardo 5X5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL FARINHA DE TRIGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 OLEO CANOLA SUAVIT 20X900ml	6.705	0	0	685	685	6.020	6.020	0	1.780	4.240	516	11.142	6.643	1.162	5.624
TOTAL OLEO REF CANOLA 20X1	6.705	0	0	685	685	6.020	6.020	0	1.780	4.240	516	11.142	6.643	1.162	5.624
21 OLEO MILHO COCAMAR 18 L (Institucional)	4.484	0	0	0	0	4.473	4.473	0	472	4.001	258	1.669	1.664	800	1.440
17 OLEO MILHO SUAVIT 20X900ml	4.544	0	0	603	603	3.941	3.941	0	2.259	1.682	503	7.741	6.357	1.429	4.526
TOTAL OLEO REF MILHO PET 20X1	9.028	0	0	603	603	8.414	8.414	0	2.731	5.683	761	9.410	7.821	2.229	6.386
100 OLEO DESODORIZADO Soja-GRANEL	0	0	0	0	0	0	0	0	13.000	13.000	0	0	0	29.006	40.620
5 OLEO SOJA COCAMAR 18L (Institucional)	16.918	2.275	2.275	2.545	2.545	16.506	16.506	0	12.466	4.042	2.968	43.721	43.633	11.955	49.766
4 OLEO SOJA COCAMAR 5L	572	668	668	30	30	1.205	1.202	0	322	881	182	2.449	2.300	406	2.431
2 OLEO SOJA PET COCAMAR 20x900ml	19.719	23.080	23.080	12.867	12.867	29.932	29.932	0	69.483	19.551	26.824	461.513	445.081	85.789	401.615
1 OLEO SOJA SUAVIT 20X900ml	12.519	11.680	11.680	7.812	7.812	16.376	16.376	0	26.304	9.928	6.692	183.145	180.585	23.432	156.894
TOTAL OLEO REF DE SOJA 20X1	49.622	37.703	37.703	23.254	23.254	64.019	64.019	0	121.575	57.556	36.615	690.828	659.599	150.642	651.527
18 OLEO GIRASSOL SUAVIT 20X900ml	5.464	0	0	386	386	5.082	5.082	0	2.453	2.629	516	9.607	6.621	990	4.726

*Handwritten notes: "temp. quente e ruim" and "solto liquido" with arrows pointing to the 'SALDO A PRODUTIVA' and 'DEMANDA' columns.*

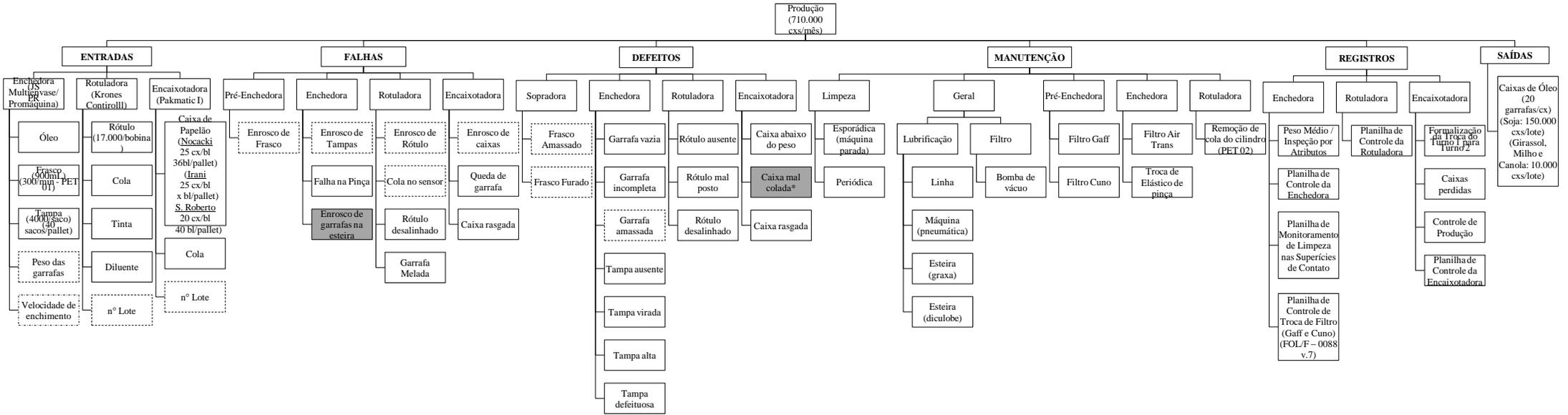
## APÊNDICES

## Apêndice A – Métricas Enxutas

Métrica	Dimensão	Definição	Obtenção/Comentários
<i>Takt time</i>	Unidade de tempo (Segundos)	É o ritmo de vendas (ROTHER; SHOOK, 2003) ou ritmo de mercado (ROTHER; HARRIS, 2008). "... é a velocidade na qual os clientes solicitam os produtos acabados." (ROTHER; HARRIS, 2008, p.12) "O <i>takt time</i> é usado para sincronizar o ritmo da produção das vendas, no "processo puxador" em particular." (ROTHER; SHOOK, 2003, p.44).	"O <i>takt time</i> é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno pelo volume da demanda do cliente (em unidades) por turno." (ROTHER; SHOOK, 2003, p.44).
Tempo de Ciclo (T/C) ou <i>Cycle Time</i>	Unidade de Tempo (Segundos)	É o ritmo de produção de determinado processo (ROTHER; SHOOK, 2003). "A frequência com que uma peça ou produto é realmente completada em um processo, cronometrada como observado. Também, o tempo que um operador leva para percorrer todos os seus elementos de trabalho antes de repeti-los" (ROTHER; SHOOK, 2003, p.21).	"O tempo de ciclo deve ser determinado (cronometrado) por meio de observação e inclui, além do tempo de operação, o tempo para preparo, carregamento e descarregamento de materiais." (WERKEMA, 2006, p.45)
Tempo de Agregação de Valor (TAV) ou <i>Value Added Time</i> ou Tempo de Processamento	Unidade de Tempo	"Tempo dos elementos de trabalho que efetivamente transformam o produto de uma maneira que o cliente está disposto a pagar" (ROTHER; SHOOK, 2003, p.21)	"Normalmente $TAV < T/C < L/T$ " (ROTHER; SHOOK, 2003, p.21).
Tempo de Não Agregação de Valor ou <i>Non-Value Added Time</i>	Unidade de Tempo	"Tempo gasto em atividades que adicionam custos, mas não agregam valor do ponto de vista do cliente." (WERKEMA, 2006, p.45).	"Armazenamento, inspeção, <i>set-up</i> , movimentação, espera e retrabalho são exemplos de atividades que não agregam valor." (WERKEMA, 2006, p.45)
Tempo de <i>setup</i> ou Tempo de Troca (TR) ou Tempo de Preparação das Máquinas	Unidade de Tempo	Tempo necessário para mudar a produção de um tipo de produto para outro (ROTHER; SHOOK, 2003)	O tempo de <i>setup</i> é definido como o intervalo entre a fabricação da última peça do ciclo de produção que acabou de ser finalizado e a fabricação da primeira peça perfeita do novo tipo de produto (WERKEMA, 2006, p.110)
<i>Lead Time (L/T)</i>	Unidade de Tempo	O tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo ou um fluxo de valor, desde o começo até o fim. (ROTHER; SHOOK, 2003, p.21).	"Visualize cronometrar uma peça marcada que se move do início até o fim." (ROTHER; SHOOK, 2003, p.21)
<i>Lead-Time (L/T)</i> de produção	Unidade de Tempo	"... o tempo que leva uma peça para percorrer todo o caminho no chão de fábrica, começando com sua chegada como matéria-prima até a liberação para o cliente." (ROTHER; SHOOK, 2003, p.30).	
<i>Lead-Time</i> do estoque	Unidade de Tempo	Tempo que o estoque aguarda armazenado até ser expedido.	"Os <i>lead times</i> (em dias) para cada triângulo de estoque são calculados dessa forma: quantidade em

			estoque dividida pelos pedidos diários dos clientes” (ROTHER; SHOOK, 2003, p.30).
Eficiência do Ciclo do Processo (PCE) ou <i>Process Cycle Efficiency</i>	Porcentagem	“Indicador que mede a relação entre o tempo de agregação de valor e o <i>lead time</i> ” (WERKEMA, 2006, p.44).	É calculado dividindo-se o Tempo de Agregação de Valor pelo <i>Lead Time</i> . (WERKEMA, 2006, p.45)
Tempo de Trabalho (Disponível)	Unidade de Tempo (Segundos)	Tempo de trabalho disponível para determinado processo (em segundos, menos os minutos de descanso, reuniões e tempo de limpeza). (ROTHER; SHOOK, 2003)	Calculado subtraindo-se do período total de trabalho o tempo de descanso, de reuniões, limpeza e todo o tempo que não é destinado ao trabalho propriamente dito.
Disponibilidade ou Disponibilidade Real da Máquina	Porcentagem	É o tempo útil da máquina dentro do tempo de trabalho disponível.	Calculado dividindo-se o tempo de trabalho útil da máquina por turno pelo tempo disponível de trabalho por turno.
Capacidade do Processo	Quantidade de Produtos	É a quantidade de produtos que o processo é capaz de produzir.	“... o tempo de trabalho disponível, dividido pelo tempo de ciclo e multiplicado pelo tempo útil da máquina (em porcentagem), é uma medida da capacidade atual do processo, se nenhuma troca de produção for feita.” (ROTHER; SHOOK, 2003, p.20)
<i>Pitch</i>	Unidade de Tempo (Frequência)	É a frequência com que uma embalagem de produtos é demandada pelos clientes, “...ou seja, de quanto em quanto tempo nos compram uma embalagem de produtos” (MAPEAMENTO ...2011).	É calculado multiplicando-se o <i>Takt time</i> pela quantidade de unidades de produtos contida na embalagem.
Número de Operadores necessários	Unidade	É a quantidade de operadores que é necessária para a realização de	É calculado dividindo-se o conteúdo total do trabalho pelo <i>Takt time</i> ou pelo Tempo de Ciclo.
Taxa de Saída ou <i>Throughput</i>	Taxa de produtos produzidos por unidade de tempo	“Resultado de um processo ao longo de um período de tempo definido, expresso em unidade/tempo” (WERKEMA, 2006, p.44).	“A taxa de saída (produção) pode ser visualizada como um índice médio de conclusão, isto é, quantos itens são concluídos a cada segundo, minuto, hora, dia, semana, etc...” (WERKEMA, 2006, p.45).
Trabalho em Processo ou <i>Work in Process (WIP)</i> ou Estoque em Processo	Número de itens	“Itens que estão dentro dos limites do processo, isto é, que foram admitidos no processo, mas ainda não foram liberados” (WERKEMA, 2006, p.44).	“O trabalho em processo pode ser relacionado ao <i>lead time</i> por meio da Lei de Little: $Lead Time = WIP/Taxa de Saída$ ” (WERKEMA, 2006, p.45).
Eficiência Total do Equipamento ou <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Porcentagem	“Indicador de Manutenção Produtiva Total (TPM) que mede o grau de eficácia no uso de um equipamento” (WERKEMA, 2006, p.44).	Calculado multiplicando-se três fatores denominados de Disponibilidade, Performance e Qualidade

## Apêndice B – Informações referentes à Unidade Produtiva



LEGENDA:

**Turnos - Horários**

1º Turno	06:00	14:20
2º Turno	14:20	22:45
3º Turno	22:45	06:00

ENTRADAS	
	Informação
	Material

FALHAS	
	Falha com parada
	Falha sem parada

DEFEITOS	
	Perda
	Reprocesso

Nomenclatura	
Frasco	Sem óleo (Engepack)
Garrafa	Com óleo
Tombada	'Deitada'
Queda/Caída	Fora da esteira

Simbologia	
	Prioridade de Atuação
*	Relacionado ao desenvolvimento da atividade em si