

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

**Produção Enxuta: Mapeamento do Fluxo de Valor de uma
Indústria Alimentícia**

Talita Oliveira Gonzalez

TCC-EP-97-2012

Maringá - Paraná
Brasil

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

**Produção Enxuta: Mapeamento do Fluxo de Valor de uma
Indústria Alimentícia**

Talita Oliveira Gonzalez

TCC-EP-97-2012

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

Orientadora: Msc. Francielle Cristina Fenerich

**Maringá - Paraná
2012**

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos meus irmãos João Pedro e Leopoldo, para que os inspirem continuamente a buscar o conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha inteligência e pelo ânimo e motivação concedidos para que a cada dia eu pudesse continuar estudando.

A minha Mãe e ao meu Padrasto, por terem confiado e acreditado em mim, e me permitido ir morar a mais de 2000 Km de distância com apenas 16 anos de idade.

Ao meu Pai por todo apoio fornecido nesses anos de graduação.

Ao Bahuan, Fábio e Luara por terem me suportado (no sentido de aturar) todos esses anos e ainda por terem me suportado (no sentido de ajudar) tornando esse período mais agradável.

Ao Guilherme e Camila, por toda parceria nesses anos de Universidade. Todos os trabalhos compartilhados, finais de semana, noites, madrugadas, tardes e manhãs de muito estudo. E além da participação na vida acadêmica, agradeço por fazerem parte da minha vida pessoal.

A professora Francielle, pela orientação e participação na minha formação acadêmica.

Ao Thiago Godói, por ter acreditado no meu potencial, me delegado projetos importantes e contribuído para o meu desenvolvimento profissional.

A Empresa, que deu abertura ao meu trabalho e cedeu todos os dados solicitados, sem os quais esse trabalho não seria possível.

Muito Obrigada!

RESUMO

Este trabalho é um estudo de caso realizado em uma indústria alimentícia visando a otimização de uma de suas famílias de produtos, por meio da aplicação de uma Ferramenta Enxuta, o Mapeamento do Fluxo de Valor. As atividades realizadas foram identificação de uma família de produtos, criação de um Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual, análise e identificação de fontes de desperdícios de tempo e recursos, desenho do Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro propondo redução de 47% do *lead time* e 95% de redução do tempo de processamento além de outras melhorias, e por fim a elaboração do Plano Anual de Implementação do Mapa do Estado Futuro, onde foi determinado quando e como tais melhorias serão atingidas.

Palavras-chaves: Produção Enxuta, Mapa do Fluxo de Valor, Melhoria Contínua, *Lead Time*, *Takt Time*.

SUMÁRIO

| | |
|---|-------------|
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES..... | VII |
| LISTA DE TABELAS..... | VIII |
| LISTA DE EQUAÇÕES..... | IX |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS..... | X |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA..... | 2 |
| 1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA..... | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 2 |
| 1.3.1 <i>Objetivo geral</i> | 2 |
| 1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> | 3 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. PRODUÇÃO ENXUTA..... | 4 |
| 2.2. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR..... | 8 |
| 2.2.1. <i>Família de produtos</i> | 11 |
| 2.2.2. <i>Desenho do estado atual</i> | 11 |
| 2.2.3. <i>Desenho do estado futuro</i> | 12 |
| 2.2.4 <i>Plano de trabalho e implementação</i> | 16 |
| 3. METODOLOGIA..... | 17 |
| 4. ESTUDO DE CASO..... | 19 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA..... | 19 |
| 4.2 IDENTIFICAÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS A SER MAPEADA..... | 19 |
| 4.3 DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL..... | 20 |
| 4.3.1. <i>Fluxo de material</i> | 21 |
| 4.3.2. <i>Fluxo de informação</i> | 22 |
| 4.4 ANÁLISE DO MAPA DO ESTADO ATUAL E IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS..... | 24 |
| 4.5 DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO..... | 27 |
| 4.6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 28 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 35 |
| 6. APÊNDICE A..... | 36 |
| 7. REFERÊNCIAS..... | 39 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - CASA DA QUALIDADE - SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO | 5 |
| FIGURA 2 - OS TRÊS MS DO MODELO TOYOTA..... | 7 |
| FIGURA 3 - ALGUNS ÍCONES DEFINIDOS PARA O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR..... | 9 |
| FIGURA 4 - ETAPAS PRINCIPAIS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR. | 10 |
| FIGURA 5 - EXEMPLO DE MAPA DO ESTADO ATUAL | 12 |
| FIGURA 6 - COMPARAÇÃO ENTRE O TEMPO DE PRODUÇÃO EM LOTES E EM FLUXO UNITÁRIO..... | 13 |
| FIGURA 7 - ILUSTRAÇÃO DE UM SISTEMA PUXADO COM SUPERMERCADO | 14 |
| FIGURA 8 - EXEMPLO DE RETIRADA COMPASSADA | 15 |
| FIGURA 9 - EXEMPLO DE MAPA DO ESTADO FUTURO..... | 15 |
| FIGURA 10 - MAPA DO FLUXO DE VALOR ATUAL | 20 |
| FIGURA 11 - MAPA DE FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO..... | 27 |
| FIGURA 12 - GRÁFICO COMPARATIVO DOS <i>LEAD TIMES</i> DE PRODUÇÃO | 28 |
| FIGURA 13 - GRÁFICO COMPARATIVO DOS TEMPOS DE PROCESSAMENTO | 29 |
| FIGURA 14 - MAPA DO FLUXO DE VALOR FUTURO DIVIDO EM LOOPS | 30 |
| FIGURA 15 - PLANO ANUAL DO FLUXO DE VALOR | 33 |
| FIGURA 16 - REVISÃO DO FLUXO DE VALOR | 34 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| TABELA 1 - MELHORIA DO <i>LEAD TIME</i> DE PRODUÇÃO..... | 288 |
|--|-----|

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|--|----|
| EQUAÇÃO 1 - FÓRMULA COMUM PARA DETERMINAÇÃO DO PREÇO DE VENDA | 8 |
| EQUAÇÃO 2 - FÓRMULA DO PRINCÍPIO DO NÃO-CUSTO ADOTADO PELA TOYOTA | 8 |
| EQUAÇÃO 3 - CÁLCULO DO <i>TAKT TIME APRESENTADO POR</i> ROTHER E SHOOK (2003)..... | 13 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3Ms: *Muda, Muri e Mura.*

ABIA: Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos

Disp.: Disponibilidade

h: Horas

JIT: *Just-in-time*

MFV: Mapeamento do Fluxo de Valor

min: Minutos

M.O: Mão de obra

P.A: Produto Acabado

PCP: Planejamento e Controle da Produção

s: Segundos

T/C: Tempo de Ciclo

TPT: Tamanho dos Lotes de Produção

TR: Tempo de Troca

1. INTRODUÇÃO

No cenário atual de crescimento, onde o percentual de exportações é quase 8 vezes maior do que o percentual de importações, a indústria de alimentos brasileira que obteve faturamento de 388,7 bilhões de reais (ABIA, 2011), tem como desafio aumentar a produtividade, reduzir custos, surpreender positivamente no quesito qualidade, afim de atender o mercado que está cada vez mais exigente, e assim manter uma alta competitividade.

Para isso, faz-se necessário a quebra de paradigmas. Buscar novos métodos e ferramentas que se sobressaiam perante a tradicional produção em massa Fordista. Indo ao encontro desse ideal, temos a filosofia japonesa de produção, criada pela família Toyoda na década de 50, e popularizada nos anos 90 como "Produção Enxuta" por Womack et al. (1992) no seu celebre livro "A máquina que mudou o mundo" .

Segundo Womack et al. (1992), a produção enxuta é caracterizada por utilizar menores quantidades de tempo e recursos, e ainda por resultar em menos defeitos e maior variedade de produtos. Aliada a disciplina é a grande chave do sucesso das indústrias japonesas, em especial da *Toyota Motor Company Ltd.* "O Sistema Toyota de Produção é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o *Kanban*" (SHINGO, 1996, 101p).

Uma ferramenta enxuta e potente quanto a identificação e a eliminação das perdas é o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). De acordo com Rother e Shook (2003), o MFV é uma ferramenta essencial, pois com ela é possível enxergar a relação entre o fluxo de material e o fluxo de informações, identificar as fontes de desperdícios, fornecer uma linguagem comum de processos de manufatura, tornar as decisões visíveis, abranger conceitos e técnicas enxutas, auxiliar na elaboração de um plano de implementação, e também porque se mostra mais útil em descrever como agir para alcançar as melhorias por meio do fluxo do que ferramentas quantitativas.

O presente trabalho abordará a filosofia da Produção Enxuta, com foco no Mapeamento do Fluxo de Valor em uma linha de produção de uma indústria alimentícia, afim de se eliminar as fontes de desperdícios, promover melhorias, e tudo isso com nenhum ou o mínimo possível de investimento em novos recursos.

1.1 Justificativa

O trabalho será desenvolvido no anseio de maior aprofundamento no Mapeamento do Fluxo de valor, ferramenta ainda pouco difundida na região, e que pela simplicidade e utilização de poucos recursos "lápiz e papel" pode ser aplicada em qualquer modelo de indústria. Além disso, a implementação da ferramenta será de grande valia para a empresa, pois possibilitará além da visualização clara dos fluxos de material e de informação, a identificação de perdas, o nivelamento do mix de produção, a elaboração de um fluxo contínuo e enxuto, redução de estoques e conseqüentemente um melhor atendimento aos clientes.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

O estudo será desenvolvido numa indústria alimentícia situada na região norte central do estado do Paraná, que fabrica produtos *Diet-Light* destinados as pessoas diabéticas e também aos que desejam manter a forma por meio de uma alimentação mais saudável. É líder nacional quanto a variedade de produtos oferecidos dentro da categoria *Diet-Light*. Atende todo o Brasil, e exporta para países como Paraguai, Uruguai, Peru, Chile, República Dominicana, Panamá, Costa Rica, Alemanha, Japão, Kuwait, Hungria, Síria e Angola.

Contudo, a indústria ainda enfrenta problemas em relação ao planejamento e controle da produção, como lote mínimo a ser produzido, altos níveis de estoque principalmente de estoque em processo, subutilização de maquinário e mão-de-obra, processos trabalhando em ilhas isoladas, informações confusas e um alto índice de perdas.

Mediante a grande variedade de produtos fabricados, será abordada nesse trabalho apenas a problemática de uma das linhas de produção, que será definida posteriormente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Elaborar um plano de implementação por meio do Mapeamento do Fluxo de Valor que visa minimizar as atividades que não agregam valor ao produto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Aplicar a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor;
- Propor melhorias a empresa;
- Elaborar o Plano Anual de Implementação do Mapa de Estado Futuro;
- Elaborar Revisão do Fluxo de Valor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção Enxuta

Os princípios fundamentais da Produção Enxuta, definidos por Womack e Jones (2004), podem ser resumidos em definir o valor, identificar a cadeia de valor, criar fluxo, estabelecer a produção “puxada” e buscar a perfeição.

A produção enxuta é "enxuta" por utilizar 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, 3p).

Por sua vez, Corrêa e Corrêa (2007), declaram que a produção enxuta é uma nova roupagem para os conceitos contidos no JIT em referência ao livro "A máquina que mudou o mundo" de Womack et al (1990).

Em contextualização histórica, Womack et al. (1992) descreveram o surgimento da produção enxuta em meio ao cenário de pós-guerra, período em que a *Toyota Motor Company* também passava por uma forte crise que levou a renúncia do presidente Kiichiro Toyoda e a ocupação do cargo pelo seu sobrinho, o jovem engenheiro Eiji Toyoda.

Motivado pela ambição e após muito estudo, Eiji visita a fábrica Rouge da Ford em busca de novas alternativas de produção. Porém, após retornar ao Japão constata juntamente com o engenheiro de produção Taiichi Ohno, que os métodos de produção em massa não funcionariam para um Japão de economia frágil devido a guerra, com poucos recursos de mão-de-obra e maquinário, e que estava interessado em variedade em seus produtos. Na tentativa de adaptarem o sistema de produção às suas necessidades, Toyoda e Ohno criaram, de forma experimental, o Sistema Toyota de Produção e com isso a Produção Enxuta (WOMACK et al., 1992).

Ohno (1997), confirma que o Sistema Toyota de Produção foi criado a partir das necessidades da empresa, e enfatiza "a necessidade é a mãe da invenção". Segundo Shingo (1996):

A Toyota transformou um sistema de produção tradicionalmente passivo e conciliatório, investigando as origens da produção convencional e derrubando

crenças comumente aceitas para construir um novo sistema calcado em conceitos que jamais haviam sido antes utilizados (SHINGO, 1996, 268p).

Ohno (1997), registra também que o Sistema Toyota de Produção tem como sustentação dois pilares que são: *Just-in-time* (JIT) e a Autonomia ou *Jidoka*, observados na Figura 1.



Figura 1 - Casa da Qualidade - Sistema Toyota de Produção

Fonte: Adaptada de <<http://www.lean.org.br>>

"O *Just-In-Time* é uma filosofia de produção voltada para a eliminação de desperdícios no processo total de fabricação das compras à distribuição" (HAY, 1992, 13p). Para Ohno (1997), o significado de *Just-in-time* é dado como um processo de fluxo que recebe as partes certas, no momento certo e na quantidade certa. Ele ainda completa dizendo que o *Just-in-time* não funcionaria bem em métodos convencionais de gestão.

Como meio de indicar as reais necessidades do fluxo de produção no tempo certo surge o Sistema *Kanban*, que é descrito por Moura (2003) como "um instrumento de controle de produção" que possui as funções de "pedido de produção" para a fabricação e de "instruções de retirada" para o processo seguinte. "O método *Kanban* é o meio pelo qual o Sistema Toyota de Produção flui suavemente" (OHNO, 1997, 27p).

De acordo com Hay (1992), três componentes básicos fazem parte da filosofia JIT no que diz respeito a eliminação das perdas: primeiro o é a junção do "balanceamento, sincronização e

fluxo no processo de produção"; segundo a qualidade "a idéia de fazer certo da primeira vez"; terceiro e de igual importância dos outros dois é "o envolvimento dos funcionários".

Para Hay (1992), "A única maneira de uma empresa resolver as centenas ou até milhares de problemas que ocorrem num sistema de produção - dos menores aos maiores - é envolver todos os empregados na sua solução" (HAY, 1992, 15p).

Neste contexto, dá-se início ao segundo pilar de sustentação do Sistema Toyota de Produção, a Automação ou *Jidoka* "conhecida também como automação com um toque humano" (OHNO, 1997, 27p).

A automação dá autonomia ao operador para parar a máquina caso seja identificada uma anomalia e assim evitar a propagação dos desperdícios. "Na Toyota uma máquina automatizada com um toque humano é aquela que está acoplada a um dispositivo de parada automática" (OHNO, 1997, 28p). Segundo Shingo (1996), usando a automação é possível se atingir 90% dos resultados da automação total à custos relativamente baixos. "Na Toyota, existe somente um motivo para parar a linha - garantir que não seja necessário parar a linha novamente" (SHINGO, 1996, 109p).

Para Tubino (2000), desperdício são todas as atividades de produção que não agregam valor ao produto. Shingo (1996), indica sete categorias de desperdício: de superprodução; de espera; de transporte; de processamento; de estoques; de movimentos improdutivos; e de produtos defeituosos. Liker (2005), além dos sete, lista também o desperdício da criatividade dos funcionários e os descreve da seguinte forma:

1. **Desperdício de Superprodução:** itens produzidos sem que haja real necessidade (demanda), e que dependem mão de obra, movimentação e estoque gerando custos.
2. **Desperdício de Espera:** qualquer "tempo sem trabalho", desde de colaboradores vigiando máquinas automáticas, esperando pelo termino do processo anterior para dar início as suas atividades até mesmo paradas no funcionamento de máquinas e gargalos.
3. **Desperdício de Transporte:** movimentações desnecessárias por longas distâncias de estoque em processo, produtos, ou mesmo de ferramentas e equipamentos.
4. **Desperdício de Processamento:** processamentos desnecessários ou ineficientes que desperdiçam tempo e recursos, processamento incorretos que produzem defeitos ou ainda que agregam mais valor do que o necessário.

5. **Desperdício de Estoque:** excesso de matéria-prima, estoques em processo e produtos acabados. Que implicam diretamente em maiores custos de transporte e armazenagem, bem como na ocultação de defeitos, falhas de fornecedores e da produção entre outros.

6. **Desperdício de Movimentos Improdutivos:** qualquer movimento desnecessário realizado pelos colaboradores durante o trabalho, como procurar ferramentas, buscar materiais e outros.

7. **Desperdício de Produtos Defeituosos:** produção de peças com defeitos implicam em retrabalho, inspeção e descarte que geram perda de tempo, esforço e mão de obra.

8. **Desperdício da Criatividade dos Funcionários:** ocorre quando não há envolvimento dos funcionários na resolução de problemas, criação de novas práticas e decisões que propiciem melhorias.

Liker (2005), destaca que os oito desperdícios listados são denominados na Toyota pelo termo japonês *Muda*, que não é único, e sim faz parte dos três Ms da Toyota que se referem as perdas a serem eliminadas *Muda, Muri e Mura*.



Figura 2 - Os três Ms do Modelo Toyota

Fonte: Adaptado de (LIKER, 2005, 123p)

De acordo com Liker (2005), *Muda* representa nenhuma agregação de valor, e contempla os oito desperdícios mais conhecidos; *Muri* é a sobrecarga de pessoas ou de equipamentos, que pode ocasionar problemas de qualidade, segurança e paralisação das máquinas; e *Mura* que é o desnivelamento entre processos e recursos, ocasionado por programações irregulares ou interrupções, sendo este último a resolução dos outros dois Ms.

Atrelado a eliminação de perdas, Shingo (1996) ressalva sobre a "adoção do princípio do não-custo", tendo em vista que muitas empresas ainda adicionam lucro ao custo (provenientes das ineficiências do processo) para determinar o preço de venda, retratado na Equação 1.

$$\mathbf{Custo + Lucro = Preço de Venda} \quad \text{Eq. 1}$$

De acordo com Shingo (1996), "a Toyota não aceita essa fórmula" e sim, adota o princípio do não-custo, Equação 2, onde o mercado determina o preço. Desse modo, a única forma de aumentar os lucros é diminuir os custos.

$$\mathbf{Preço de Venda - Custo = Lucro} \quad \text{Eq. 2}$$

Shingo (1996), destaca que a adoção desse princípio tem permitido a Toyota reduzir os preços de venda de seus produtos nos últimos 35 anos. Ele ainda enfatiza que "somente quando a redução de custo se tornar o meio para manter ou aumentar lucros a empresa ficará motivada para eliminar totalmente o desperdício" (SHINGO, 1996, 109p).

2.2. Mapeamento do Fluxo de Valor

Tendo visto que a Estabilidade do processo é a base do Sistema Toyota de Produção, segue a definição de Estabilidade na Toyota:

A estabilidade na produção ocorre quando se consegue produzir de acordo com o planejado, isto é, primeiramente calculando-se o *Takt Time* (ritmo da demanda do cliente) e determinando quais são os recursos necessários (quando se fala "necessários", entenda-se a quantidade de pessoas, máquinas e materiais definidos pelo *Takt*) para se produzir com o menor desperdício possível, sem afetar a segurança e garantindo a qualidade (KAMADA, 2007, 1p).

Em Rother e Shook (2003) é descrito o uso e a importância do Mapeamento do Fluxo de Valor, ferramenta enxuta criada na Toyota visando atingir e manter a estabilidade de seus processos:

Essa ferramenta tem grande utilidade para as empresas enxergarem o fluxo ao invés de um processo discreto, implementarem o sistema de produção enxuta ao invés de melhorias isoladas do processo e não somente eliminar os desperdícios, mas também as suas causas para que nunca retornem (ROTHER & SHOOK, 1999 apud LIMA, 2007).

Segundo Rother e Shook (2003), fluxo de valor é toda ação, agregando valor ou não, necessária para trazer um produto desde a matéria-prima até o cliente. É que "o mapeamento

do fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor" (ROTHER e SHOOK, 2003, 4p). Os autores ainda destacam o quão essencial é a ferramenta, pois:

- Permite visualizar além de processos individuais;
- Permite enxergar o fluxo;
- Ajuda a identificar as fontes de desperdício;
- Fornece uma linguagem de processos comum;
- Ajuda na tomada de decisão, pois torna muitos detalhes visíveis;
- Junta conceitos e técnicas enxutas, permitindo uma implementação mais ampla;
- Forma a base para o plano de implementação;
- Relaciona fluxos de material e informações;
- Mostra-se mais útil em descrever como agir para alcançar as melhorias por meio do fluxo do que ferramentas quantitativas.

Alguns dos principais ícones utilizados no mapeamento do fluxo de valor, destacados por Rother e Shook (2003), na Figura 3:

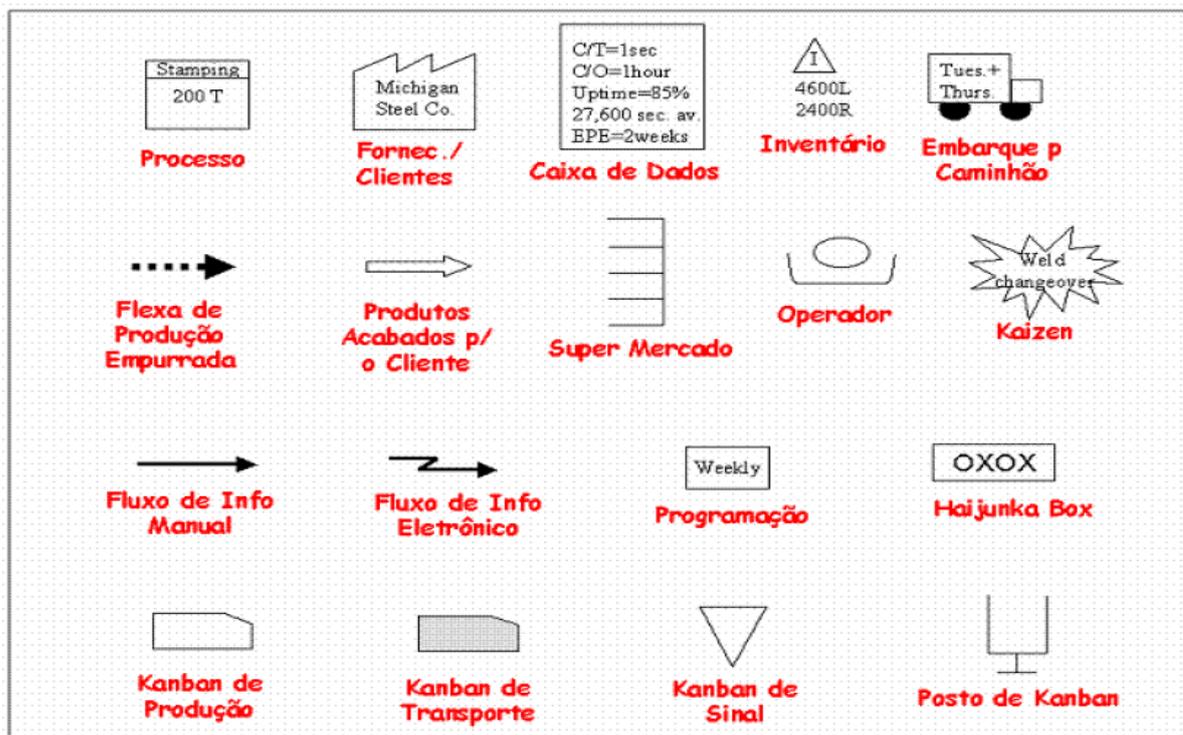


Figura 3 - Alguns ícones definidos para o mapeamento do fluxo de valor

Fonte: Adaptado de (ROTHER E SHOOK, 2003)

De acordo com Rother e Shook (2003), a utilização da ferramenta se dá de forma bem simples, utilizando "lápis e papel" segue-se as etapas descritas na Figura 4. Em resumo deve-se primeiramente escolher uma família de produtos que seja mais representativa perante ao cliente, em segundo lugar deve-se desenhar o mapa do estado atual que mostra os fluxos de materiais e informações desde o consumidor até o fornecedor, em terceiro deve-se responder as oito questões chaves para identificação de melhorias e construção do mapa de estado futuro, por último e mais importante a elaboração do plano de trabalho e implementação, utilizando metas reais e verificações diárias dos resultados obtidos com a implementação.

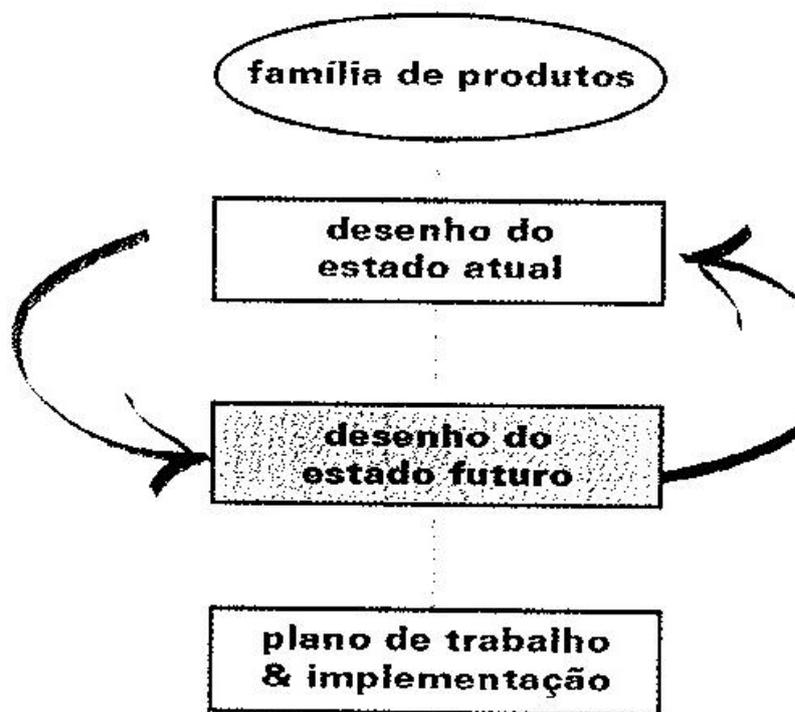


Figura 4 - Etapas principais do Mapeamento do Fluxo de Valor.

Fonte: (ROTHER E SHOOK, 2003, 9p).

Ainda segundo Rother e Shook (2003), "Para criar um fluxo que agregue valor, você precisa de uma "visão". Mapear ajuda você a enxergar e focar no fluxo com uma visão de um estado ideal ou melhorado" (ROTHER E SHOOK, 2003, 5p). E completam, deixando clara a necessidade de se implementar, já que desenhar os mapas só por desenhar não agrega valor e que objetivo do mapeamento é a implementação, e ainda que quando o estado futuro tornar-se realidade, um novo mapa de estado futuro deverá ser mapeado, criando assim um ciclo de melhoria contínua.

2.2.1. Família de produtos

Segundo Rother e Shook (2003), família de produtos é um grupo de produtos que passam pelos mesmos processos, e que a importância de ser escolhida apenas uma linha é para que se tenha foco no mapeamento e assim possa se obter um melhor resultado.

2.2.2. Desenho do estado atual

De acordo com Rother e Shook (2003), o objetivo do mapa atual é mostrar como está a produção atual por meio do desenho dos fluxos de materiais e de informações. O Mapa tem início com a definição dos clientes e suas necessidades. Seguindo pelo desenho dos processos onde são usados um conjunto de símbolos definidos. A caixa de processo é determinada levando em conta onde o processo começa e termina, ou seja, até o limite onde o fluxo de material pára entre os processos. O fluxo de material é desenhado da esquerda para direita na parte de baixo da folha, já o fluxo de informação é desenhado da direita para esquerda na parte superior da folha, ambos não seguem o layout de produção.

Rother e Shook (2003), prosseguem alertando quanto a importância da realização de novas medições ao invés de utilizar os valores de medições passadas já existentes. Os princípios dados a serem obtidos: tempo de ciclo, tempo de troca, disponibilidade real da máquina, tamanho dos lotes de produção, número de operadores, número de variações do produto, tamanho da embalagem, tempo de trabalho e taxa de refugo.

Aos autores em questão, dão continuidade com agregação dos pontos de estoques e sua mensuração. É então adicionado o segundo aspecto: o fluxo de informação. Tendo vencido esses passos, os fluxos são classificados como puxados ou empurrados, e desenhados no mapa. Para finalizar, é desenhada uma linha do tempo contendo o *lead time* ao longo do processo e o tempo de valor agregado. Um exemplo de Mapa do Estado Atual pode ser observado na Figura 5.

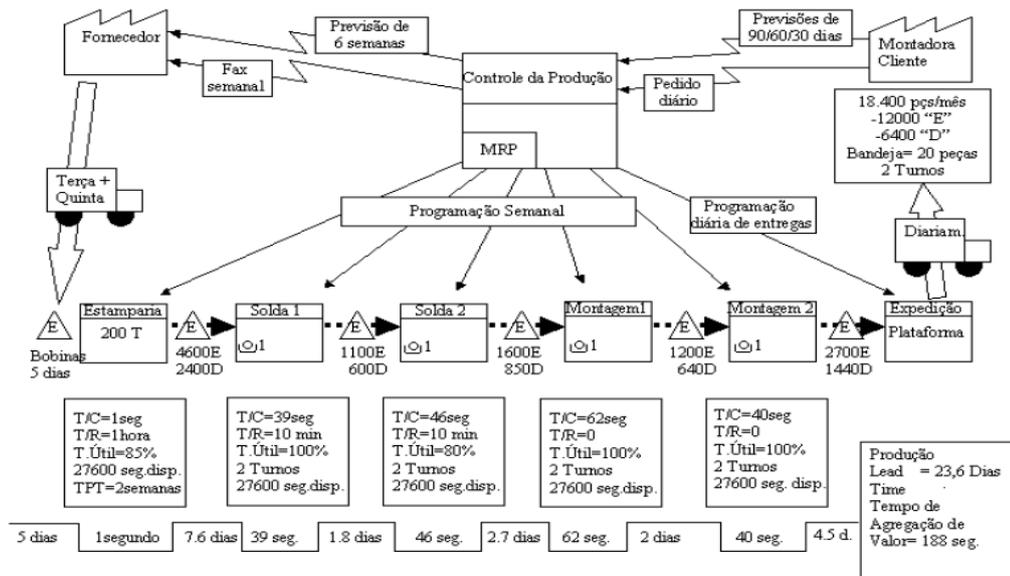


Figura 5 - Exemplo de Mapa do Estado Atual

Fonte: (ROTHER & SHOOK, 1998 apud NAZARENO, 2003, 41p)

2.2.3. Desenho do estado futuro

De acordo com Rother e Shook (2003), para desenhar o mapa do estado futuro é necessário responder a oito questões chave:

- 1) Qual é o *takt time*?
- 2) A produção será para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam ou será diretamente para a produção?
- 3) Onde pode ser usado fluxo contínuo?
- 4) Onde será preciso introduzir sistemas puxados com supermercados?
- 5) Qual será o único ponto da cadeia de produção a ser programado (processo puxador)?
- 6) Como será nivelado o mix de produção no processo puxador?
- 7) Qual incremento de trabalho a ser liberado uniformemente do processo puxador?
- 8) Quais melhorias de processo serão necessárias para fazer o plano de implementação condizer com o mapa do estado futuro?

E para responder essas questões, Rother e Shook (2003), passam sete procedimentos a serem seguidos, mas antes disso apontam como características de um Fluxo de Valor Enxuto "construir um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita", e um "fluxo regular sem retornos que gere o menor *lead time*, a mais alta qualidade e o custo mais baixo" (ROTHER e SHOOK, 2003, 43p).

2.2.3.1. Procedimentos

- 1) Produzir de acordo com o *takt time*

Rother e Shook (2003), descrevem o *takt time* como a frequência com que deve ser produzido uma peça ou produto, baseado no ritmo de venda. É um número referência que ajuda a enxergar como as coisas estão indo e o que precisa ser melhorado. É calculado dividindo-se o tempo de trabalho disponível por turno (em segundos) pela demanda do cliente por turno (em unidades), como observado na Equação 3.

$$\textit{takt time} = \frac{\textit{tempo de trabalho disponível por turno}}{\textit{demanda do cliente por turno}} \quad \text{Eq. 3}$$

- 2) Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível

Segundo Rother e Shook (2003), fluxo contínuo é produzir uma peça por vez passando a mesma imediatamente para o próximo processo sem que haja nenhuma parada.

Na Figura 06, Andrade (2002) apud Nazareno (2003), compara o tempo da produção em lotes de tamanho de cinco unidades com a produção em fluxo unitário para a mesma quantidade de peças.

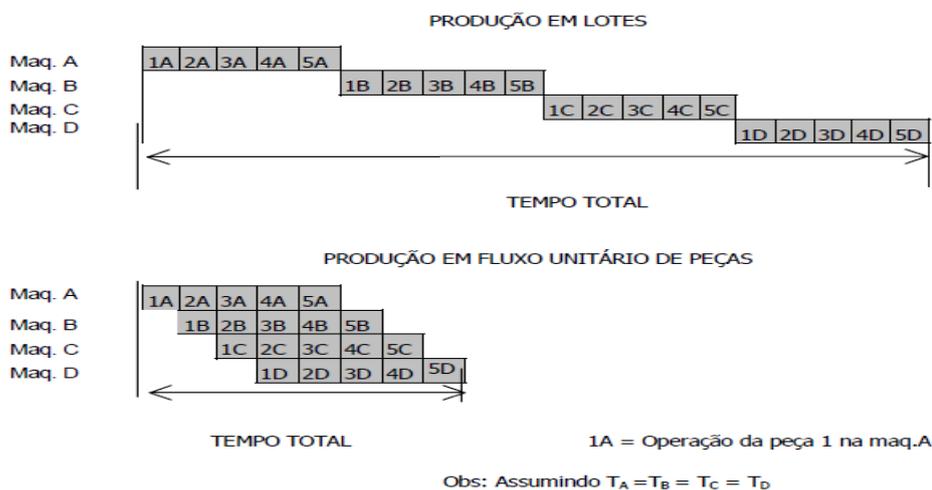


Figura 6 - Comparação entre o tempo de produção em lotes e em fluxo unitário

Fonte: (ANDRADE 2002, apud NAZARENO, 2003, 43p)

- 3) Usar supermercados para controlar a produção onde não é aplicável fluxo contínuo

De acordo com (ROTHER e SHOOK, 2003, 46p) "há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo não é possível e fabricar em lotes é necessário". Alguns desses pontos se devem a

processos muito rápidos, processos muito distantes (fornecedores), ou ainda processos com *lead time* muito alto ou pouco confiáveis de se ligarem ao fluxo contínuo.

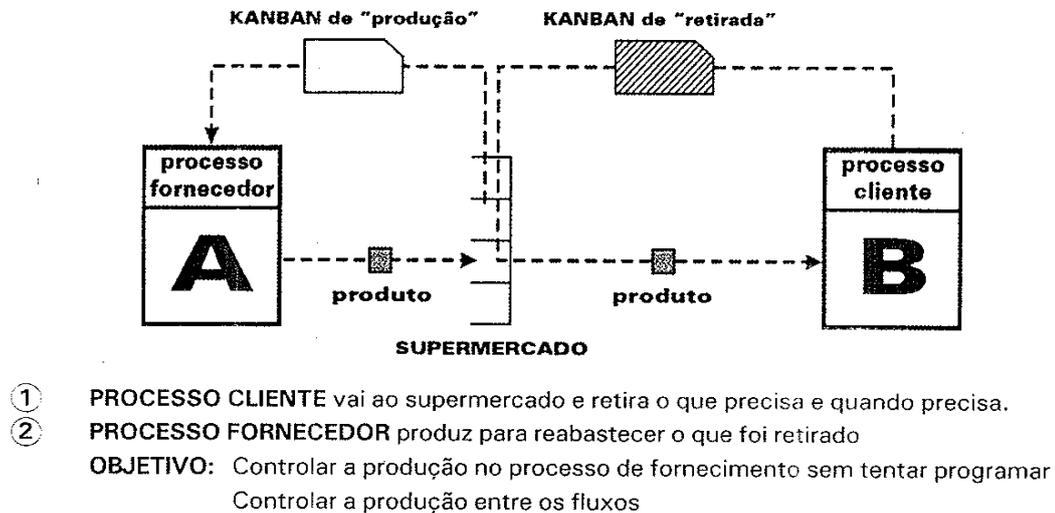


Figura 7 - Ilustração de um Sistema Puxado com Supermercado

Fonte: (ROTHER e SHOOK, 2003, 46p).

4) Selecionar o processo puxador

Para Rother e Shook (2003), processo puxador é aquele que dita o ritmo dos processos de produção anteriores, sendo frequentemente o último processo em fluxo contínuo no fluxo de valor.

5) Nivelar o mix de produção

"Nivelar o mix de produtos significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo" (ROTHER e SHOOK, 2003, 50p), o que permite maior agilidade e redução do estoque de produtos acabados e do tamanho dos supermercados. Entretanto esses benefícios dependem totalmente do melhor desempenho de troca de ferramentas entre os processamentos dos diferentes produtos.

6) Nivelar o volume de produção

Segundo Rother e Shook (2003), nivelar o volume de produção faz com que o fluxo de produção se torne previsível, o que permite a percepção e resolução dos problemas de forma mais ágil. Deve-se liberar regularmente pequenas quantidades de trabalho no processo puxador e retirar a mesma quantidade, criando assim a "retirada compassada". Essas pequenas e consistentes quantidades de trabalho são denominadas *pitch*.

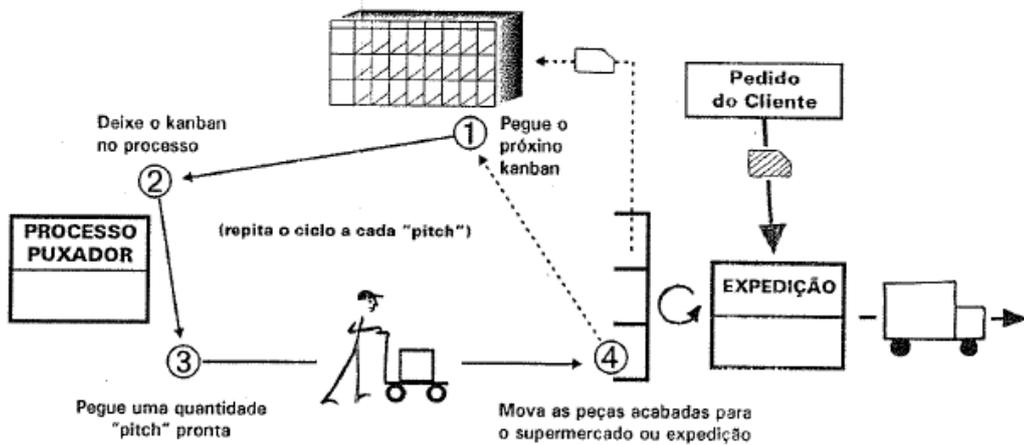


Figura 8 - Exemplo de Retirada Compassada

Fonte: (ROTHER e SHOOK, 2003, 53p)

7) Desenvolver a habilidade de fazer "toda a peça todo dia" nos processos anteriores ao processo puxador

De acordo com Rother e Shook (2003), toda a peça todo dia" descreve a frequência que o processo se modifica para produzir as variações de produtos.

Conforme Rother e Shook (2003), após seguir estes procedimentos deve-se então responder as oito questões chave e simultaneamente desenhar o mapa do estado futuro.

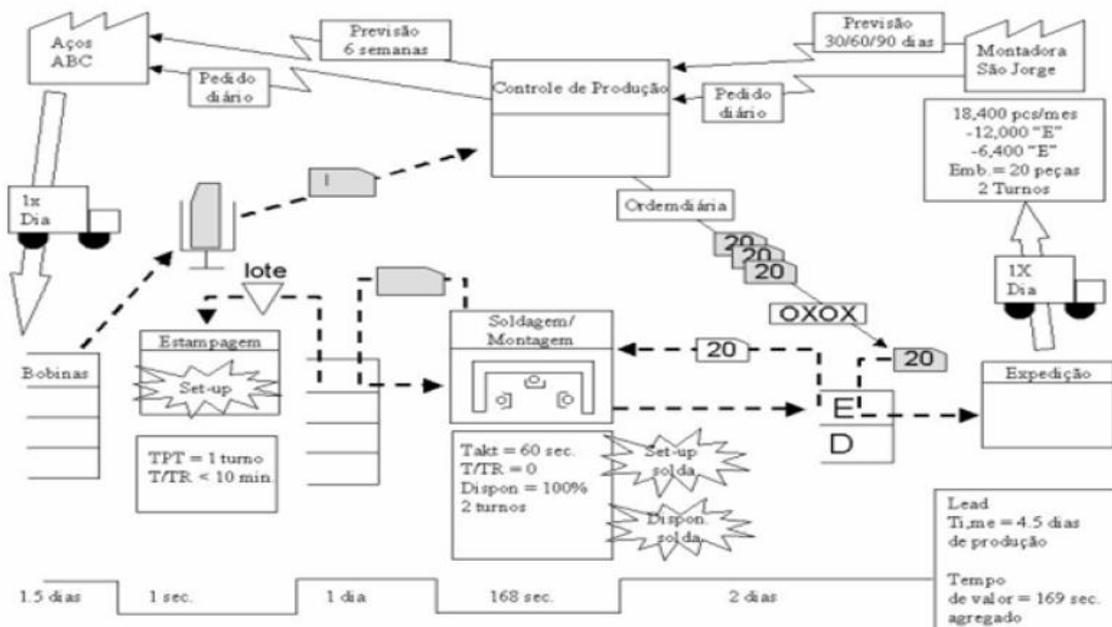


Figura 9 - Exemplo de Mapa do Estado Futuro

Fontes: (RENTES, 2000 apud NAZARENO, 2003, 47p)

2.2.4 Plano de trabalho e implementação

Para Rother e Shook (2003), o plano de trabalho e implementação deve ser um documento compacto contendo: mapa do estado futuro, mapa detalhado do processo (ou layout) e um plano anual do fluxo de valor.

O plano de implementação do estado futuro deve ser encarado "como um processo de construção de uma série de fluxos conectados para uma família de produtos", para facilitar essa construção deve-se pensar em "*loops* do fluxo de valor" (ROTHER e SHOOK, 2003, 86p).

Segundo Rother e Shook (2003), os *loops* podem ser divididos em loop puxador, que é o que se encontra mais próximo do cliente final e exerce influencia sobre os demais anteriores, e os loops adicionais que são os loops do fluxo de material e do fluxo de informações.

De acordo com Rother e Shook (2003), o "mapa do estado futuro mostra onde você que ir" o plano anual é um documento que mostra "quando", etapa por etapa, usando metas quantificáveis, pontos de checagem, prazos reais e quem serão os avaliadores (ROTHER e SHOOK, 2003, 90p).

3. METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza como um estudo de caso de natureza aplicada, pois visa a implementação da ferramenta MFV; tem abordagem qualitativa, devido ao gênero da ferramenta e quantitativa quanto as metas a serem estipuladas no plano de implementação; e objetivos exploratórios. A coleta de dados foi realizada de forma individual, por amostras intencionais. As etapas conduzidas na elaboração deste trabalho serão:

- **Revisão de literatura:** foi realizada por meio de livros, *sites*, artigos e outros trabalhos disponibilizados, com finalidade de esclarecer e embasar a respeito do tema Produção Enxuta e a ferramenta MFV;
- **Identificação da família de produtos a ser mapeada:** nesta etapa primeiramente foi feito um reconhecimento de todas as linhas de produção e suas respectivas famílias de produto, em um segundo momento foi avaliada e escolhida qual a linha de produção seria a base do estudo levando em conta o produto de maior impacto sobre os clientes.
- **Desenho do mapa do estado atual:** nesta etapa ocorreram caminhadas por todo o fluxo de valor "porta-a-porta" da linha escolhida, que começaram pela expedição, pois é o setor mais próximo ao cliente seguindo até a área de recebimento de insumo. Foi desenvolvido juntamente com o gerenciamento um relatório do problema, a seguir foi criado o primeiro esboço Mapa do Estado Atual, que foi validado, pela gerência e pelas pessoas que trabalham na linha de produção. Para finalizar essa etapa, os dados do processo foram coletados e acrescentados ao mapa.
- **Análise do mapa do estado atual e identificação de melhorias:** aqui os dados foram interpretados e transformados em informações seguindo as oito questões-chaves descritas no livro "Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício"(ROTHER E SHOOK, 2003), que são referentes ao cálculo do *takt time*; produção para supermercado de produtos (*kanban*) ou direto pra expedição; aplicação do fluxo contínuo; sistemas puxados; definição do processo puxador; *mix* de produção; incremento de trabalho; e por fim as melhorias necessárias;
- **Desenho do mapa do estado futuro:** baseado na análise da etapa anterior foi desenhado o mapa do estado futuro, onde estão representadas as mudanças do processo para que o mesmo possa se tornar enxuto, ou seja, mais eficiente;

- **Elaboração do plano anual de implementação do mapa do estado futuro:** com o mapa do estado futuro em mãos já se sabia onde queria chegar, foi então elaborado o plano anual de implementação, onde se planejou etapa por etapa da implementação com metas quantificáveis, prazos reais e verificações programadas, tudo isso com o apoio da equipe de produção da empresa. Esse plano é um documento e será anexado ao mapa do estado futuro e servirá como uma proposta de melhoria a ser entregue ao proprietário da empresa.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização Da Empresa

No ano de 1979, fora criado por um grupo de pesquisadores da Universidade Estadual de Maringá o processo de fracionamento dos componentes das folhas da *planta Stevia rebaudiana (Berti Bertoni)* dando origem a um edulcorante (matéria-prima para adoçantes) natural.

Impulsionado pela descoberta, em 1990 um dos pesquisadores cria uma pequena empresa alimentícia fabricante de produtos *diet-light* contando com apenas dois colaboradores, produzindo basicamente ao público diabético. Contudo, após trabalhos de divulgação e investimento em pesquisa e desenvolvimento a empresa se tornou líder em inovação de produtos da categoria, e com isso conseguiu atingir também um outro público, as pessoas que prezam por uma alimentação mais saudável.

Hoje, aos 22 anos recém completados, a empresa atende todo o Brasil. Conta com 220 colaboradores, produzindo a gama de mais de 150 produtos, com a média mensal de produção em um milhão e setecentos mil unidades (dependendo dos item em produção), gerando um faturamento médio mensal de quatro milhões e duzentos mil reais, sendo em torno de vinte mil reais destes em exportações para a maioria dos países sul-americanos e para alguns da América Central, Europa, Ásia e África.

4.2 Identificação Da Família De Produtos A Ser Mapeada

Durante o período de pouco mais de um mês fora realizado um rápido reconhecimento de todas as linhas de produção, onde as famílias de produtos e seus processos foram observados. Também fora realizado um breve levantamento de dados em relação ao número de vendas mensal e representatividade dos produtos no faturamento da empresa.

Mediante a essas informações a família de produtos escolhida foi a do Açúcar *Light*. Família essa formada por apenas um produto que por sua vez é o mais vendido, representando em média 20% do faturamento mensal da empresa, o que é bastante tendo em vista a enorme gama de produtos fabricados (mais de 150 produtos diferentes), sendo que os demais produtos geram individualmente no máximo 6% do faturamento.

4.3 Desenho Do Mapa Do Estado Atual

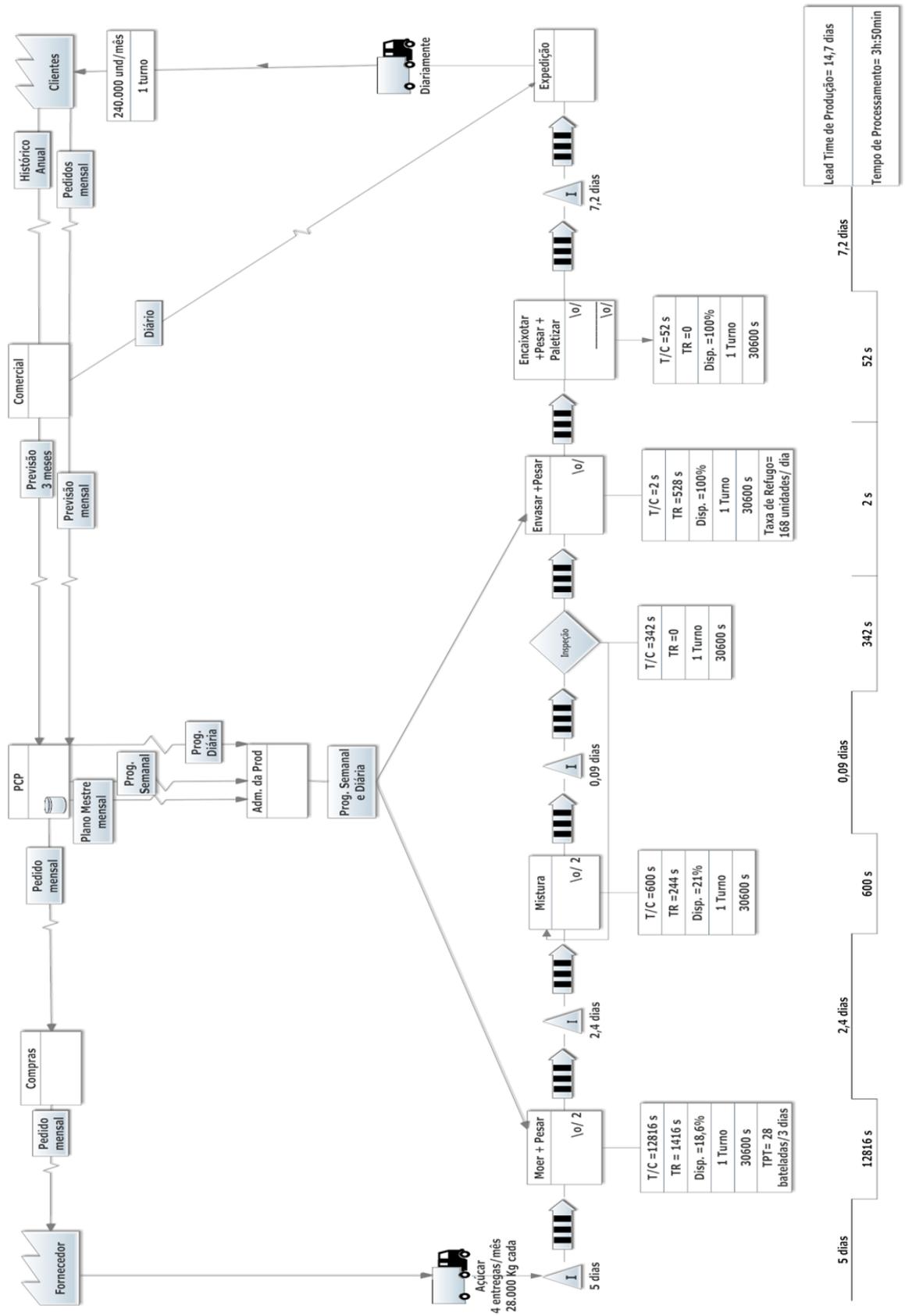


Figura 10 - Mapa do Fluxo de Valor Atual

4.3.1. Fluxo de material

O fluxo de material abordado neste estudo será a nível porta-a-porta, pois como ainda não existe na empresa nenhum estudo a respeito do mapa do fluxo de valor de suas linhas, é recomendável que se inicie por este, pois é onde as mudanças são mais facilmente aplicáveis.

O Açúcar *Light* é composto por quatro matérias-primas. Neste mapa, afim de simplificar o entendimento, será desenhado apenas o fluxo da matéria-prima principal (96% da composição): o açúcar.

A empresa recebe o açúcar com uma frequência média de 4 entregas por mês de tamanho médio de 28 mil quilos cada, o que é suficiente para cerca de 5 dias trabalho. Cada entrega que chega é armazenada, simultaneamente ocorre uma inspeção amostral da matéria-prima realizada pelo Controle de Qualidade da empresa. Pelo fato de ocorrer simultaneamente, a inspeção da matéria-prima não será retratada no mapa, afim de evitar poluição visual.

O primeiro processo é o de moer e pesar os insumos. De fato o açúcar não passa por esse processo, pois já é refinado, e os sacos de açúcar são utilizados integralmente a cada batelada de mistura, não havendo necessidade de pesá-los. Contudo, os demais componentes do Açúcar *Light* apresentam granulometria superior a desejada para o produto final bem como não são utilizados os conteúdos integrais das embalagens dos mesmos. Como o açúcar não inicia seu processo sem que os demais insumos estejam moídos e pesados julgou-se necessário considerar o processo Moer e Pesar insumos no mapa.

O processo Moer e Pesar conta com dois operadores e um moinho de pequeno porte. Não existe procedimento padrão para o processo, comumente sua execução é dada iniciando por uma limpeza da bancada de trabalho, seguido pela moagem de dois dos insumos (um de cada vez, pois existe apenas um moinho) enquanto os dois operadores pesam o terceiro insumo (que não necessita ser moído) se revezando em abastecer e recolher insumo do moinho. Após os insumos serem moídos, também são pesados simultaneamente, cada um por um operador. Devido a esse preparo a empresa julga que devem ser moídos e pesados insumos suficientes para 28 bateladas do misturador, o que equivale a 2,4 dias de produto semi-acabado e faz com que esse processo seja esporádico.

O processo Mistura possui um misturador onde são realizadas bateladas de 518 quilos, com tempo de ciclo de 10 minutos. Nesse processo estão presentes 2 operadores que fazem apenas a manutenção do processo (despejo dos insumos e acionamento do misturador que desliga ao final do ciclo). Ao termino do ciclo de mistura, é retirada uma amostra que é levada ao

Controle de Qualidade da empresa (localizado no extremo oposto da planta) para realização de testes sensoriais. Sendo aprovada, é então autorizado o despejo do produto misturado em um reservatório chamado de bin, que está acoplado a máquina de envase e que permite acumular produto para cerca de 35 a 40 minutos de envase. Tendo esgotado totalmente o misturador, inicia-se uma nova batelada.

O processo Envasar e Pesar é constituído por uma máquina de envase (que envasa 31 unidades de 500 gramas por minuto) e um operador para o acionamento da máquina, reabastecimento do filme de embalagem e para a função pesar, que implica em pesar aleatoriamente unidades envasadas para verificar se o peso se encontra dentro dos limites de especificação. O operador tem 100% do seu tempo dedicado a essas funções, que por sua vez são intermitentes.

Por uma esteira as unidades de Açúcar *Light* chegam ao próximo processo Encaixotar, Pesar e Paletizar o produto. Esse processo conta com 2 operadores, que tem 100% do seu tempo dedicado a esse processo. Aqui o Açúcar *Light* é encaixotado a cada 20 unidades, e cada palete é formado por 48 caixas. Durante esse processo é realizada inspeção amostral das caixas pelo Controle de Qualidade, onde as caixas são retiradas do palete levadas a uma bancada, abertas e inspecionadas visualmente, em seguida devolvidas. Por não interferir no *lead time* do processo essa inspeção também não será mostrada no mapa. Os paletes completos são um a um direcionados para o estoque de produtos acabados, onde mantém-se o estoque médio de 90 paletes do Açúcar *Light*.

Toda a linha de produção do Açúcar *Light* trabalha em um único turno, totalizando 8 horas e 30 minutos já descontados período de almoço e demais pausas.

4.3.2. Fluxo de informação

A empresa produz a maioria de seus produtos para estoque baseada numa previsão de demanda. Com o Açúcar *Light* não é diferente. A previsão de demanda é feita pelo Comercial considerando o histórico anual de vendas e os pedidos mensais. O Comercial transmite ao PCP a previsão de demanda trimestral, e depois uma previsão corrigida mensal. O PCP informa o Compras a quantidade mensal a ser comprada de matérias-primas, e o Compras por sua vez negocia o pedido também em uma única vez e acompanha as entregas quase que semanais. O Comercial também informa diariamente a Expedição sobre quanto produto deve ser expedido no dia. Além do Compras o PCP também tem que informar a produção, isso se dá por intermédio do setor Administração da Produção, que recebe do PCP o plano mestre

mensal de produção, a programação semanal já com correções e a programação diária que é um ajuste da semanal. A Administração da Produção repassa a programação semanal e diária de forma manual (ordens de produção impressas) para os setores de mistura e envase. Os demais fluxos de informação citados se dão por fluxo eletrônico por meio do ERP da empresa.

Uma observação pertinente em relação a previsão de demanda mensal é que o valor previsto de 300 mil unidades não é atingido, pois a programação diária média é inferior (12 mil unidades quando deveriam ser 15 mil unidades). O estoque de produto acabado é o que "nivela" a diferença entre a previsão e a demanda real. No mapa do estado atual foi retratado a produção diária média real, ou seja, 12 mil unidades, totalizando 240 mil unidades mensais produzidas em um turno.

Na Figura 10, tem-se o Mapa do Fluxo de Valor Atual, com informações de tempo de ciclo (T/C), tempo de troca (TR), que consiste no tempo de abastecimento das máquinas já que as mesmas são de uso exclusivo na produção do Açúcar *Light*, Disponibilidade que é a quantidade de mão-de-obra ou da máquina utilizada em relação ao total disponível, o total de tempo trabalho em segundos bem como o número de turnos, e a taxa de refugo do processo de envase. Os cálculos dos valores de estoques em processo, T/C e TR seguem no Apêndice A.

4.4 Análise Do Mapa Do Estado Atual E Identificação De Melhorias

De acordo com o Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual (Figura 10), é possível notar que todo o fluxo de material é empurrado, ocasionando pontos de estocagem em meio aos processos contribuindo para um alto *lead time* de produção de 14,7 dias. O tempo de processamento é de 3 horas e 50 minutos, dos quais 3 horas e 33 minutos são provenientes do processo Moer e Pesar Insumos, pois o tamanho do lote deste processo é de 28 bateladas que equivalem a 14.504 quilos. Além disso, cerca de 6 minutos que são considerados no tempo de processamento são referentes a inspeção do produto pós-mistura, ou seja, não é um tempo de agregação de valor.

No processo Mistura, foi verificado a ociosidade do misturador, que é de uso exclusivo do Açúcar *Light* e produz em média 11 bateladas por dia, o que devido ao seu tempo de ciclo de 10 minutos, representa menos de 2 horas, ou seja, no restante do tempo o misturador mantém-se parado carregado de produto, aguardando o termino do processo de envase, que é o gargalo da produção, tendo seu tempo de ciclo mais de 3 vezes maior do que o tempo de ciclo do misturador.

No processo Encaixotar, Pesar e Paletizar, onde o tamanho do lote é corresponde ao tamanho da caixa que abriga 20 unidades do produto, é notável a ociosidade dos operadores já que o processo antecessor produz 1 unidade a cada 2 segundos, ou seja, só após 40 segundos é que se terá um lote completo para encaixotar, sendo assim o fato de terem 2 operadores trabalhando neste processo, faz com que fiquem ociosos pois tem de esperar formar lote.

De forma similar, o operador da máquina de envase é subutilizado, pois tem seu tempo 100% dedicado a operações esporádicas, como trocar a bobina de filme (embalagem) e pesar amostras de produtos recém envasados, o restante do tempo o operador utiliza apenas para "vigiar a máquina".

Após tais considerações sobre o mapa atual, da-se seguimento a análise por meio dos sete procedimentos descritos no livro Rother e Shook, (2003), *Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício*.

Para o Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro, fora definido que a produção diária será de 15 mil unidades, seguindo assim o previsão de demanda de 300 mil unidades por mês e assim, seja possível diminuir consideravelmente a necessidade do estoque de produto acabado, já que a produção terá maior capacidade consequentemente resposta mais rápida as flutuações de demanda.

Para que seja possível produzir a demanda real, fora calculado o *takt time*, levando em conta o tempo de trabalho disponível por turno de 8 horas e meia, o equivalente a 30600s. A previsão demanda média mensal é 300 mil unidades, que se traduz em 15 mil por turno, já que a empresa trabalha com apenas um turno e aplicando esses valores na Equação 3, do cálculo do *takt time*, obtém-se o *takt time* de 2 segundos. Entretanto cada processo trabalha com um tamanho de lote diferente. O Envase produz unidades de 0,5 quilo, onde o *takt time* cabe perfeitamente. Encaixotar produz caixas com 20 unidades, ou seja, cada caixa leva em torno de 40 segundos, e paletes com 48 caixas que proporcionalmente levam cerca de 32 minutos para serem montados. E por fim a Mistura que tem um tempo de ciclo de 10 minutos por batelada, que proporcionalmente às unidades produzidas por ciclo, representa 0,6 segundos por unidade, em outras palavras, o processo de mistura está bem abaixo do *takt time*, não sendo viável atrasar o processo e como na empresa não há equipamentos para um fluxo contínuo, a alternativa encontrada, foi a adoção de um supermercado de produção, contendo bins com produto já misturado.

Para isso foi necessário sincronizar o processo Moer e Pesar, que trabalha com lotes do tamanho de 28 bateladas, com o processo Mistura, construindo um fluxo contínuo entre eles, ou seja, somente serão moídos e pesados os insumos quando necessário para Mistura. Isso foi possível pois, o tempo gasto para se moer e pesar apenas 1 batelada (628 segundos em média) é muito próximo ao tempo de mistura de 1 batelada. Assim fora fundido os dois processo em um só, criando o processo Moer, Pesar e Misturar Insumos. A utilização de um sistema puxado baseado em um supermercado, permite uma melhor utilização do misturador, que como já foi relatado anteriormente é subutilizado.

Para determinar a frequência e o tamanho da puxada (retirada compasada) de produtos do supermercado pelo processo posterior, fora calculo o valor do *pitch*, multiplicando o tamanho do lote considerado como o de 1 palete, que é formado por 960 unidades, pelo *takt time* de 2 segundos. Sendo assim, a cada 32 minutos em média, será retirado um bin do supermercado com quantidade de produto referente a aproximadamente a produção de um palete.

Com essa medida, e com a adoção de tempo de troca (referente a lavar o misturador entre um produto e outro) menor ou igual a 30 minutos, é possível realizar de 30 a 40 bateladas nesse único misturador, ao invés das 11 bateladas (que utiliza apenas 21% do tempo disponível) como é o usual. Sendo que o Açúcar *Light* demandará apenas 15 bateladas por dia, que por exemplo podem ser divididas em 3 trocas de 5 bateladas intercaladas por outros produtos, ou ainda uma infinidade de combinações que proporcionam uma excelente utilização.

Um último ponto a ser observado no processo Moer, Pesar e Misturar Insumos é que a Inspeção do produto misturado deve ter seu tempo reduzido (se não for possível eliminar o procedimento), sendo realizado no próprio setor num tempo menor ou igual ao tempo de esgotamento do misturador no bin, para que assim o processo não fique parado por motivo de inspeção que não agrega valor nenhum.

Os processos Envasar e Encaixotar, também podem ser considerados como fluxo contínuo, pois cada unidade produzida é imediatamente transferida pra próxima operação (já que pode ser desconsiderado como acúmulo de estoque as 20 unidades removidas a cada 40 segundos). Sendo assim os processos fundem-se numa única caixa de processos, onde o tempo de ciclo é de 40 segundos para cada caixa, ou 32 minutos para cada palete montado, como o tempo de troca sendo estipulado em menor ou igual a 5 minutos, permitindo 2 trocas diárias de bobina que são o suficiente para a produção das 15 mil unidades.

Esse processo será o que receberá a programação da produção a cada *pitch* (processo puxador), e enviará cada palete pronto imediatamente a expedição. Seria inviável produzir para um supermercado antes da expedição, pois as retiradas dos clientes não são sempre de paletes fechados, elas podem ser por caixas ou até mesmo por unidades de produto, o que dificultaria puxar a produção.

Como a produção diária aumentou em 20% (passando de 12 mil para 15 mil unidades) o consumo de matéria-prima se tornou mais rápido, reduzindo o estoque e exigindo mais entregas no mês. Também devido a essa maior rotatividade foi possível reduzir o estoque de produtos acabados, mantendo uma pequena quantidade (proporcional ao *lead time* de uma entrega) tendo em vista que não se tem 100% de confiabilidade no fornecedor.

4.5 Desenho Do Mapa Do Estado Futuro

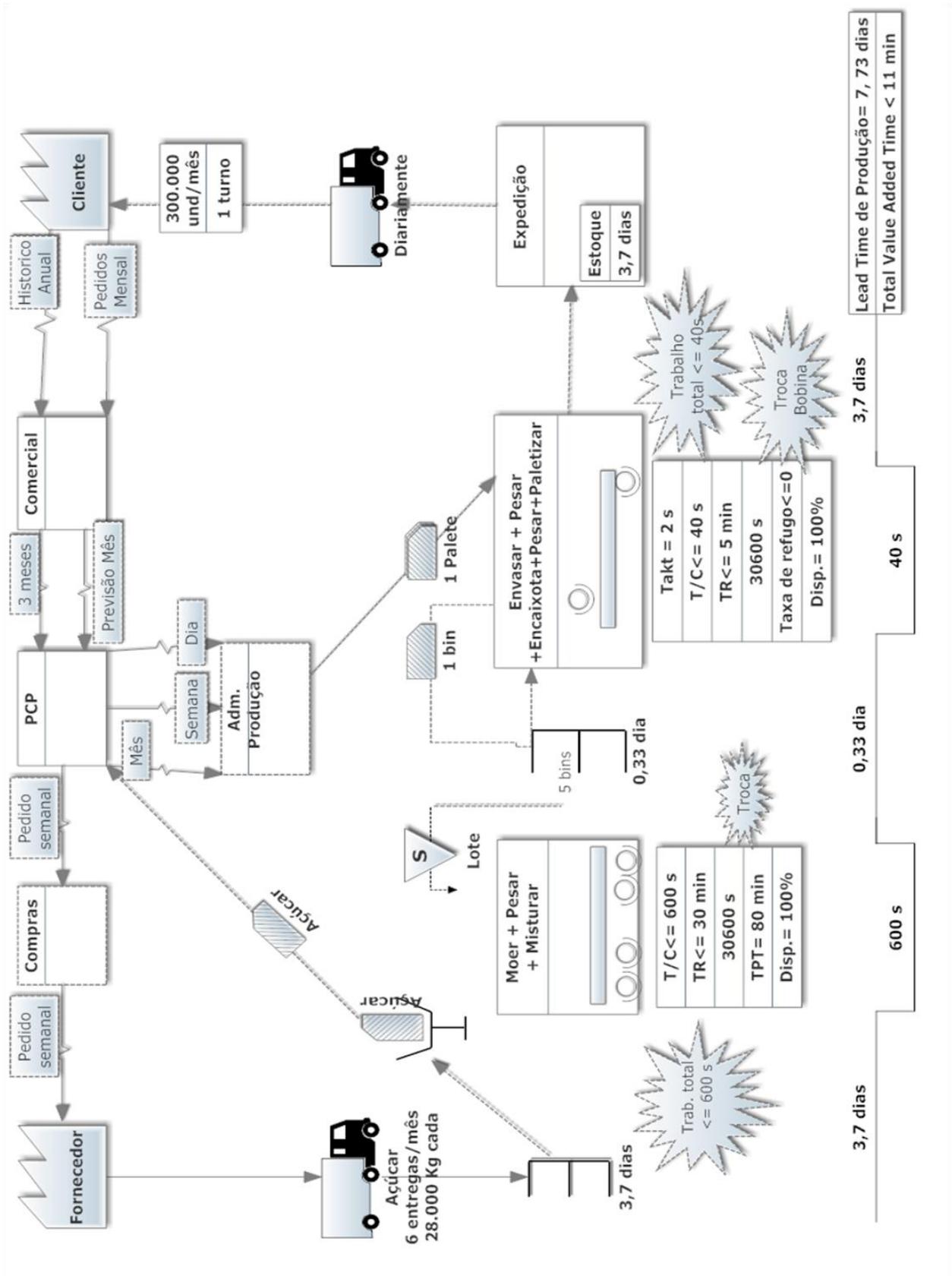


Figura 11 - Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro

4.6 Discussão Dos Resultados

Analisando a Figura 11, fica evidente o quanto o processo pode ser otimizado. Em relação ao *lead time* de produção a redução obtida foi de 47%, como pode ser visualizado na Tabela 1:

Tabela 1 - Melhoria do *Lead Time* de Produção

| Melhoria do Lead Time de Produção do Açúcar Light | | | | | |
|---|----------|--------------------------|--------------------|-------------------|-----------|
| | Açúcar | Insumos moídos e Pesados | Insumos Misturados | Produtos Acabados | Total |
| Atual | 5 dias | 2,4 dias | 0,09 dia | 7,2 dias | 14,7 dias |
| Futuro | 3,7 dias | 0 | 0,33 dia | 3,7 dias | 7,73 dias |
| | | | | Redução | 47% |

O processo de Moer e Pesar teve seu estoque em processo reduzido a zero, isso só foi possível estabelecendo o fluxo contínuo entre a Moer e Pesar e a Mistura. Na Figura 12, podem ser comparados no gráfico, os *lead time* total isoladamente:

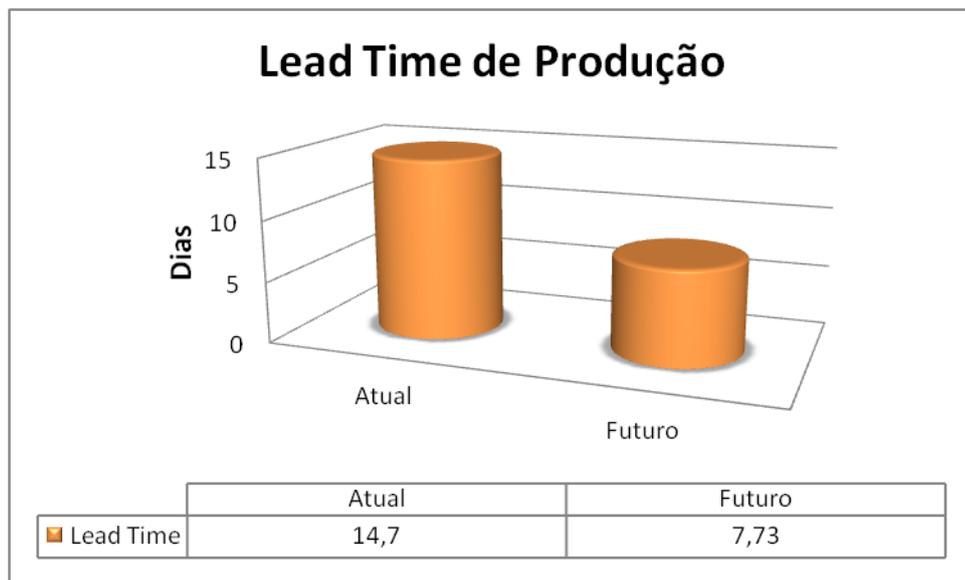


Figura 12 - Gráfico Comparativo dos *Lead Times* de Produção

Já em relação ao tempo de processamento a redução foi drástica em 95%, como pode ser observado na Figura 13:

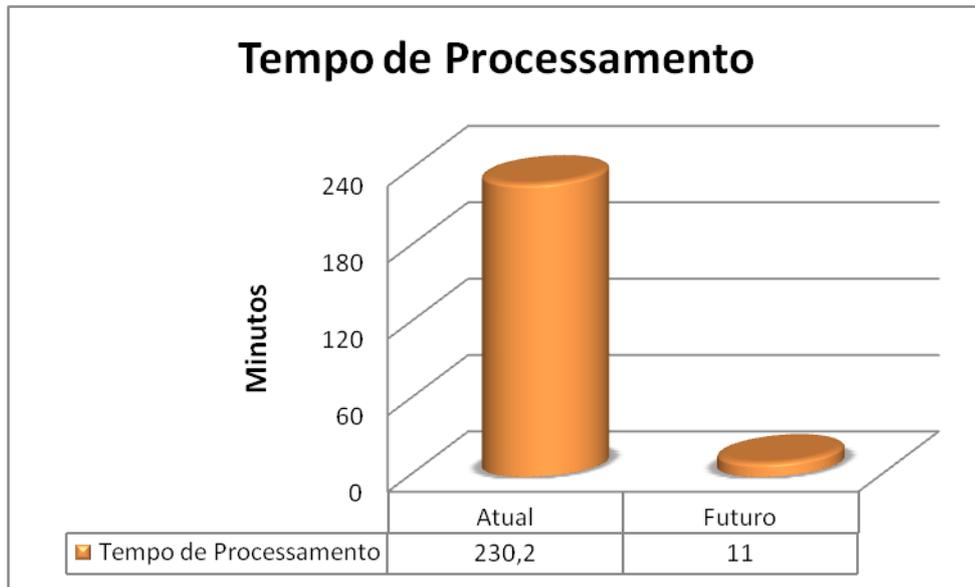


Figura 13 - Gráfico Comparativo dos Tempos de Processamento

A fator que mais influenciou nessa redução foi a mudança no processo Moer e Pesar, que no mapa atual, libera produção a cada 28 lotes, e no mapa futuro, passar a liberar produção para Mistura a cada lote. Essa medida, juntamente com a adoção do supermercado de produção trouxe também o ganho na utilização do misturador em cerca de 80%.

Outro ganho importante, foi a redução dos estoques de matéria-prima, pois o giro de produto agora é mais rápido, e do estoque de produto acabado, pois sendo a produção mais rápida e maior e tendo maior giro (aumento 20% passando de 12 mil para 15 mil unidades por dia) é possível trabalhar com um menor estoque, simplesmente para manter uma certa segurança a possíveis falhas do fornecedor ou processo.

E também a redução de um operador que claramente se mostrava ocioso no processo encaixotar.

As medidas necessárias para que essas mudanças possam ser implementadas, serão melhor descritas no Plano Anual de Implementação do Mapa do Estado Futuro.

4.7. Elaboração Do Plano Anual De Implementação Do Mapa Do Estado Futuro

Como sugerido por Rother e Shook, (2003), em seu livro *Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício*, o Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro foi dividido em "*loops*" de modo a facilitar a execução do Plano Anual de

Implementação. Na Figura 14, segue o Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro já dividido em três *loops*: *Loop Puxador*, que é o que puxa de fato o restante do fluxo pois é o único que recebe programação e encontra-se mais próximo do cliente final; *Loop Mistura*, que é onde se encontra o processo que produz para um supermercado de produtos; e por fim o *Loop Fornecedor*, que diz respeito principalmente ao nível de estoque de matéria-prima.

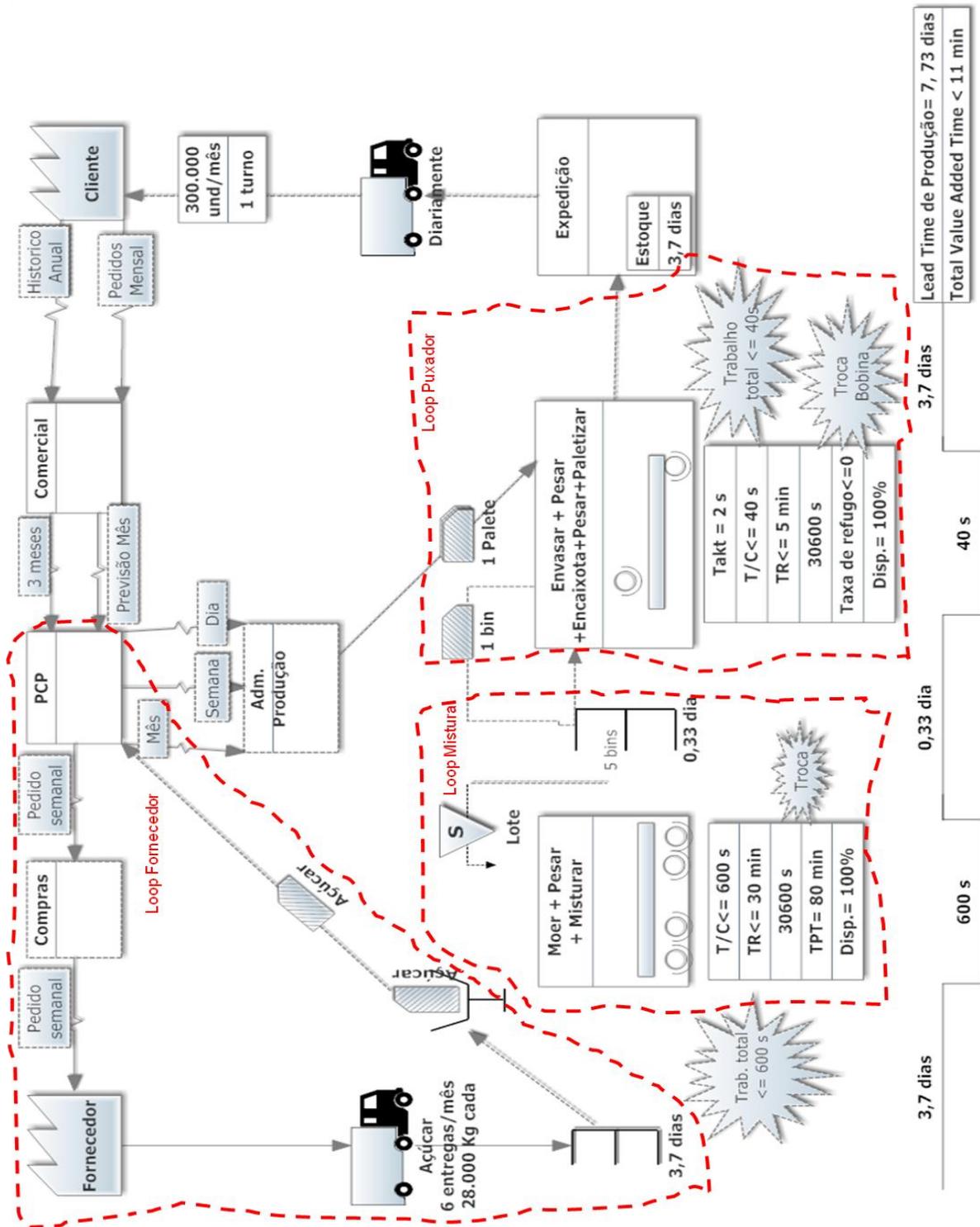


Figura 14 - Mapa do Fluxo de Valor Futuro Divido em Loops

2.7.1. As etapas de implementação do estado futuro

Loop 1: Puxador

Objetivos:

- Reduzir e posteriormente eliminar refugos;
- Fazer kaizen nos elementos de trabalho para reduzir tempo total de trabalho;
- Fazer kaizen nos elementos de trabalho para reduzir o tempo de troca;
- Eliminar ociosidade da mão de obra;
- Reduzir estoque de produto acabado;

Metas:

- Zero refugos;
- ≤ 40 s T/C;
- ≤ 5 min TR;
- Operar a célula com 2 pessoas (de acordo com o nível atual de demanda);
- Somente 3,7 dias de estoque de Açúcar Light.

Loop 2: Mistura

Objetivos:

- Desenvolver fluxo contínuo desde Moer até Misturar;
- Fazer kaizen nos elementos de trabalho para reduzir tempo total de trabalho;
- Fazer kaizen nos elementos de trabalho para reduzir o tempo de troca;
- Fazer kaizen para melhorar o tempo de utilização do misturador;
- Estabelecer um sistema puxado com supermercado de insumos misturados;
- Reduzir o tamanho dos lotes de produção da célula;
- Reduzir tempo de inspeção;

Metas:

- Estoque zero em processo;
- ≤ 10 min (ou 600 s) T/C;
- ≤ 30 min TR;
- ≥ 30 batidas/dia;
- Somente 0,33 dias de estoque de produto misturado;
- Lotes do tamanho máximo de 5 bins;
- ≤ 1 min tempo de inspeção;

Loop 3: Fornecedor**Objetivos:**

- Desenvolver um sistema puxado com supermercado de açúcar;
- Introduzir maior frequência de pedidos de compra e entregas;

Metas:

- Somente 3,7 dias de estoque de açúcar;
- Pedidos semanais, e 6 entregas por mês.

2.8. Plano do Fluxo de Valor

| DATA: | | 02/10/2012 | | Quando? | | 2012/2013 PROGRAMAÇÃO MENSAL | | Quem? | | Como? | | Assinaturas | |
|--|--|----------------------------------|--|----------------------------|--|-------------------------------------|--|----------------------------|--|---|--|----------------------------------|--|
| COORDENADOR DA PRODUÇÃO: | | Thiago Godoi | | O que? | | META (mensurável) | | Pessoa Responsável | | Indivíduos e Departamentos Relacionados | | Encarregado da Produção do Setor | |
| GERENTE DO FLUXO DE VALOR: | | Taila O. Gonzalez | | Objetivo do Fluxo de Valor | | PROGRAMAÇÃO MENSAL | | Objetivo do Fluxo de Valor | | Ações | | Programação da Revisão | |
| Objetivo do Negócio da Família de Produtos | | LOOP F.V | | reduzir/eliminar refugos | | 11 12 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 | | Genésio | | Taila, Thiago, Ivan e Manutenção | | Revisor | |
| 1 Puador | | kaizen TIC | | ≤40 s | | ↑ | | Taila | | Ivan | | Seima | |
| 2 Mistura | | kaizen TR | | ≤5 min | | ↑ | | Ivan | | Taila | | Thiago | |
| 3 Fornecedor | | eliminar ociosidade M.O. | | célula com 2 pessoas | | ↑ | | Ivan | | Ergonomia e Segurança do Trabalho | | Taila | |
| | | reduzir estoque de P.A. | | 3,7 dias de P.A. | | ↑ | | Rogério | | PCP | | Thiago | |
| | | fluxo contínuo moer-misturar | | estoque zero em processo | | ↑ | | Taila | | Johnny e Thiago | | Ivan | |
| | | kaizen TIC | | ≤10 min | | ↑ | | Taila | | Johnny | | Thiago | |
| | | kaizen TR | | ≤30 min | | ↑ | | Johnny | | Taila | | Ivan | |
| | | kaizen misturador | | ≈30 bateladas dia | | ↑ | | Genésio | | Johnny e Manutenção | | Taila | |
| | | puxar na mistura | | 0,33 dia de semi-acabado | | ↑ | | Johnny | | Ivan e Taila | | Seima | |
| | | troca na mistura | | tamanho dos lotes 5 bins | | ↑ | | Johnny | | Taila | | Ivan | |
| | | tempo de inspeção | | ≤1 min | | ↑ | | Sorraila | | Taila e Controle de Qualidade | | Johnny | |
| | | puxar açúcar | | 3,7 dias de açúcar | | ↑ | | Rogério | | PCP | | Taila | |
| | | pedidos/entregas mais frequentes | | 6 entregas/semana | | ↑ | | Juliana | | Compras e PCP | | Taila | |
| | | | | | | ↑ | | | | Negociar com fornecedor | | Taila | |
| | | | | | | ↑ | | | | Família de Produtos: | | Açúcar Light | |

Figura 15 - Plano Anual do Fluxo de Valor

5. CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos desse trabalho foi identificada a família de produtos que é mais representativa a empresa e aos clientes, em seguida, foi desenhado a Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual, realizada uma análise do mesmo, criado o Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro e por fim elaborado o Plano Anual de Implementação do Mapa do Estado Futuro.

Na etapa de desenho do Mapa do Estado Atual, foi possível identificar os desperdícios, o processo gargalo, ociosidades, bem como falhas de planejamento e execução. Com o desenho do Mapa do Estado Futuro, foram notáveis as melhorias que podem ser atingidas. O *lead* de produção pôde ser diminuído de 14,7 dias para 7,73 dias, uma redução de 47%. O tempo de processamento pode ser reduzido de 3 horas e 50 minutos para menos de 11 minutos, o que representa redução de 95%.

Além do tempo, o desenho do Mapa do Estado Futuro, propõe o Sistema Kanban para criação de supermercados de produto e eliminação do estoque entre processos. Foi abordado também a melhor utilização de equipamentos, pessoas, sendo possível a liberação de um operador para realocação em outra linha. E por fim, foi levantado no mapa o aumento significativo de 20% do volume de produção diário.

O Plano Anual de Implementação, indicou quais os passos a serem seguidos, com metas quantificáveis e datas de revisão já agendadas. A próxima etapa será por em prática o plano desenvolvido.

É relevante pontuar duas dificuldades encontradas no processo de desenvolvimento do trabalho, que são, a ausência de procedimentos operacionais padrão na empresa, que tornou mais difícil a coleta de tempo dos processos, e a falta de prática prévia na aplicação da ferramenta MFV.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento e implementação de Mapas de Fluxo de Valor para as demais linhas de produção, bem como para os setores administrativos. Desse modo a empresa tornar-se-á enxuta em sua totalidade.

6. APÊNDICE A

Dados do Estoque:

| Estoque de Matéria-Prima | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|----------------|----|
| Insumo | Qtde por chegada (kg) | Produção diária (unid) | Consumo/Unidade (kg) | Estoque (dias) | |
| Açúcar | 28000 | 12000 | 0,48 | 4,86 | ≈5 |

| Estoque em Processo - Matéria-Prima Moída e Pesada | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| Nº de batidas | Qtde/ batida (kg) | Total Moída e Pesada | Consumo/Unidade (kg) | Produção diária (unid) | Estoque em Processo (dias) |
| 28 | 518 | 14504 | 0,51 | 12000 | 2,4 |

| Estoque em Processo - Insumo Parada no Misturador | | | |
|---|----------------------|------------------------|----------------------------|
| Qtde Insumo (kg) | Consumo/Unidade (kg) | Produção diária (unid) | Estoque em Processo (dias) |
| 518 | 0,48 | 12000 | 0,09 |

| Estoque de Produto Acabado | | | | |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Média de Paletes em estoque | Qtde. Produtos/Palette | Total em estoque (unidades) | Produção diária (unid) | Estoque de Produto Acabado (dias) |
| 90 | 960 | 86400 | 12000 | 7,2 |

Dados tempo de ciclo (T/C) e Troca (TR) do processo Moer e Pesar:

| Moer | | | | Pesar | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------|-----------------|------------------------|---------------|--|-------------|--|-------|------------|----------|----------------|
| Amostras | Produto C | Amostras | Produto S | Produto C 1 operador | | Produto S 1 operador | | Pesar T | | | | |
| n | tempo (s)/caixa | n | tempo (s)/caixa | n | tempo (s) | n | tempo (s) | n | tempo | qdt pesada | operador | Média |
| 1 | 672 | 1 | 391 | 1 | 57 | 1 | 87 | 1 | 774 | 7 | 1 | 110,57 |
| 2 | 672 | 2 | 515 | 2 | 61 | 2 | 68 | 2 | 1143 | 10 | 1 | 114,30 |
| 3 | 709 | 3 | 621 | 3 | 65 | | | 3 | 133 | 1 | 1 | 133,00 |
| 4 | 706 | 4 | 632 | 4 | 52 | | | 4 | 135 | 1 | 1 | 135,00 |
| 5 | 688 | 5 | 556 | 5 | 56 | | | | | | | |
| 6 | 789 | | | 6 | 57 | | | | | | | |
| 7 | 796 | | | 7 | 52 | | | | | | | |
| 8 | 809 | | | 8 | 60 | | | | | | | |
| 9 | 808 | | | 9 | 56 | | | | | | | |
| | | | | 10 | 72 | | | | | | | |
| Média | 739 | Média | 543 | Média | 58,8 | Média | 77,5 | Total | | | | 492,87 |
| | | | | | | | | Média | | | | 123,22 |
| para 10 caixas | 7388 | para 6 caixas | 3258 | Para 28 batidas | 1646,4 | Para 28 batidas usando 1 operador | 2170 | Para 28 batidas usando 2 operadores | | | | 1725,05 |
| Total tempo de ciclo do Processo Moer e Pesar para 28 batidas | | | | | | | | | | | | 12816 |

| | | | | |
|---|------------|---|--|-------------|
| Abastecer moedor a cada 2 caixas | | Tempo de limpeza da mesa (s) | | 132 |
| n | tempo (s) | Tempo de preparo das embalagens | | 900 |
| 1 | 55 | | | |
| 2 | 58 | | | |
| 3 | 36 | | | |
| 4 | 46 | | | |
| 5 | 42 | | | |
| 6 | 51 | | | |
| Média | 48 | | | |
| como são 16 caixas/batida serão 8 trocas | 384 | Total tempo de troca Processo Moer e Pesar para 28 batidas | | 1416 |

Dados tempo de ciclo (T/C) e Troca (TR) do processo Mistura:

| | |
|--------------------|-------------|
| T/C misturador (s) | 600s |
|--------------------|-------------|

| Tempo de Troca Misturador (s) | |
|-------------------------------|------------|
| n | tempo (s) |
| 1 | 256 |
| 2 | 232 |
| total | 488 |
| Média | 244 |

Dados tempo de ciclo (T/C) e Troca (TR) do processo Envasar e Pesagem 1:

| Processamento Máquina | | Pesagem 1 | |
|--|--------------|--------------|--------------|
| n | tempo (s) | n | tempo (s) |
| 1 | 2,03 | 1 | 1,97 |
| 2 | 1,97 | 2 | 2,18 |
| 3 | 1,78 | 3 | 2,12 |
| 4 | 2,09 | 4 | 1,75 |
| 5 | 1,88 | 5 | 2,00 |
| 6 | 2,00 | 6 | 2,31 |
| 7 | 2,10 | 7 | 1,85 |
| 8 | 1,87 | 8 | 2,04 |
| 9 | 2,00 | 9 | 1,90 |
| 10 | 2,09 | 10 | 2,00 |
| 11 | 2,03 | 11 | 1,91 |
| 12 | 1,94 | 12 | 2,09 |
| 13 | 1,94 | 13 | 2,10 |
| 14 | 1,93 | 14 | 2,28 |
| 15 | 1,94 | 15 | 2,18 |
| 16 | 2,00 | 16 | 2,18 |
| 17 | 1,96 | 17 | 2,03 |
| 18 | 2,04 | 18 | 1,88 |
| 19 | 1,97 | 19 | 2,00 |
| 20 | 2,13 | 20 | 2,00 |
| Total | 39,69 | Total | 40,77 |
| Média | 1,98 | Média | 2,04 |
| ≈ | 2,00 | ≈ | 2,00 |
| Tempo de Ciclo Processo Envasar e Pesar (s) | | 2 | |
| Tempo de Troca Bobina (s) | | 528 | |

7. REFERÊNCIAS

- ABIA - Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos. **O setor em números, 2011.** Disponível em <http://www.abia.org.br/vst/o_setor_em_numeros.html>. Acesso em 14 mar. 2012.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações.** Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- HAY, E.J. **Just-In-Time:** um exame dos novos conceitos de produção. São Paulo: Maltese - Editora Norma, 1992.
- KAMADA, S. **Estabilidade na Produção da Toyota do Brasil.** Artigo. 2007. Disponível em <<http://www.lean.org.br/artigos/86/estabilidade-na-producao-da-toyota-do-brasil.aspx>>
- LIKER, J.K. **O Modelo Toyota:** 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LIMA, A.C.S. **Estudo para implantação do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria automobilística.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2007.
- MOURA, R.A. **Kanban:** A Simplicidade do Controle de Produção. 6 ed. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, IMAM, 2003.
- NAZARENO, R.R.. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção:** Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- Paraná - Governo do estado. **Mapas.** Disponível em <<http://www.cidadao.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=252>>. Acesso em 15 mar. 2012.
- ROTHER, M; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar:** Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- SHINGO. S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

TUBINO, D. F. **Manual do planejamento e controle da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 10 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas : elimine o desperdício e crie riqueza**. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ : Elsevier , 2004

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