

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

Iago Alves Tozo  
João Marcello Varrichio Messas

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA  
ENXUTA: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA  
EXPORTADORA DE MEL

ITUIUTABA

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA:  
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA EXPORTADORA DE MEL

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo

ITUIUTABA

2023

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA:  
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA EXPORTADORA DE MEL

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Ituiutaba, 26 de junho de 2023.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo, FACES/UFU

---

Profª. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa, FACES/UFU

---

Prof. Dr. Eugênio Pacceli Costa, FACES/UFU

Às nossas famílias e amigos,  
por tornarem isso possível,  
por acreditarem em nosso potencial  
e sempre nos apoiarem  
mesmo nos momentos mais difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus, que sempre nos iluminou e guiou ao longo de nossa trajetória acadêmica.

Agradecemos também ao Prof. Dr. Lucio Castillo, pela inestimável contribuição como orientador no desenvolvimento deste trabalho e a todos os professores e funcionários do curso de Engenharia de Produção, não apenas pela formação recebida, mas pela dedicação e excelência no desempenho de suas atividades.

Gostaríamos também de agradecer às nossas famílias, pelo apoio incondicional durante esta jornada e enaltecer a importância de todo suporte durante todos os anos de estudos. Sem vocês eu nunca teria chegado até aqui.

E por fim, aos nossos amigos, pelos bons momentos que desfrutamos, assim como pelas inúmeras vezes que nos apoiaram e motivaram, e a todos que de alguma forma contribuíram para que pudéssemos atingir este objetivo.

*“A persistência é o caminho do êxito.”*

*(Charles Chaplin)*

## RESUMO

No âmbito das empresas que buscam aprimoramento contínuo, é imprescindível a otimização de seus processos produtivos visando destacar-se entre os concorrentes de mercado. Nesse contexto, o presente estudo foi realizado com o intuito de identificar ineficiências por meio da aplicação da metodologia de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) em uma empresa que atua no segmento de exportação de mel. Com isso, permitirá que a mesma adote a filosofia de Manufatura Enxuta em busca da melhoria contínua. O procedimento metodológico adotado foi o estudo de caso, abrangendo uma abordagem de pesquisa quantitativa e qualitativa. É de suma importância identificar as etapas do processo que necessitam de aprimoramento, a fim de priorizar aquelas que geram maiores perdas. Ao desenvolver o atual estado do fluxo de valor, torna-se possível visualizar todo o fluxo produtivo, coletar os tempos de cada processo de produção, identificar gargalos e reduzir os tempos que não agregam valor ao cliente. Proporcionou também à empresa, uma análise crítica do processo e viabilizou a implementação de aprimoramentos, tais como a aplicação do kaizen, a adoção do método 5S, a implementação da metodologia TPM, a reestruturação do *layout* por meio do diagrama de espaguete e outras melhorias identificadas. Assim, por meio do MFV futuro e sua análise, é possível visualizar as sugestões e propostas de aprimoramento que podem trazer resultados positivos para a empresa. A pesquisa contribuirá teoricamente com novos achados e auxiliará no planejamento de futuras pesquisas, bem como na compreensão teórica.

**Palavras-chave:** Manufatura Enxuta; Mapeamento de Fluxo de Valor; Melhoria Contínua; Processos Produtivos.

## ABSTRACT

In the realm of companies striving for continuous improvement, optimizing their production processes is essential to stand out among market competitors. In this context, the present study aimed to identify inefficiencies through the application of Value Stream Mapping (VSM) methodology in a company operating in the honey export segment. By doing so, it will enable the company to embrace the philosophy of Lean Manufacturing in pursuit of continuous improvement. The methodological procedure adopted was a case study, encompassing both quantitative and qualitative research approaches. It is of utmost importance to identify process stages that require improvement in order to prioritize those that generate the greatest losses. By developing the current state of the value stream, it becomes possible to visualize the entire production flow, collect the times for each production process, identify bottlenecks, and reduce non-value-added times for the customer. Additionally, it provided the company with a critical analysis of the process and facilitated the implementation of enhancements, such as the application of kaizen, adoption of the 5S method, implementation of Total Productive Maintenance (TPM) methodology, restructuring of the *layout* using spaghetti diagrams, and other identified improvements. Thus, through the future VSM and its analysis, it is possible to visualize suggestions and improvement proposals that can yield positive results for the company. The research will contribute theoretically with new findings and assist in the planning of future research, as well as in theoretical understanding.

**Keywords:** Lean Manufacturing; Value Stream Mapping (VSM); Continuous Improvement; Production Processes.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Pilares da Produção Enxuta	9
Figura 2	4M's	10
Figura 3	Cartão <i>Kanban</i> de Produção	13
Figura 4	Cartão <i>Kanban</i> de Movimentação	14
Figura 5	Cartão <i>Kanban</i> de Fornecedores	14
Figura 6	Mapa do Fluxo de Valor	17
Figura 7	Fluxo de Materiais e Informações	17
Figura 8	Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor	18
Figura 9	Exportação de Mel Brasileiro por Tonelada	27
Figura 10	Fluxograma de Valor do Processo Produtivo	34
Figura 11	Mapa do Fluxo de Valor Atual	43
Figura 12	Gráfico do <i>Takt Time</i> x Tempo de Ciclo	46
Figura 13	Armazenagem e Separação da Matéria-prima	50
Figura 14	Despejo do Mel na Caçamba Coletora	52
Figura 15	Equipamento Responsável pela Movimentação do Tambor	54
Figura 16	Mapa do Fluxo de Valor Futuro	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Produção de Mel no Brasil por Tonelada Métrica	21
Tabela 2	Ranking dos Principais Exportadores de Mel (Toneladas Métricas)	22
Tabela 3	Ranking dos Principais Exportadores de Mel (USD)	22
Tabela 4	Destino da Exportação Brasileira de Mel	23
Tabela 5	Cálculo da Demanda Média de Produção	45
Tabela 6	Propostas de Melhoria	58

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

5S	“Cinco Esses”
AGV	Boas Práticas de Fabricação
BPF	<i>Colony Collapse Disorder</i> (Distúrbio do Colapso das Colônias)
CCD	Estados Unidos da América
EUA	Hectares
Ha	<i>Hazard Analysis &amp; Critical Control Point</i> (Análise de Perigos e
HACCP	Pontos Críticos de Controle)
HMF	Hidroximetilfurfural
IBD	Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ME	Manufatura Enxuta
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
OMS	Organização Mundial de Saúde
PCC1B	Ponto Crítico de Controle Biológico
PCC1F	Ponto Crítico de Controle Físico
PCC1Q	Ponto Crítico de Controle Químico
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificação por Radiofrequência)
SE	Sobra de Envase
SP	São Paulo
TC	Tempo de Ciclo
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
TPS	<i>Toyota Production System</i> (Sistema Toyota de Produção)
TPT	“Toda Parte Toda”
TR	Tempo de <i>Setup</i> / Troca
TRF	Troca Rápida de Ferramentas
TSH	<i>True Source Honey</i>
UE	União Europeia
USD	<i>United States Dollar</i> (Dólar Americano)

## LISTA DE SÍMBOLOS

ABEMEL	Associação Brasileira dos Exportadores de Mel
Apex-Brasil	Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos
CEP	Controle Estatístico do Processo
COVID-19	Corona Virus <i>Disease</i> (Doença do Coronavírus)
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)
JIT	<i>Just In Time</i>
OESA	Órgão Executor de Sanidade Agropecuária
PAC	Programas de Autocontrole
PES	Planejamento Estratégico Setorial
SAP	Programa de Segurança Alimentar
SIF	Serviço de Inspeção Federal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
1.2	OBJETIVOS DA PESQUISA	2
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	2
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	2
1.3	RELEVÂNCIA DA PESQUISA	2
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	3
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	3
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>4</b>
2.1	MANUFATURA ENXUTA	4
2.1.1	<i>Antecedentes históricos</i>	4
2.1.2	<i>Princípios da manufatura enxuta</i>	5
2.1.3	<i>Caracterização dos desperdícios</i>	7
2.1.4	<i>Pilares da manufatura enxuta</i>	8
2.1.5	<i>Técnicas e ferramentas</i>	11
2.1.5.1	<i>Filosofia 5S</i>	11
2.1.5.2	<i>Troca Rápida de Ferramentas - TRF</i>	12
2.1.5.3	<i>Poka Yoke</i>	13
2.1.5.4	<i>Kanban</i>	13
2.1.5.5	<i>Relatório A3</i>	15
2.1.5.6	<i>Manutenção Produtiva Total</i>	15
2.1.5.7	<i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i>	16
2.2	INDÚSTRIA DO MEL	19
2.2.1	<i>História da indústria do mel no Brasil</i>	19
2.2.2	<i>O mel brasileiro</i>	22
2.2.3	<i>Regulamentação do mel no Brasil e no mundo</i>	24
2.2.4	<i>Mercado mundial e mercado potencial para o mel brasileiro</i>	25
2.3	A PRODUÇÃO ENXUTA NO SETOR ALIMENTÍCIO	28
<b>3</b>	<b>MÉTODOS DE PESQUISA</b>	<b>30</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	30
3.2	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	30
3.3	TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	31
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>
4.1	ESTUDO DE CASO	33
4.2	FLUXO DE VALOR DO PROCESSO PRODUTIVO	33
4.2.1	<i>Formular</i>	35
4.2.2	<i>Separar a matéria-prima</i>	36
4.2.3	<i>Descristalizar</i>	36
4.2.4	<i>Produzir</i>	38
4.2.5	<i>Homogeneizar e Decantar</i>	39

4.2.6	<i>Envasar</i>	40
4.2.7	<i>Expedir</i>	41
4.3	MAPA DO FLUXO DE VALOR ATUAL	42
4.4	<i>TAKT TIME</i> E TEMPOS DE CICLO	44
4.5	ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS E PROPOSTAS DE MELHORIA	47
4.5.1	<i>Processo formular</i>	47
4.5.2	<i>Processo separar a matéria-prima</i>	49
4.5.3	<i>Processo descristalizar</i>	50
4.5.4	<i>Processo produzir</i>	51
4.5.5	<i>Processo homogeneizar e decantar</i>	54
4.5.6	<i>Processo envasar</i>	55
4.5.7	<i>Processo expedir</i>	56
4.6	RESUMO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA	57
4.7	MAPA DO FLUXO DE VALOR FUTURO	61
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>63</b>
5.1	CONCLUSÕES DO TRABALHO	63
5.2	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	64
5.3	TRABALHOS FUTUROS	64
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>66</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização e Justificativa

Na atual situação econômica, o nível de competição entre as organizações está cada vez mais alto. As novas tecnologias tornam a troca de informações e produtos mais rápida e fácil, aumentando o nível de demanda do consumidor. Portanto, é muito mais fácil encontrar maneiras de fornecer melhorias de eficiência e, assim, atender melhor a essas necessidades.

Para buscar continuamente o melhor desempenho operacional, cada vez mais empresas começaram a adotar os princípios da Manufatura Enxuta (ME) que foi criada pela Toyota no Japão após a Segunda Guerra Mundial. A ME foi definida por Womack et al. (2004) como “[...] uma maneira superior de o ser humano produzir bens”. Seus conceitos e ferramentas estão se tornando cada vez mais abrangentes e sua eficácia tem sido comprovada em todo o mundo.

Womack e Jones (1996) descreveram que as empresas enxutas se devem à consistência e coordenação do processo de criação de valor para o produto ou serviço final ao longo do processo de negócio. Todos os processos são verificados continuamente em associação com parâmetros quantitativos (variáveis), que podem ser usados para desenhar indicadores de desempenho do negócio.

De acordo com Womack e Jones (2004), a etapa básica do pensamento enxuto é o "valor", que só pode ser definido pelo cliente final. Logo, do ponto de vista do cliente, a implantação do conceito pode agregar valor pela redução de custos ou por meio de ganhos adicionais, como redução dos prazos de entrega.

Este novo paradigma de produção, o conceito de produção enxuta, que enfatiza terceirização, cooperação, *networking* e agilidade, foi desenvolvido na indústria automotiva e tem sido amplamente adotado pelas indústrias de engenharia e montagem. Há poucas pesquisas sobre a aplicabilidade desse conceito na indústria de alimentos (LEHTINEN, 2005).

Desse modo, a premissa do pensamento enxuto é mapear o "valor" do produto de acordo com as especificações do cliente. Para Ferro (2007), o “mapeamento do fluxo de valor” é uma ferramenta que permite visualizar o processo de agregação de valor horizontalmente. Em outras palavras, o método abre mão de testar a visão tradicional do processo para enfatizar as atividades, ações e suas conexões ao incorporar valor ao produto e fazê-lo fluir do fornecedor ao cliente final.

Assim, a questão central deste trabalho é utilizar a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como meio auxiliar, levando em consideração a particularidade do setor, ou seja, como funciona o conceito de produção enxuta na indústria de alimentos. Este trabalho parte do pressuposto de que existem grandes oportunidades de melhoria na exportadora de mel a partir do conceito de produção enxuta e suas ferramentas; Godinho e Fernandes (2004) ressaltam que várias outras indústrias podem ser estudadas, baseando-se em práticas de produção enxuta, que não necessariamente as automotivas.

## **1.2 Objetivos da Pesquisa**

### ***1.2.1 Objetivo geral***

Propor a implementação dos conceitos de manufatura enxuta baseando-se na aplicação da metodologia de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para identificação de ineficiências produtivas e na busca pela redução de desperdícios em uma empresa que atua no segmento de exportação de mel.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

Os objetivos específicos da pesquisa consistem em:

- a) apresentar os conceitos da manufatura enxuta e caracterizar suas técnicas e ferramentas;
- b) elaborar o mapeamento da realidade empresarial, identificando os elementos dos processos;
- c) coletar os dados dos processos aplicando a ferramenta do mapa do fluxo de valor;
- d) analisar os dados do takt time calculado em relação aos tempos de ciclos dos processos;
- e) propor melhorias para todas as etapas do fluxo de valor, visando o nivelamento da produção.

## **1.3 Relevância da Pesquisa**

Este estudo busca contribuir para o entendimento dos ganhos a serem obtidos através da aplicação e utilização do conceito de manufatura enxuta e com o planejamento de melhorias focado na eliminação de desperdícios.

Nesse caso, a manufatura enxuta, quando devidamente estudada, desenvolvida e implementada, visa combater as potenciais causas dos problemas de maneira sistêmica,



umentando assim as perspectivas de sucesso da empresa em relação a eliminação de desperdícios.

#### **1.4 Delimitação do Trabalho**

O presente trabalho foi limitado à proposta de implementação da Manufatura Enxuta na divisão de empresa alimentícia atuante no cenário de exportação de mel.

Foram abordados os conceitos da ME, assim como explicação e apresentação das estratégias e ferramentas que a envolvem; no sentido de viabilizar e apoiar a proposta desenvolvida e apresentada neste estudo.

O estudo do problema a ser solucionado ocorreu a partir do momento em que foi observado fragilidades dentro das etapas produtivas, além da falta de um estudo específico por parte da empresa em questão. Dessa maneira a proposta de implantação busca combater e eliminar desperdícios provenientes da produção, os quais podem prejudicar o crescimento da empresa.

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

O conteúdo do presente trabalho é composto por cinco capítulos. Sendo que o primeiro capítulo discorre sobre a contextualização e justificativa, apresenta os objetivos da pesquisa, delimitações, escopo do trabalho e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo é inserida a fundamentação teórica, esta encontrada em artigos e livros, que embasa o trabalho. Neste capítulo é mostrado inicialmente as origens e princípios da manufatura enxuta, em continuação são apresentadas práticas e ferramentas da manufatura enxuta.

Já no terceiro capítulo do trabalho é responsável por evidenciar a proposta de implantação do método de manufatura enxuta. Em que cada etapa do processo do desenvolvimento da estratégia a ser utilizada possui passos para implantação, relacionados às estratégias e ferramentas abordadas pela manufatura enxuta.

O quarto capítulo é responsável por relatar os resultados obtidos com o presente estudo. Dessa forma subsidiando o quinto e último capítulo quando são apresentadas as conclusões do trabalho. Essas que são responsáveis por evidenciar o atendimento aos objetivos propostos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Manufatura Enxuta

#### 2.1.1 Antecedentes históricos

As raízes da manufatura enxuta surgiram na companhia japonesa Toyota no século XX, segundo Dekier (2012). Sakichi Toyoda, assim como seus filhos Kiichiro Toyoda e Eiji Toyoda, e também o engenheiro de produção Taiichi Ohno foram os precursores desse modelo.

Fundada pela família Toyoda, de acordo com Womack *et al.* (2004), a Toyota Motor Company começou no ramo de veículos motorizados no final dos anos 30, tendo como especialização os caminhões militares. A empresa, que havia fabricado alguns protótipos, foi obrigada a interromper sua produção em virtude da Segunda Guerra Mundial que se iniciava no ano 1939.

Após a guerra, as mesmas linhas de montagem japonesas precisaram produzir diversos modelos de automóveis em menores números no Japão, o qual sofreu muito com a redução da demanda devido às consequências desse período. A Toyota entendeu que precisava mudar seus métodos produtivos para poder competir com as empresas automotivas americanas e europeias, que faziam o uso da metodologia de produção em massa em suas indústrias, constatou Dekier (2012).

Ohno (1997) diz que os Estados Unidos reduziram custos produzindo em massa por décadas. Portanto os japoneses precisavam descobrir como fabricar pequenas quantidades de vários modelos de automóveis, mas ao mesmo tempo, cortar custos de produção.

Com isso, os japoneses precisaram reinventar sua filosofia de produção, pois não conseguiriam acompanhar os grandes volumes e a economia de escala proporcionada pelo sistema de produção em massa, tentando assim como eles, atingir um baixo custo, alta qualidade, flexibilidade e menor *lead time*, cita Liker (2005). Nesse ponto, deu-se início ao desenvolvimento do chamado Sistema de Produção Toyota e, por fim, produção enxuta.

Womack *et al.* (2004) concluem que os japoneses perceberam que poderiam conseguir essa maior versatilidade e ao mesmo tempo reduzir custos financeiros que os sistemas de produção em massa apresentavam em relação a grandes estoques de peças finalizadas. E o mais interessante era que os erros de fabricação eram detectados mais facilmente quando se produzia uma pequena quantidade de peças apenas antes de montá-las num carro.

A companhia japonesa criou assim, as bases para um novo e revolucionário sistema produtivo, fazendo uso de baixos estoques, pequenos lotes e flexibilidade.

Como as indústrias japonesas, assim como a Toyota, não podiam acompanhar a produção em massa de suas rivais americanas devido às restrições e limitações existentes no período pós-guerra, os engenheiros japoneses reformularam o modo de produzir bens manufaturados. Para Ohno (1997), ao contrário da produção em massa, que trabalha com altas quantidades, grandes lotes e estoques, a manufatura enxuta procura eliminar todos os custos relacionados a estoque, operários e instalações, maximizando assim, sua produção.

### **2.1.2 *Princípios da manufatura enxuta***

A Manufatura Enxuta foca na eliminação e/ou redução dos desperdícios presentes no sistema produtivo, além da maximização da utilização das atividades e processos que agregam valor a partir da visão do cliente (Ohno, 1997). Partindo dessa perspectiva do cliente, o valor é equivalente ao que o cliente está disposto a pagar em um produto ou serviço. De acordo com Womack e Jones (2004), a Manufatura Enxuta tem como base cinco princípios, são eles: Valor (1), Fluxo de valor (2), Fluxo (3), Puxar (4) e Perfeição (5).

O valor (1), primeiro e principal ponto para a ME é a definição do conceito de valor. Segundo Ohno (1997), o valor só deve ser definido pelo cliente final e só é significativo quando expresso em dados de um produto específico. No qual atende as necessidades do cliente por um preço e momento específicos. Assim como o valor deve ser ditado pelo cliente final e levando em consideração as especificações descritas anteriormente, esse mesmo valor é também criado pelo produtor. Por não ter conhecimento sobre o produto ou outras possibilidades, muitas vezes, o cliente toma a decisão por produtos que não satisfazem por completo a sua necessidade. Desse modo, entra em vigor a importância do produtor como um identificador de necessidades. Essas necessidades que, na maior parte das vezes, o próprio cliente não tem conhecimento. Dessa maneira, como dito anteriormente, definir e especificar o valor é o primeiro passo para o pensamento relacionado a produção enxuta. Pois assim como definido por Ohno (1997) oferecer o produto errado da forma certa também é considerado um desperdício.

Depois da identificação do que deve ser realmente valorizado pelos clientes, o próximo princípio em consideração é o fluxo de valor (2). Assim deve-se definir e/ou mapear o fluxo de valor (2) com o objetivo de traçar a rota percorrida por um produto, levando em consideração os componentes, a fim de identificar as operações necessárias para medir,

projetar e produzir este. Mapear e definir o fluxo de valor (2) permite que as diversas etapas que constituem o processo produtivo sejam determinadas e identificadas como aquelas que agregam ou não valor ao produto (WOMACK JONES; ROSS, 1990).

Já o terceiro pilar, o fluxo (3), pode e deve ser entendido como o encadeamento lógico de processos e atividades que agregam valor a um produto. Essas que de alguma maneira, são comuns na produção de bens ou serviços e que podem ser transformadas em um fluxo. Dessa maneira, alinhando todas as etapas essenciais a realização do trabalho em um fluxo estável e contínuo, as possibilidades para a melhoria no processo ficam cada vez maiores. Segundo Womack, Jones e Ross (ibidem), a etapa mais difícil para aqueles que estão tendo o primeiro contato com o conceito de ME, é o real e completo entendimento do fluxo (3).

É definido o princípio de puxar (4) como sendo atividades que devam ser realizadas por um recurso produtivo desde que exista uma solicitação. A produção está sendo “puxada” no momento em que o cliente solicita um produto específico a seu fornecedor, de maneira reativa, o fornecedor inicia a produção deste produto. Puxar a produção se baseia, em grande parte, em só produzir quando houver uma real necessidade dita pelo cliente. Puxar a produção é, de certo modo, um princípio de maior importância no momento de reduzir filas e estoques que são, na maior parte das empresas, facilmente encontrados. Porém esse processo só é possível através da definição de um fluxo dentro do processo produtivo. Segundo Queiroz, Rentes e Araújo (2004), o cliente é quem tem a obrigação de puxar o produto, a produção e o valor. Caso contrário, as etapas dos processos irão fazer o que os clientes não necessitam naquele momento específico, acarretando a formação de estoques desnecessários.

Sendo responsável por manter a dinâmica de melhoria da ME podemos apontar o princípio da perfeição (5). Esse é o pilar que move os gestores e operadores a nunca se sentirem satisfeitos com os processos e atividades existentes, reflexo do princípio de que tudo pode ser melhorado. À medida que os pilares anteriores são traçados, as oportunidades e espaços para melhoria envolvendo a redução de esforços, erros, espaço, tempo e custos são infinitas, o que atribui uma dinâmica de busca imparável por melhoria, na maior parte ou em todos os processos que fazem parte do sistema produtivo.

De maneira resumida, o conceito de manufatura enxuta consiste em entender o cliente final em busca de definir o que é valor para ele, definindo e identificando suas necessidades. Após isso, com o objetivo de manter a empresa focada nas necessidades do cliente, é definido o fluxo desse valor específico dentro e fora da organização, definindo um fluxo de produção no qual não há interrupções e desperdícios, sendo guiado pela necessidade de seu cliente. Desse

modo, exclusivamente todos os processos devem fazer parte de uma dinâmica de busca constante por melhorias.

Segundo Groover (2001), para que esses princípios sejam alcançados, a ME apoia-se a uma série de práticas que envolvem: minimização dos desperdícios, fazer certo na primeira vez, linhas de produção flexíveis e melhoria contínua.

### **2.1.3 Caracterização dos desperdícios**

Dentro do ambiente da Manufatura Enxuta, toda e qualquer atividade que gasta recursos e não cria valor ao produto é considerado desperdício. Segundo Ohno (1997), os desperdícios são:

**a) Desperdício de Superprodução:** Resultado de uma produção em excesso ou antes do tempo definido, consequentemente gerando um fluxo fraco de informações ou de produtos com estoque em abundância. Visto de outro ângulo a superprodução pode causar outros desperdícios, como: o crescimento de estoque, imobilização do capital, necessidades de maior espaço de armazenamento, desmotivação da equipe, excesso de compra de materiais, assim como danos aos produtos.

**b) Desperdício de Espera (Tempo disponível):** É definido por longos períodos de inatividade por parte dos operadores, informações ou produtos. Desse modo, resultando em um fluxo precário e longos tempos de espera (HINES, 2000). Os tempos de espera de processos usualmente estão vinculados às taxas de defeitos, assim causando a espera de processamento do restante, ou, pelo fato da antecipação do cronograma programado, estoques intermediários podem ser desenvolvidos por desbalanceamentos ou gerados de paradas não programadas por parte da produção.

**c) Desperdício de Transporte:** Caracterizado pela movimentação de materiais que consomem recursos mesmo não agregando valor ao produto final, segundo Reis et al. (2005). Os transportes são necessários devido às restrições que a instalação impõe, levando em consideração as distâncias e espaçamentos do *layout* fabril. Dessa maneira, busca-se a redução ou eliminação desta operação através da reorganização ou mudança do *layout* das instalações.

**d) Desperdício de Processamento (Processamento impróprio):** É a execução de um ou mais processos de trabalho com procedimentos, sistemas ou ferramentas erradas. Assim aumentando a quantidade de tarefas, processos ou esforços, além dos necessários determinados pelas especificações do cliente.

**e) Desperdício de Estoque (Estoque disponível):** Reflete o armazenamento em excesso e consequentemente atraso das informações e/ou produtos. O que resulta em um custo extra e atendimento precário ao cliente. É possível verificar essa perda no momento em que ocorre excesso de fornecimento de peças entre as etapas de produção. Assim, quanto maior o inventário, maior o desperdício. O inventário é uma estratégia utilizada para se precaver das instabilidades do mercado ou do próprio processo, porém grandes inventários tornam mais difícil a movimentação dos produtos, além de aumentar os custos de estocagem. Outro problema acarretado pelo grande inventário é a dificuldade em identificar problemas existentes, já que estes escondem a real situação da empresa, assim sendo extremamente difícil eliminar problemas recorrentes.

**f) Desperdício de Movimentação:** As movimentações do setor produtivo devem ser aquelas que são definidas como necessárias, agregando valor ao produto. Assim, a deficiente organização do local de trabalho está diretamente relacionada com a desorganização do ambiente. Acarretando, muitas vezes, movimentações desnecessárias dentro das etapas de processo. A idealização para o processo produtivo é de que as atividades de movimentações sejam realizadas sem comprometimento do ciclo de produção e do rendimento do operador. Dessa maneira, reduzir o tempo de movimentação é importante para diminuir as perdas dentro do processo de ME.

**g) Desperdício de Produzir Produtos Defeituosos (Retrabalho):** Surgem através de consequência de erros em documentação, problemas com qualidade do produto ou até mesmo desempenho deficiente nas entregas. Assim sendo, esses problemas são uma das fontes principais de desperdícios, pois podem gerar a necessidade de retrabalho, custo de recuperação e em alguns casos perda total do esforço e material. Logo na primeira vez, os produtos devem ser processados da maneira correta, caso contrário serão adicionadas etapas e processos desnecessários para a obtenção do produto final, podendo ser recorrentes de energia, tempo, equipamento, mão de obra e outros que somarão custos desnecessários na correção do defeito observado (Ferreira, 2004). Como exemplo a tudo isso, a segunda prática citada por Groover (2001) – fazer certo na primeira vez – mostra direcionamento para a eliminação na produção de peças defeituosas.

Segundo Shah e Ward (2003), os procedimentos presentes nas fábricas da Toyota foram desenvolvidos para minimizar todas as formas de desperdícios.

#### **2.1.4 Pilares da manufatura enxuta**

Para oferecer produtos e serviços de qualidade, tendo um baixo custo e um menor *lead time* (tempo de espera), a Manufatura Enxuta tem como objetivo atender as necessidades dos clientes em primeiro lugar. Portanto é necessária a redução desses desperdícios através dessa filosofia que se pauta em alguns pilares apresentados na Figura 1, sendo eles o *Just-in-Time* e o *Jidoka*.

Levando isso em conta, é fundamental se ter uma boa base para a implementação desses pilares. Então se deve alcançar a Estabilidade entre processos, equipamentos, fornecedores e qualidade. Depois disso, busca-se a Melhoria Contínua (*Kaizen*), a Padronização do trabalho e o Nivelamento da produção (*Heijunka*).

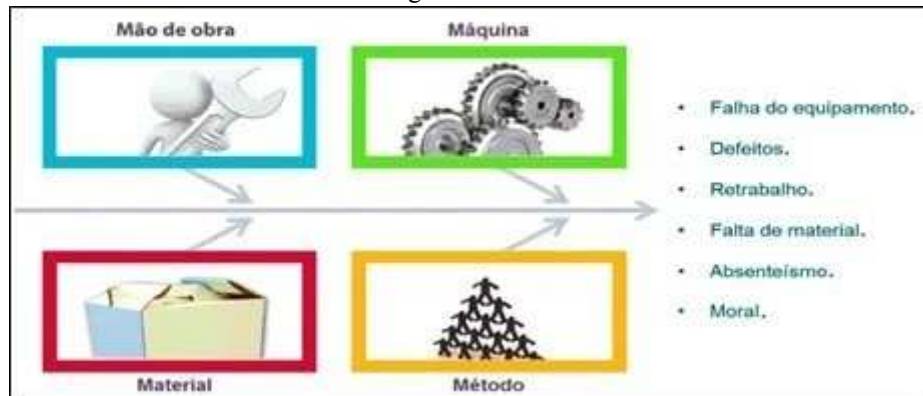
Figura 1 – Pilares da Produção Enxuta



Fonte: GHINATO (2000).

a) **Estabilidade:** A Estabilidade se encontra na base de tudo, pois para que o processo não passe mais tempo parado do que em atividade é necessário que se tenha um fluxo contínuo, logo se torna fundamental apresentar um bom nível de estabilidade. Por sua vez, Ghinato (2000) diz que ela é afetada pelos chamados 4 M's, podendo ser observado na Figura 2 em mais detalhes.

Figura 2 – 4M's



Fonte: GHINATO (2000).

- Material – disponibilidade da quantidade adequada, no local e hora corretos;
- Máquinas – confiabilidade em não gerar defeitos nem apresentar erros;
- Mão-de-obra – confiabilidade de pessoal para efetuar o trabalho. Nível de conhecimento adequado, boa conduta, frequência e pontualidade;
- Método – consistência para que os objetivos sejam alcançados. Padronização dos processos, gestão, manutenção e responsabilidades.

Podem ser encontrados problemas nessas frentes, tendo como exemplo a falta de material, defeitos, retrabalho, falha do equipamento, absenteísmo e moral.

**b) Nivelamento (*Heijunka*):** *Heijunka* é o nivelamento da produção, de modo que as quantidades e tipos de produtos produzidos sejam constantes ao longo do tempo.

Em outros termos, Liker (2008) diz que o nivelamento *Heijunka* não considera o fluxo real de pedidos dos clientes para a fabricação, mas faz com que a mesma quantidade e tipos de produtos sejam fabricadas a cada dia, levando em conta o volume total de pedidos de certo período e nivelando-os. O *Heijunka* é fundamental para eliminar as perdas (*Muda*), reduzir o desnivelamento (*Mura*) e evitar as sobrecargas do processo (*Muri*).

**c) Trabalho Padronizado:** Womack e Jones (2004) estabelecem como trabalho-padrão: “cada aspecto da tarefa é analisado, otimizado e então executado sempre exatamente da mesma forma, de acordo com um padrão de trabalho”. É um meio de se implementar um fluxo mais eficiente, conservar resultados e gerar boas condições para a melhoria contínua.

Três componentes devem ser estabelecidos para que o trabalho padronizado exista:

- Estoque Padrão em Processo – número mínimo de produtos entre os processos com o objetivo de proporcionar o fluxo contínuo;



- Sequência de Operações – realização das tarefas pelo operador seguindo uma ordem, passo a passo;
- *Takt Time* – ritmo de produção levando em conta a demanda do cliente e o tempo disponível para a produção.

**d) Melhoria Contínua (*Kaizen*):** *Kaizen* ou Melhoria Contínua baseia-se em promover e sempre estar realizando melhorias, mesmo pequenas, em determinadas atividades, focando principalmente em evitar desperdícios para agregar valor ao produto ou serviço que se está oferecendo e buscando o mínimo investimento possível.

Para o *Kaizen*, nenhum dia deve passar sem que qualquer melhoria tenha sido estabelecida, pois é sempre possível fazer melhor, tanto individualmente como na estrutura da empresa. Seus elementos chaves são: qualidade, esforço, participação de todos e comunicação. O significado dessa filosofia está no próprio nome: “*Kai*” – mudança; “*Zen*” – para melhor.

**e) Pilar *Jidoka*:** O pilar *Jidoka*, palavra japonesa que significa Automação (Automação inteligente ou “automatização com um toque humano”), fundamenta-se em disponibilizar aos postos de trabalho equipamentos que são habilitados para detectar erros ou defeitos, parar o processo e alertar sobre o problema ao operador, tudo isso de forma automática.

A automação deve incluir a correção desses problemas, investigar a causa raiz (fazendo uso, por exemplo, da técnica “5 porquês”) e atuar de forma que o problema não volte a ocorrer.

**f) Pilar *Just-in-time*:** O pilar *Just-in-Time* (JIT) consiste em produzir o produto certo, no tempo certo e na quantidade correta. Ele garante que, durante o processo, o próximo passo na cadeia tenha somente as unidades de trabalho essenciais, quando necessárias e na quantidade exata, segundo Tapping e Shuker (2003). Eliminando, dessa maneira, eventuais desperdícios e evidenciando, de forma mais simples, problemas que seriam ocultos por um grande volume de produção.

Conforme o processo fica mais enxuto, a produção puxada visa trabalhar com lotes cada vez menores, buscando-se alcançar a produção de apenas uma peça por vez. Segundo os autores, a forma ideal desse sistema é o fluxo unitário de peças, fazendo o reabastecimento de uma única unidade de trabalho apenas quando o cliente a puxa. (LIKER, 2005; TAPPING; SHUKER, 2003).

## 2.1.5 *Técnicas e ferramentas*

### 2.1.5.1 Filosofia 5S

A filosofia 5S nasceu no Japão e tem como objetivo melhorar a organização da empresa em questão. O objetivo é atingido através de um processo educativo que visa a mudança cultural e habitual dos colaboradores através das seguintes práticas:

**a) *Seiri*** – Senso de utilização; o que trata da identificação e separação dos itens desnecessários. Segundo Oishi (1995), todos e quaisquer objetos não utilizados para funções diárias do local são considerados desnecessários. Com a retenção desses itens, são geradas perdas de espaço e perturbação nas funções do local.

**b) *Seiton*** – Senso de organização; enfatiza que todo objeto tem o seu exclusivo lugar. Assim, cada objeto após ser utilizado, precisa estar em seu lugar. Objetos que não são pertencentes a determinada área não devem estar nesse espaço específico.

**c) *Seiso*** – Senso de Limpeza; relacionado a limpeza do local de trabalho que precisa ser feita de maneira metódica. O ambiente e local de trabalho deve estar sempre limpo e arrumado, pronto para a sua utilização no próximo turno.

**d) *Seiketsu*** – Senso de padronização e saúde; considera que as rotinas e boas práticas devem ser padronizadas visando a sua repetição regular e sistemática.

**e) *Shitsuke*** – Senso de autodisciplina; leva em consideração a responsabilidade da gestão em treinar as pessoas e colaboradores para seguirem padrões estabelecidos. Essa fase está também ligada a manutenção sistemática. Buscando atingir estas atividades como comportamentos habituais.

Como um todo, 5S tem como significado as boas práticas para uma melhor organização do ambiente e espaço de trabalho. Assim o 5S é uma ferramenta que vai possibilitar a identificação e posteriormente a eliminação de desperdícios.

### **2.1.5.2 Troca Rápida de Ferramentas - TRF**

A TRF é um procedimento que possibilita a diminuição dos tempos de preparação de equipamentos (Tempo de *Setup*), permitindo que lotes pequenos, ou mais econômicos, sejam produzidos. Ela pode ser viabilizada aderindo tais práticas:

- Eliminar todas tarefas desnecessárias;
- Separar as tarefas internas e externas;
- Transformar as tarefas internas possíveis em tarefas externas;
- Diminuir o tempo das tarefas internas;
- Aderir uma padronização das ferramentas;
- Aderir a uma rápida fixação;

- Eliminar possíveis regulagens e ajustes;
- Mecanizar o sistema de troca de ferramentas.

### 2.1.5.3 Poka Yoke

De acordo com Shingo (1996), o dispositivo *Poka Yoke* é uma ferramenta que busca evitar erros. Sendo uma abordagem sistemática que busca eliminar qualquer possibilidade de erro presente nas etapas do processo produtivo. Os defeitos podem e devem ser detectados antes que realmente aconteçam ou posteriormente quando o produto final já estiver pronto. Dessa forma, o mais importante nessa ferramenta é de que o erro seja identificado previamente antes que o mesmo chegue ao cliente final.

### 2.1.5.4 Kanban

De acordo com Ferreira (2004), o sistema *Kanban* é uma técnica que busca administrar o método de produção *Just In Time* (JIT). Sendo assim, um sistema de informação por via de cartões buscando controlar as quantidades a serem produzidas pela empresa. *Kanban* (Cartões, traduzindo para o português) é uma metodologia que se baseia em um cartão ou etiqueta solicitando um trabalho, que pode ou não ter sua circulação repetitiva na área. Diferente das ordens tradicionais de trabalho, o *Kanban* acompanhará a peça, dessa maneira facilitando o controle de estoque.


Figura 3 - Cartão *Kanban* de Produção

Processo		Centro de trabalho								
No. de item		No. prateleira estocagem								
Nome do item										
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Materiais necessários</th> </tr> <tr> <td>codigo</td> <td>locação</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		Materiais necessários		codigo	locação			capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor
Materiais necessários										
codigo	locação									
										

Fonte: Tubino (2000).

O cartão *Kanban* de produção (Figura 3) é empregado com o objetivo de autorizar a montagem ou a fabricação de um lote de itens em específico. Assim tendo sua área de atuação restrita ao centro de trabalho que busca executar a atividade produtiva necessária nos itens que estão presentes no cartão. Já o cartão *Kanban* de requisição interna ou de movimentação tem sua função como uma solicitação de materiais, desse modo autorizando o fluxo de itens entre o centro de trabalho produtor com o centro consumidor (Figura 4).



Figura 4 - Cartão *Kanban* de Movimentação

No. de item			Centro de trabalho precedente
Nome do item			Localização no estoque
capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor	Centro de trabalho subsequente
			Localização no estoque

Fonte: Tubino (2000).

O cartão *Kanban* fornecedor busca executar as funções de solicitação de compra, ou seja, autoriza o fornecedor externo a realizar uma entrega de itens descritos no cartão (Figura 5).

Figura 5 - Cartão *Kanban* de Fornecedores

Nome e código do fornecedor <input type="text"/>	Centro de trabalho para entrega <input type="text"/>	Local estocagem <input type="text"/>
Horários de entregas == ==	No. de item <input type="text"/>	Nome do item <input type="text"/>
Ciclo de entregas <input type="text"/>	capacidade do contenedor <input type="text"/>	No. de emissão <input type="text"/>
	Tipo de contenedor <input type="text"/>	

Fonte: Tubino (2000).

Lembrando que não existe um padrão definido para a concepção e criação desses cartões,

sendo assim, elaborados de acordo com as reais necessidades de informação e manufatura de cada organização.

Segundo Tubino (2000), o tradicional sistema *Kanban* implica na aplicação de painéis ou quadros de sinalização junto aos prontos de armazenagem, buscando sinalizar o fluxo de movimentação e o consumo dos itens a partir da fixação dos cartões nos quadros empregados. Seguindo a prioridade atribuída a cada item presente no cartão e transformado em cores específicas (vermelho para urgência, amarelo para atenção e verde para condições normais de operação), os cartões *Kanban* são retirados dos painéis e devem ter suas tarefas executadas nas operações descritas e sinalizadas por eles.

#### **2.1.5.5 Relatório A3**

O relatório A3, também conhecido como "A3 Thinking" ou "A3 Methodology", é uma ferramenta amplamente utilizada nas práticas de gestão Lean. Ele se baseia nos princípios do Sistema Toyota de Produção e na filosofia Kaizen, que buscam aprimorar continuamente os processos organizacionais.

De acordo com John Shook (2008), o relatório A3 possui um grande potencial de utilidade para as organizações. Ele tem a capacidade de documentar de forma concisa os resultados-chave dos esforços de solução de problemas, ao mesmo tempo em que incorpora uma metodologia abrangente para lidar com esses problemas. Essa metodologia começa com um profundo entendimento de como o trabalho é realizado na realidade. Quando implementada corretamente, essa abordagem leva a organização a adotar uma visão sistêmica, em vez de buscar apenas otimizações pontuais. O autor/solucionador de problemas busca informações e busca o consenso de todas as partes afetadas pela mudança proposta. Levando em consideração os diferentes tipos de sistemas possíveis, o solucionador de problemas procura propor contramedidas que auxiliem a empresa a se aproximar cada vez mais de seu estado ideal.

#### **2.1.5.6 Manutenção Produtiva Total - TPM**

De acordo com Joel Levitt (2006), a Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*) é uma metodologia essencial dentro da abordagem da Manufatura Enxuta, que se concentra em maximizar a eficiência operacional, reduzir custos e melhorar a confiabilidade dos equipamentos em um ambiente de produção.

A TPM é baseada na premissa de que a manutenção é uma responsabilidade de todos os membros da organização, desde os operadores de máquinas até a alta administração. Ela visa eliminar as perdas relacionadas à manutenção, como quebras inesperadas, paradas não planejadas e perda de produtividade devido a problemas de equipamentos.

#### **2.1.5.7 Mapeamento do Fluxo de Valor**

De acordo com Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta que auxilia na visualização e entendimento do fluxo de materiais e informações presente no ciclo produtivo de um produto. O MFV traz a representação visual das etapas de um processo produtivo e suas interações.

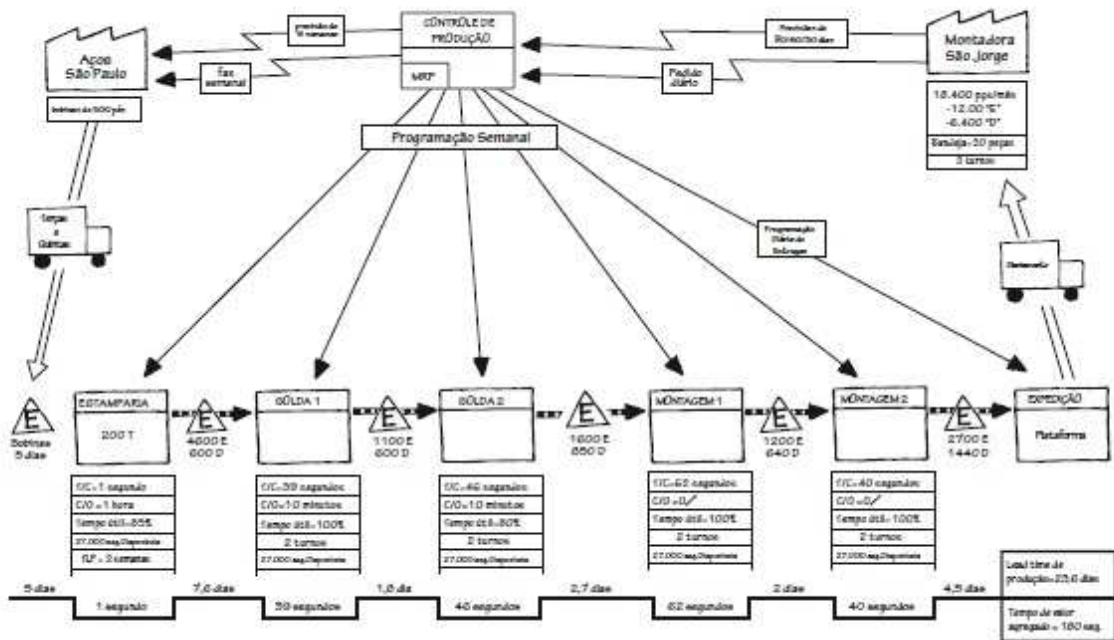
O mapeamento do fluxo de valor é indispensável no processo de melhoria enxuta, pois faz o diagnóstico correto de um ciclo produtivo geral. Liker (2005) diz que, do ponto de vista enxuto, mapear o fluxo de valor que percorre o trajeto do material no decorrer do processo deve ser o primeiro passo a se levar em conta, pois essa avaliação servirá como base para os passos seguintes.

O processo de mapeamento do fluxo de valor segue quatro etapas, de acordo com Rother e Shook (2003), sendo elas:

- 1) escolher uma família de produtos: grupos de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e fazem uso dos mesmos equipamentos no processo;
- 2) desenhar o estado atual: coleta de informações e detalhamento da situação atual dos fluxos de materiais e informação. Fornece informação para o desenvolvimento do estado futuro;
- 3) desenhar o estado futuro: destaca os desperdícios e os elimina, criando um novo processo remodelado;
- 4) plano de trabalho e implantação: prepara e inicia um plano para se implementar o que for preciso para se atingir o estado futuro.

Para melhorar um fluxo de valor, primeiramente deve-se visualizá-lo e compreendê-lo, tendo assim uma visão clara dos desperdícios que atrapalham o fluxo, podendo assim, melhor atender as necessidades do cliente final, ressaltam Tapping e Shuker (2003). A eliminação das perdas possibilita diminuir o tempo de processamento, ajudando a atender de forma mais eficaz as demandas dos clientes. A Figura 6 mostra um exemplo de Mapa de Fluxo de Valor.

Figura 6 – Mapa do Fluxo de Valor



Fonte: Rother e Shook (1999).

Ao mapear, o fluxo de processos e o fluxo de informações deve ser igualmente importante, porque antes havia foco apenas na produção, sem considerar o desperdício do fluxo de informações, que podem aumentar ou diminuir o valor agregado dependendo da sua estrutura. Desta forma, pode ser visto na Figura 7 que os fluxos são invertidos, mas têm a mesma relevância.

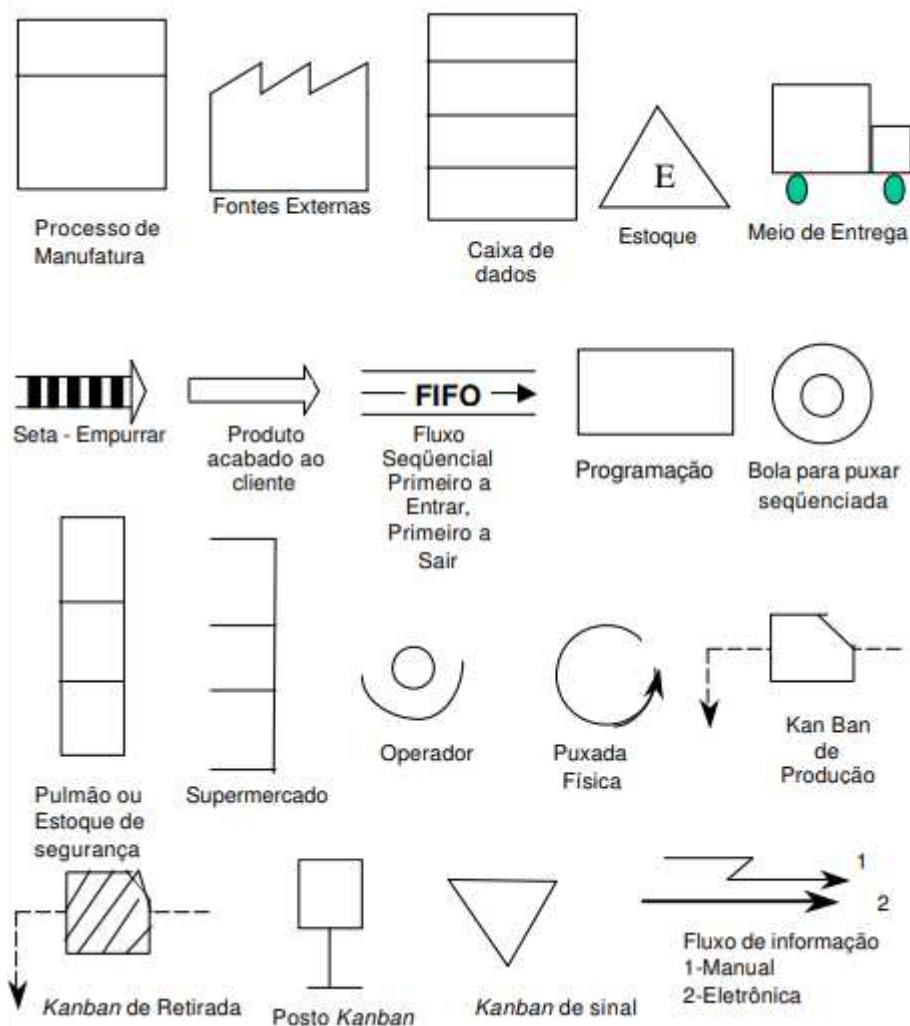
Figura 7 - Fluxo de Materiais e Informações



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1999).

Na Figura 8, também são apresentados os ícones usualmente utilizados na elaboração dos mapas de fluxo de valor.

Figura 8 - Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor



Fonte: Rother e Shook (1999).

**a) Definir linha ou família de produtos:** Antes de mapear o fluxo de valor, você deve primeiro determinar a área a ser mapeada apropriadamente. Esta área é geralmente chamada linha de produtos, família de produtos ou grupo de produtos.

Uma família é um grupo de produtos que passam por estágios semelhantes de processamento e fazem uso de equipamentos comuns nos processos anteriores.

**b) Mapeamento do estado atual:** A análise do estado atual da produção a ser estudada é fundamental para se fazer melhorias e garantir que o desperdício seja eliminado. O mapeamento deve ser elaborado dentro do conceito porta a porta, usando os ícones sugeridos para projetar o processo de fabricação.

No processo de observação e estudo do processo de fabricação, dados importantes podem ser coletados para definir como será o estado futuro, por exemplo: tempo de ciclo (tendo como base a mesma fase do processo, o tempo entre a saída de um componente e a saída do



próximo componente); tempo de troca (tempo para converter a produção de um produto para outro); quantidade de pessoal necessário para operar o processo, que pode ser representado pelo ícone de operador; tempo de turno disponível para o processo; e outros dados (se for considerado relevante para a pesquisa).

Também durante o trabalho de mapeamento, serão apontados locais onde poderá ser encontrado estoque acumulado. Esses pontos devem ser representados corretamente para serem avaliados, pois os estoques representam desperdícios.

Posteriormente, outro aspecto deve ser considerado no mapeamento: o fluxo de informações, por meio do qual se diz o que é feito em cada processo e quando. Nesta fase, é importante investigar como as informações são disseminadas na fábrica, pois a distorção ou a falta de informações podem fazer com que a produção avance muito rapidamente ou cause perdas.

Depois de desenhar o mapa do estado atual, vários desperdícios atuais podem ser facilmente observados e há oportunidades para melhorias, que podem ser usadas para desenhar mapas futuros.

**c) Mapeamento do estado futuro:** Ao traçar um mapa do fluxo de valor, o desperdício pode ser destacado para ser eliminado, e esse potencial benefício pode ser projetado em um mapa do estado futuro, que pode se tornar uma realidade em um curto intervalo de tempo e depende diretamente de decisões estratégicas.

O objetivo do mapa de estado futuro é construir uma cadeia de produção, na qual cada processo está conectado com os clientes por meio de processos contínuos ou “puxados”, e apenas as necessidades do cliente são produzidas no momento apropriado.

A ordem na qual as regras para projetar estados futuros são processadas varia de caso para caso, e a diferença entre as etapas parece muito sutil porque elas realmente acontecem ao mesmo tempo. Mesmo assim, você deve ter em mente um modelo de regra, que auxilia conforme o andamento do trabalho.

Em caso de dúvida sobre qual etapa priorizar, recomenda-se que o ponto mais óbvio identificado no mapeamento do estado atual seja implementado primeiro. Esta decisão motiva a equipe responsável pela visualização de pontos específicos. A previsão do estado futuro permitirá que a equipe compreenda rapidamente os benefícios potenciais.

## 2.2 Indústria do Mel

### 2.2.1 *História da indústria do mel no Brasil*

A agricultura brasileira tem crescido significativamente em produtividade e qualidade técnica nas últimas décadas, situando o Brasil como um dos polos produtores mundiais de alimentos. A produtividade do setor e capacidade exportadora tem servido para fortalecer e equilibrar a balança comercial do Brasil, demonstrando a importância da agricultura para a economia nacional.

Entre dois grandes geradores de riquezas (fauna e flora brasileira) situa-se o setor apícola, se unindo a capacidade geradora de riquezas relacionadas tanto ao aumento da produtividade agrícola quanto à manutenção e desenvolvimento das faunas e floras da biodiversidade nacional. Isto se deve a capacidade polinizadora das abelhas que permite o aumento da disponibilidade de frutos e sementes para a manutenção de ecossistemas.

Contando ainda com os produtos derivados das abelhas, geradores de energia, saúde e aplicações das mais variadas no campo da saúde humana e até a fixação do homem do campo e geração de emprego e renda, a apicultura se apresenta como um setor chave para o fortalecimento de várias pautas do Estado relacionadas ao desenvolvimento econômico e social.

O setor apícola vem desenvolvendo esforços de organização e aprimoramento técnico tendo por parceiros várias entidades públicas e privadas, bem como centros e empresas públicas de pesquisas com vistas à compreensão das propriedades do mel nacional, da melhoria das técnicas de manejo, do fortalecimento da cadeia produtiva como um todo e na comercialização nacional e internacional dos produtos derivados das abelhas. O que pode ser comprovado e entendido através da Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Produção de Mel no Brasil por Tonelada Métrica

It	UF	Estado	2017		2018		2019		2020		2021		TOTAL (2017 a 2021)	
			Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%
1	RO	Rondônia	81	0,2%	81	0,2%	98	0,2%	98	0,2%	94	0,2%	359	0,2%
2	AC	Acre	6	0,0%	6	0,0%	5	0,0%	5	0,0%	6	0,0%	21	0,0%
3	AM	Amazonas	44	0,1%	47	0,1%	48	0,1%	49	0,1%	35	0,1%	189	0,1%
4	RR	Roraima	97	0,2%	110	0,3%	114	0,2%	127	0,2%	145	0,3%	448	0,2%
5	PA	Pará	501	1,2%	559	1,3%	670	1,5%	627	1,2%	639	1,1%	2.357	1,3%
6	AP	Amapá	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	18	0,0%	0	0,0%
7	TO	Tocantins	74	0,2%	87	0,2%	88	0,2%	93	0,2%	205	0,4%	342	0,2%
	Norte	<b>TOTAL - REGIÃO NORTE</b>	<b>803</b>	<b>1,9%</b>	<b>890</b>	<b>2,1%</b>	<b>1.023</b>	<b>2,2%</b>	<b>999</b>	<b>1,9%</b>	<b>1.142</b>	<b>2,0%</b>	<b>3.716</b>	<b>2,0%</b>
8	MA	Maranhão	2.356	5,7%	2.262	5,3%	2.337	5,1%	2.477	4,8%	2.382	4,3%	9.432	5,2%
9	PI	Piauí	4.405	10,6%	5.225	12,3%	5.024	10,8%	5.673	11,0%	6.876	12,3%	20.326	11,2%
10	CE	Ceará	1.776	4,3%	2.113	5,0%	2.677	5,8%	3.896	7,6%	3.763	6,7%	10.463	5,8%
11	RN	Rio Grande do Norte	175	0,4%	301	0,7%	414	0,9%	599	1,2%	582	1,0%	1.489	0,8%
12	PB	Paraíba	156	0,4%	199	0,5%	200	0,4%	279	0,5%	311	0,6%	834	0,5%
13	PE	Pernambuco	256	0,6%	616	1,5%	769	1,7%	938	1,8%	1.248	2,2%	2.580	1,4%
14	AL	Alagoas	216	0,5%	242	0,6%	331	0,7%	372	0,7%	406	0,7%	1.162	0,6%
15	SE	Sergipe	58	0,1%	41	0,1%	61	0,1%	85	0,2%	99	0,2%	246	0,1%
16	BA	Bahia	3.407	8,2%	3.213	7,6%	3.942	8,6%	5.010	9,7%	4.599	8,2%	15.573	8,6%
	Nordeste	<b>TOTAL - REGIÃO NORDESTE</b>	<b>12.806</b>	<b>30,7%</b>	<b>14.213</b>	<b>33,6%</b>	<b>15.757</b>	<b>34,9%</b>	<b>19.329</b>	<b>37,5%</b>	<b>20.265</b>	<b>36,3%</b>	<b>62.105</b>	<b>34,2%</b>
17	MS	Mato Grosso do Sul	1.157	2,8%	714	1,7%	974	2,1%	984	1,9%	903	1,6%	3.829	2,1%
18	MT	Mato Grosso	481	1,2%	466	1,1%	472	1,0%	537	1,0%	440	0,8%	1.955	1,1%
19	GO	Goiás	319	0,8%	336	0,8%	331	0,7%	327	0,6%	366	0,7%	1.314	0,7%
20	DF	Distrito Federal	14	0,0%	11	0,0%	14	0,0%	22	0,0%	22	0,0%	61	0,0%
	Centro Oeste	<b>TOTAL - REGIÃO CENTRO OESTE</b>	<b>1.972</b>	<b>4,7%</b>	<b>1.528</b>	<b>3,6%</b>	<b>1.790</b>	<b>3,9%</b>	<b>1.870</b>	<b>3,6%</b>	<b>1.732</b>	<b>3,1%</b>	<b>8.892</b>	<b>4,9%</b>
21	MG	Minas Gerais	4.561	10,9%	4.077	9,6%	4.227	9,2%	4.103	8,0%	4.584	8,2%	16.968	9,3%
22	ES	Espírito Santo	583	1,4%	620	1,5%	661	1,4%	688	1,3%	690	1,2%	2.552	1,4%
23	RJ	Rio de Janeiro	357	0,9%	412	1,0%	425	0,9%	413	0,8%	438	0,8%	1.607	0,9%
24	SP	São Paulo	4.133	9,9%	4.130	9,8%	4.527	9,8%	4.489	8,7%	4.786	8,6%	17.279	9,5%
	Sudeste	<b>TOTAL - REGIÃO SUDESTE</b>	<b>9.634</b>	<b>23,1%</b>	<b>9.240</b>	<b>21,8%</b>	<b>9.839</b>	<b>21,4%</b>	<b>9.693</b>	<b>18,8%</b>	<b>10.498</b>	<b>18,8%</b>	<b>38.406</b>	<b>21,2%</b>
25	PR	Paraná	5.963	14,3%	6.294	14,9%	7.229	15,7%	7.844	15,2%	8.405	15,1%	27.330	15,1%
26	SC	Santa Catarina	4.200	10,1%	3.753	8,9%	4.081	8,9%	4.306	8,4%	4.574	8,2%	16.340	9,0%
27	RS	Rio Grande do Sul	6.318	15,2%	6.428	15,2%	6.262	13,6%	7.467	14,5%	9.212	16,5%	26.475	14,6%
	Sul	<b>TOTAL - REGIÃO SUL</b>	<b>16.481</b>	<b>39,5%</b>	<b>16.475</b>	<b>38,9%</b>	<b>17.571</b>	<b>38,2%</b>	<b>19.617</b>	<b>38,1%</b>	<b>22.191</b>	<b>39,7%</b>	<b>70.145</b>	<b>38,6%</b>
	<b>TOTAL BRASIL</b>	<b>TOTAL BRASIL</b>	<b>41.696</b>	<b>100%</b>	<b>42.346</b>	<b>100%</b>	<b>45.981</b>	<b>100%</b>	<b>51.508</b>	<b>100%</b>	<b>55.828</b>	<b>100%</b>	<b>181.530</b>	<b>100%</b>

Fonte: ABEMEL (2022).

A Associação Brasileira de Exportadores de Mel (ABEMEL), tendo como patrocinadora a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil), desenvolveu em 2010, o Planejamento Estratégico Setorial (PES) Apícola com um escopo de cinco anos de atuação buscando organizar e alinhar os esforços despendidos por vários atores nacionais em separado para o desenvolvimento de uma política nacional apícola. O Planejamento permitiu a indicação de um conjunto de diretrizes e projetos estratégicos por meio do enfrentamento de dois grandes desafios: a) a melhoria da produção, qualidade e produtividade do setor apícola brasileiro e b) a comercialização internacional dos produtos apícolas brasileiros. Foram delineadas quatro agendas de trabalho para estes cinco anos, sendo elas, ações de governança, ações políticas, ações focadas na produção e ações com foco na tecnologia, envolvendo todos os parceiros da cadeia apícola.

A ABEMEL, fundada em 15 de agosto de 2003, é a entidade com maior representatividade das empresas beneficiadoras e exportadoras de produtos apícolas do Brasil. Atualmente, representa 90% das exportações setoriais e trabalha para otimizar o desempenho das

exportações setoriais, facilitando o acesso aos mercados e negociações com toda cadeia produtiva. Atua como membro ativo na Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Mel e produtos Apícolas, interligando-se com os poderes públicos. A entidade tem como missão, promover a internacionalização competitiva da apicultura brasileira e o desenvolvimento do mercado interno de forma equilibrada, inovadora, justa e ética, propiciando aos associados o suporte estratégico para a realização de negócios e a conquista de posições sólidas e lucrativas nos principais mercados mundiais.

## 2.2.2 O mel brasileiro

As condições encontradas no Brasil – clima, solo, altitude, composição das floradas e material genético das abelhas – permitem uma produção limpa, sem o uso de produtos químicos para controlar as principais doenças e pragas que afetam a apicultura em todo o mundo. Além disso, graças a esses recursos naturais, o Brasil é capaz de produzir mel durante todo o ano. Estas distinções e o rigoroso controle de qualidade fazem da Indústria Apícola no Brasil uma das maiores exportadoras no mundo.

Tabela 2 - Ranking dos Principais Países Exportadores de Mel (Toneladas Métricas)

Critério de Ranqueamento: Ton. Métricas

Rank	2017		2018		2019		2020		2021		TOTAL (2017 - 2021)	
1	China	129.274	China	123.477	China	120.845	China	132.469	China	145.886	China	651.951
2	Argentina	70.243	Argentina	70.763	Argentina	65.357	Argentina	71.543	Argentina	63.934	Argentina	341.840
3	Ukraine	67.907	Ukraine	49.366	India	65.351	India	0	India	70.514	Ukraine	317.379
4	India	52.980	India	58.231	Mexico	22.046	Ukraine	80.795	Ukraine	61.167	India	247.076
5	Mexico	27.723	Mexico	55.674	Ukraine	58.144	VietNam	0	Viet Nam	61.267	Brazil	178.307
6	Spain	24.833	Brazil	28.524	Brazil	29.812	Brazil	45.728	Brazil	47.190	Mexico	130.519
7	Brazil	27.053	Spain	23.090	Spain	22.471	Germany	28.677	Germany	29.432	Germany	130.349
8	Germany	24.431	Germany	22.789	Germany	25.020	Spain	28.388	Spain	28.442	Viet Nam	129.813
9	Belgium	19.723	Hungary	22.018	Hungary	20.965	Mexico	0	Mexico	25.076	Spain	127.224
10	Canada	19.462	Belgium	19.840	Belgium	18.304	Hungary	19.087	Hungary	17.907	Belgium	105.988

Fonte: ABEMEL (2022).

Tabela 3 - Ranking dos Principais Exportadores de Mel (USD)

Critério de Ranqueamento: USD

Rank	2017		2018		2019		2020		2021		TOTAL (2017 - 2021)	
1	China	270.705	China	249.251	China	235.314	China	254.045	China	260.047	N. Zelandia	1.399.276
2	N. Zelandia	269.135	N. Zelandia	245.567	N. Zelandia	228.775	N. Zelandia	328.646	N. Zelandia	327.153	China	1.269.362
3	Argentina	182.946	Argentina	175.251	Argentina	146.700	Argentina	170.242	Argentina	214.078	Argentina	889.217
4	Sierra Leone	114	Germany	141.229	Germany	131.491	Germany	144.784	Germany	147.403	Germany	705.120
5	Germany	140.213	Ukraine	97.985	Mexico	55.741	Ukraine	138.787	Ukraine	144.858	Ukraine	628.615
6	Spain	110.744	Brazil	95.420	Spain	88.467	India	0	India	136.655	Spain	546.590
7	Ukraine	133.943	Spain	105.647	India	100.872	Spain	113.088	Spain	128.644	Brazil	546.498
8	Mexico	104.717	Mexico	120.405	Ukraine	113.042	Hungary	87.159	Brazil	163.341	Hungary	455.392
9	Brazil	121.298	India	101.986	Brazil	67.879	Brazil	98.560	Hungary	95.764	India	443.593
10	Viet Nam	63.275	Hungary	90.622	Hungary	84.569	Belgium	74.799	Belgium	83.711	Mexico	374.157

Fonte: ABEMEL (2022).

O mel brasileiro é mundialmente reconhecido por ser puro, livre de resíduos e referência em qualidade. As abelhas brasileiras são africanizadas, isto é, mais ágeis e extremamente resistentes a doenças, a tal ponto que os apicultores não utilizam medicamentos para tratamento das abelhas.

Em função da biodiversidade nacional, o mel do Brasil se destaca em virtude de sua gama de cores e sabores, traduzidos em floradas. Dentre estas, o Brasil oferece mel de laranja, café, eucalipto, assa-peixe, bracatinga, marmeleiro, capixingui, cipó-uva, silvestre e outros. Independente da florada, a qualidade é garantida.

Produtores e exportadores de mel e produtos apícolas brasileiros estão frequentemente buscando atender às exigências legais e de mercado com foco na qualidade e segurança dos alimentos. Como resultado, eles têm implementado rigorosos sistemas de qualidade como: BPF (Boas Práticas de Fabricação); HACCP (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle); e SAP (Programa de Segurança Alimentar), incluindo todo o sistema de rastreabilidade do campo do produtor ao consumidor final.

O Brasil também mantém o Programa de Padronização da Cadeia Apícola Nacional, uma poderosa ferramenta para garantir a qualidade dos produtos e processos, o que demonstra a dedicação da organização das indústrias para proteger seus produtos de quaisquer restrições técnicas – e em consideração às exigências de mercado. As empresas também possuem um sistema de mistura de lotes de mel para ser exportado, o que garante menores custos, tornando mais fácil todo o processo de produção.

Tabela 4 - Destino da Exportação Brasileira de Mel por País

Rank	País	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL 2016 a 2021	%
1	Estados Unidos	23.234	22.612	24.176	34.128	33.313	28.070	151.950	79%
2	Alemanha	818	2.920	1.864	5.363	6.018	3.535	15.892	8%
3	Canadá	904	956	1.260	1.788	2.945	2.906	9.384	5%
4	Bélgica	914	303	463	847	1.085	447	3.153	2%
5	Reino Unido	363	445	638	517	735	785	3.415	2%
6	Austrália	339	38	336	1.515	1.377	264	2.569	1%
7	Países Baixos (Holanda)	40	484	483	543	728	182	1.733	1%
8	Dinamarca	60	159	260	289	98	174	1.002	1%
9	França	206	145	179	20	0	140	911	0%
10	Espanha	0	145	41	157	282	60	484	0%
11	Outros	170	318	338	562	609	322	1.934	1%
	<b>TOT. EXPORT. (Ton Métrica)</b>	<b>27.048</b>	<b>28.524</b>	<b>30.039</b>	<b>45.728</b>	<b>47.190</b>	<b>36.886</b>	<b>192.427</b>	<b>100%</b>
	<b>Variação Anual (%)</b>	<b>12%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>52%</b>	<b>57%</b>	<b>-19%</b>		

Fonte: ABEMEL (2022).

Além do mel, o Brasil também é reconhecido como referência em própolis. São diversos os tipos que o Brasil oferece, sendo que a sua cor, sabor e aroma variam de acordo com sua origem botânica. A própolis é um antibiótico natural e dentre as propriedades do produto

destacam-se: ação antibacteriana, antifúngica, cicatrizante, antioxidante, anestésica e imunestimulante.

Dentre os tipos de própolis destaca-se a Própolis Verde, que tem sua origem botânica no alecrim-do-campo, geralmente encontrado na Zona da Mata de Minas Gerais e no leste de São Paulo. Possui um importante ácido fenólico chamado Artepillin-C e seu uso diário como suplemento alimentar permite o fortalecimento do sistema imunológico, atuando na prevenção e tratamento de diversas doenças. Atua como estimulante natural das defesas orgânicas, podendo ainda ser usada externamente em feridas provocadas por queimaduras, inflamações e infecções.

O Brasil também oferece outros produtos apícolas tais como pólen, geleia real e cera de abelha. Todos com garantia de origem e qualidade superior. A Apicultura Brasileira é uma das poucas atividades agropecuárias que podem ser caracterizadas como sendo ecologicamente correta, economicamente viável e socialmente justa.

### ***2.2.3 Regulamentação do mel no Brasil e no mundo***

O padrão para o mel foi estabelecido em 1981 pelo Codex Alimentarius organizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), entregando a norma Codex Stan 12-1981 para contribuir para a segurança, qualidade e justiça de o comércio internacional de mel. Em geral, cada região do mundo também pode adotar regulamentações com parâmetros que estarão comprometidos com suas necessidades de mercado, bem como com o meio ambiente local.

Porém, é importante ressaltar que o Brasil é um país que possui características próprias de clima e flora e grande biodiversidade. Essas características aliadas à presença de abelhas africanizadas permitem a produção de mel com características próprias de sabor, pureza, qualidade e originalidade.

No Brasil, o mel é um produto regulamentado e fiscalizado pelo Ministério da Agricultura do Brasil, por meio do Serviço de Inspeção Federal (SIF), de acordo com a Instrução nº 11, de 20 de outubro de 2000. Pelas características rústicas das abelhas africanizadas e riqueza de sua flora, o mel brasileiro não possui resíduos de contaminantes e é considerado um mel puro e de alta qualidade podendo ser um produto com Certificação Orgânica.

Assim, pode-se observar que cada país pode estabelecer seus próprios parâmetros de qualidade e ainda há muito a ser alinhado quanto aos parâmetros e metodologias de análise, visto que possuem muitas diferenças. Com diferenças em parâmetros e metodologias,



resultados diferentes para a mesma amostra de mel podem ser aplicados, levando a negociações difíceis entre as empresas.

#### **2.2.4 Mercado mundial e mercado potencial para o mel brasileiro**

Para estudar o potencial do mercado brasileiro de mel, é interessante avaliar a produção e a demanda do mel no mundo, as características do negócio, bem como, as condições do mel brasileiro, produção e circunstâncias que podem influenciar neste cenário. É importante lembrar que o mercado é algo muito volúvel e, portanto, problemas em um país, que apresenta alto envolvimento neste negócio, podem afetar e alterar diretamente todas as circunstâncias e perspectivas.

Nesse sentido, foi possível observar uma queda na produção de mel nos EUA nas últimas décadas. As colmeias neste país diminuíram de cerca de 6 milhões em 1947 para 2,7 milhões em 2016. Essa redução interna na produção, de 250 milhões de libras no início de 1990 para aproximadamente 178 milhões de libras em 2016, aumentou a demanda de importação de mel de outros países. O distúrbio do colapso das colônias (CCD) pode ser uma das razões para a diminuição das populações de abelhas nos EUA. Apesar da redução da produção, o consumo de mel nos Estados Unidos aumentou de aproximadamente 400 milhões de libras em 2000 para aproximadamente 450 milhões de libras anuais nos últimos anos. Para manter o consumo interno de mel, a importação aumentou de cerca de 200 milhões de libras (em 2000) para 300 milhões de libras.

A produção de mel na Argentina era de cerca de 21 mil toneladas em 1969, 110 mil toneladas em 2005 e 80 mil toneladas em 2013. Esse primeiro aumento foi atribuído principalmente à plantação de trevo, pois embora o trevo fosse plantado para alimentar o gado, dava muito néctar para as abelhas produzirem mel. Após isso, a produção de mel na Argentina foi reduzida devido à diminuição de pastagens e aumento das plantações de soja, milho e trigo. Apenas 8% do mel produzido na Argentina é consumido no mercado interno, tornando este país um dos maiores exportadores de mel.

A Europa produziu cerca de 372 mil toneladas de mel em 2013, mas costumava produzir 309 mil toneladas de mel em 1993. É um grande aumento. Mas temos que entender melhor esse mercado, pois quase todo o mel de autoprodução é consumido no seu mercado interno. A Europa também é um grande importador, importando cerca de 305 mil toneladas de mel em 2013, mas também exporta muito, no mesmo ano exportou 176 mil toneladas de mel. Isso significa que eles ainda consomem muito mel importado, mas exportam mais da metade do

que importam com valor agregado. A Europa é um importante destino do mel brasileiro, principalmente porque a produção de mel orgânico é um ponto muito importante a ser considerado por esses países na importação de mel, além da ausência de pólen de OGM (Organismos Geneticamente Modificados).

A produção de mel na China passou de 75 mil toneladas em 1969 para 450 mil toneladas em 2013, entretanto a exportação neste ano atingiu 125 mil toneladas. Logo, o consumo interno ficou em torno de 325 mil toneladas. Esses dados demonstram não só a alta produção de mel, mas também o alto consumo de mel por este país. A China é o maior exportador (em quantidade) de mel, à frente da Argentina, que também é um importante exportador. No entanto, o mel chinês sofreu um embargo da UE em 2003, por causa da contaminação de resíduos e antibióticos encontrados no mel.

Por outro lado, após esse embargo ao mel chinês, o Brasil aumentou as exportações. Como mencionado anteriormente, o mel no Brasil é produzido por abelhas africanizadas, que são abelhas muito fortes, não necessitando de tratamento com antibióticos ou medicamentos. Por isso, o Brasil apresenta as melhores abelhas para a produção de mel. Além disso, o Brasil possui uma grande extensão de território, bem como rica flora e todos os recursos para desenvolver a produção de abelhas e mel, sem o uso de antibióticos e agrotóxicos, oferecendo conseqüentemente um mel sem resíduos contaminantes.

A produção brasileira de mel é feita principalmente em áreas nativas, que também não requerem agrotóxicos. No entanto, em 2006 o mel brasileiro foi banido dos mercados da UE devido à falta de um plano governamental de resíduos no mel, situação que foi normalizada em março de 2008.

O Brasil possui a maior extensão de floresta natural do mundo e clima tropical na maior parte de sua área. São cerca de 300 milhões de hectares de reservas, territórios indígenas e outras áreas de proteção da biodiversidade e da floresta tropical, segundo o IBGE. Isso permite que o Brasil tenha o maior potencial de produção de mel orgânico do mundo.

Unido a essa enorme área de floresta natural, o Brasil apresentou 6,9 milhões de km<sup>2</sup> de área plantada de eucalipto em 2014. Em todas as regiões do Brasil (norte, sul, sudeste, nordeste e centro-oeste), o eucalipto pode ser cultivado. É sabido que a plantação de eucalipto é muito interessante para a produção de mel pois pode ser plantado sem tratamentos químicos permitindo que o mel seja produzido em área orgânica, produzindo também mel orgânico certificado.

Somando a área plantada apenas para soja, café, algodão, laranja e girassol em 2013 podemos chegar a uma área de 100 mil hectares (ha) segundo o IBGE. É importante considerar que os

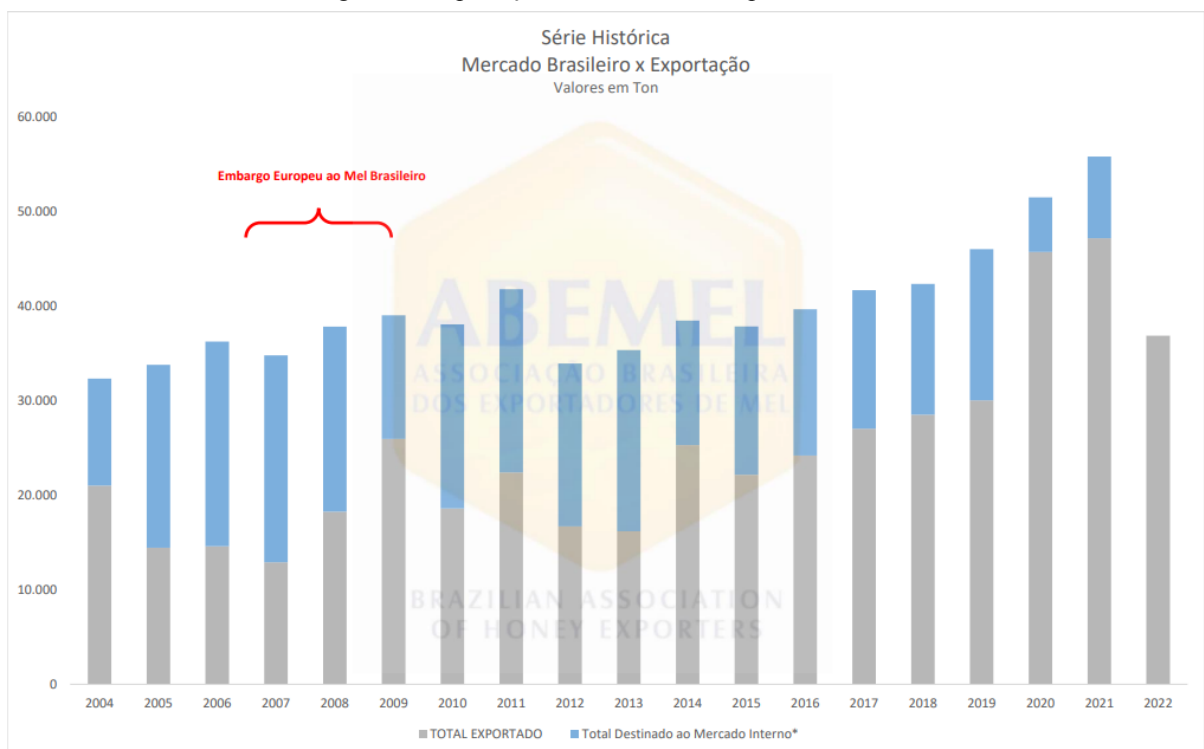


serviços de polinização raramente são utilizados no Brasil e, portanto, um grande potencial de aumento da produção de mel estaria ligado à utilização desta técnica.

O Brasil tem cerca de 2,5 milhões de colônias de abelhas e a maioria delas está envolvida na produção de mel. A polinização raramente é usada ainda. A produtividade brasileira de mel por colmeia é de cerca de 15 kg/colméia/ano. Comparado a Argentina, com 35 kg/colméia/ano, Austrália, com 118 kg/colméia/ano em média e a China, 100 kg/colméia/ano, a apicultura brasileira tem muito a crescer ainda. Isso dá ao Brasil a possibilidade de aumentar a produção de mel usando melhores técnicas apícolas, pois a apicultura no Brasil é pouco profissional. Isso é bom, por um lado, porque nenhum remédio, nenhum antibiótico e nenhum alimento especial é dado às abelhas, mantendo o mel muito natural, mas a produtividade é mais baixa. Em média, o Brasil tem uma produção de 30 a 40 mil toneladas de mel por ano, desde 2003.

As exportações brasileiras começaram em 2003 com o embargo do mel da China na UE. As exportações médias de mel estão entre 15 e 20 mil toneladas anuais, como retrata a Figura 9.

Figura 9 - Exportação de Mel Brasileiro por Tonelada



Fonte - ABEMEL (2022).

Do total de mel produzido em 2014, 66% foi exportado. O Brasil ainda tem um mercado interno muito forte para o mel, porém, com o aumento de preços nos últimos anos por conta da intensa exportação, o consumidor interno brasileiro está sofrendo e o consumo pode ser

reduzido a um mercado “premium” apenas, ou seja, consumidores com uma vida de alta qualidade.

Em conclusão, o Brasil tem o maior potencial para produzir mel orgânico em aproximadamente 100 ha<sup>2</sup> e aproximadamente 7 km<sup>2</sup> de área de eucalipto. A abelha africanizada, considerada a melhor abelha, é muito resistente e, com poucas técnicas, podemos dobrar a produtividade por colméia. Temos um mercado interno potencial que pode absorver a produção de mel no caso de desequilíbrios do mercado internacional. Portanto, o Brasil tem o maior potencial de produção de mel do mundo com baixo risco e pode produzir um mel muito bom e de qualidade com certificação orgânica.

### **2.3 A Produção Enxuta no Setor Alimentício**

A filosofia enxuta começou a atrair atenção e interesse em diferentes campos de produção (BATTAGLIA, 2013). Depois de transbordar da indústria automobilística, entrando em vários ramos da manufatura e se espalhando na indústria de serviços, ela agora entrou em um novo campo promissor: o ramo da produção de alimentos.

Bocci (2007), mostrou que foram alcançados os resultados de buscar a redução do desperdício na fabricação de alimentos, diminuindo atrasos na produção sugeridos pela produção enxuta, usando controle estatístico do processo na redução da variabilidade e dando prioridades de trabalho focados no cliente. À medida que o número de pontos fora das faixas de controle é reduzido, o consumo de ingredientes passa a seguir uma distribuição normal de forma razoável, obtendo-se produtos dentro das especificações técnicas formuladas pelo cliente sem desperdício de ingredientes.

Tendo o mesmo objetivo de produzir mais produtos no menor tempo, melhorando assim a eficiência operacional e a produtividade, a literatura enfatiza que a aplicação de práticas de produção enxuta para a indústria de alimentos tem sido um tema de pesquisa muito limitado, e o foco está na implementação em empresas de pequeno e médio porte. Além disso, a maioria desses estudos fazem uso de casos e focam em uma única técnica de produção criada para resolver questões de eficiência (DORA et al., 2014).

Esses estudos mostram que na indústria de alimentos de pequeno e médio porte, o uso de práticas de produção enxuta é geralmente raro ou está em estágio de desenvolvimento. No entanto, algumas práticas de produção enxuta são claramente mais comuns do que outras. Essas indústrias não utilizam amplamente o controle dos processos de produção e o uso de processos estatísticos, sendo mais comum a manutenção da produção total, a participação dos

funcionários e o uso de associações de consumidores (DORA et al., 2014). Esses autores também constataram que os obstáculos encontrados por essas indústrias na implementação de práticas de produção enxuta decorrem das características especiais do setor de alimentos, como produtos altamente perecíveis, processamento complexo, matérias-primas extremamente diversas, além de receitas e demandas imprevisíveis.

Fullerton, Kennedy e Widener (2013) apontaram que a produção enxuta é uma ferramenta poderosa que pode trazer benefícios significativos para a indústria de alimentos, criando valor e reduzindo o desperdício. Em comparação com as indústrias mais tradicionais, a aplicação de ferramentas de produção enxuta na indústria de alimentos não tem recebido a mesma atenção, mas podem ser implementadas com sucesso na indústria para melhorar a eficiência da produção, a qualidade do produto e reduzir os custos de produção diminuindo o desperdício e agregando valor.

De acordo com Rother e Harris (2002), a dificuldade de adotar a filosofia enxuta na indústria de alimentos deriva do mesmo campo de todas as outras indústrias. A influência dos elementos que compõem a cadeia da indústria de alimentos, que estão muito mais ajustados e já testados nas indústrias de bens de capital e metalmeccânica, são os mesmos como: controlar o tempo de setup da máquina e acompanhar a cadeia de processo. Esses autores confirmaram que se a indústria suportar o tempo necessário para o amadurecimento da implantação da produção enxuta, será capaz de reduzir os prazos de entrega, simplificar as etapas de produção e dar robustez aos processos de gestão utilizados no negócio, compensando os custos incorridos na implementação da produção enxuta.

### **3 MÉTODOS DE PESQUISA**

#### **3.1 Caracterização da Pesquisa**

É possível caracterizar esta pesquisa seguindo o modelo proposto por Silva e Menezes (2005), que classificam o estudo por sua Natureza, Problema, Objetivos e Procedimentos.

Sendo assim, inicia-se o processo de caracterização do estudo levando em consideração a classificação proposta. Assim, sendo possível definir de um modo mais claro a segmentação existente dentro do ambiente da pesquisa.

O primeiro ponto a ser caracterizado é a natureza do estudo, na qual é definida como aplicada. Já que a pesquisa visa desenvolver conhecimentos para aplicações práticas, além de ter como objetivo a solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2005; PRODANOV; FREITAS, 2013).

Já em consideração ao segundo ponto do processo de caracterização, temos a forma de abordagem do problema, podendo ser quantitativa ou qualitativa. O estudo em questão é classificado com as duas especificações, já que requer a utilização de métodos e técnicas estatísticas, além de utilizar indiretamente o ambiente como provedor de dados qualitativos para o estudo (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Considerando o terceiro ponto, os objetivos podem ser classificados como descritivo, explicativo ou exploratório. Na pesquisa em questão é possível determinar o objetivo sendo descritivo, já que envolve a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como: observações sistemáticas, entrevistas e outros (SILVA; MENEZES, 2005).

Por último, mas não menos importante, temos o quarto tópico definindo os tipos de procedimentos. Esse por sua vez é definido como estudo de caso, pois foi realizado baseando-se nas ferramentas e aplicações dos conceitos de manufatura enxuta com o objetivo voltado para a redução de desperdícios através de técnicas, como o mapeamento do fluxo de valor.

#### **3.2 Técnicas de Coleta de Dados**

O processo de coleta de dados para o estudo é a etapa que objetiva recolher o maior número de dados para a pesquisa por meio de técnicas específicas. A coleta de dados para o estudo é determinada pelo objetivo que o projeto irá seguir.

Para essa etapa deve-se levar em consideração definições estabelecidas, como: tema, delimitação do assunto, revisão bibliográfica, definição do objetivo e formulação do problema. No presente estudo de caso foram utilizadas as seguintes técnicas: observação e entrevista.

- **Observação:** A primeira técnica utilizada é a observação. Na qual consiste em perceber e ver sem interpretar. Essa deve ser descrita exatamente como foi vista, sem nenhum tipo de interferência das ideias de quem a observou. Além disso, o observador deve estudar o local a ser analisado para então determinar quais os fatores que serão futuramente registrados. Assim permitindo ao pesquisador maior liberdade ao conferir os dados obtidos, já que é possível realizar a interação dos fatos (MARCONI E LAKATOS, 1996);
- **Entrevista:** A segunda técnica abordada para a coleta de dados é a entrevista. Esta que pode ser de papel exploratório ou para coleta de informações. Entre os principais objetivos da entrevista, estão: averiguação dos fatos, determinação das opiniões e sentimento dos participantes em respeito aos fatos pesquisados. Além disso, essa estratégia possibilita a descoberta de planos de ação e os reais motivos das condutas dos participantes que geram determinados comportamentos (GIL, 1999).

### **3.3 Técnicas de Análise de Dados**

Para a análise dos dados coletados no presente estudo, será feito o uso da ferramenta contemplada dentro do conceito da manufatura enxuta, e bastante utilizada para redução de desperdícios, conhecida como Mapa do Fluxo de Valor.

Para revelar oportunidades de melhoria, o MFV é executado em momentos diferentes gerando um mapa do estado atual, um mapa do estado futuro e um mapa do estado ideal, em alguns casos.

### **3.4 Procedimentos Metodológicos**

O objetivo desta seção é descrever todas as atividades que serão realizadas durante este estudo de caso. Em cada subseção correspondente à fase de pesquisa, foram descritos os trabalhos realizados, a forma de realização e seus objetivos.

**a) Etapa 01:** Acompanhar os processos é a primeira fase da pesquisa e incluiu a visita às instalações da indústria objeto de estudo e a coleta de dados para o estudo de caso. Nessa fase é realizada a supervisão dos procedimentos produtivos realizados pelos funcionários da

indústria. Obtêm-se informações por meio do acompanhamento direto das atividades, entrevistas com colaboradores e dados colhidos nos procedimentos.

O monitoramento fornece informações sobre como as atividades atuais são realizadas e as entrevistas serviram de base para outras fases da pesquisa. Os dados coletados também são usados para definir o processo a ser mapeado e analisado.

**b) Etapa 02:** Em seguida, após definir o processo a ser seguido, é criado um Mapa do Fluxo de Valor do seu estado atual de acordo com o método apresentado no capítulo 2. O MFV é responsável por detalhar cada etapa do processo, desde o cliente final (interno ou externo) até o início, assim como informações existentes, fluxo de materiais e tempo de ciclo. A modelagem do MFV pode identificar mais claramente os desperdícios presentes na atividade.

**c) Etapa 03:** Na terceira fase da pesquisa, avaliou-se o mapa que representa o estado atual do fluxo de valor do processo pesquisado. De acordo com o conceito enxuto proposto, as atividades foram analisadas e possíveis pontos de desperdício e oportunidades de melhoria foram determinados. Com base na identificação de etapas e atividades que não agregam valor ao cliente, um novo fluxo de valor pode eventualmente ser definido.

**d) Etapa 04:** Na fase final, um mapa de fluxo de valor foi criado e aprimorado por meio da análise do seu estado atual e da aplicação dos conceitos de manufatura enxuta. Esse novo mapa, representa uma versão revisada do processo estudado e, sempre que possível, são reduzidas ou eliminadas atividades que não produzem valor.

Além de criar um novo processo, que pode servir de base para possíveis mudanças para produzir melhores resultados e reduzir o desperdício, também pode propor mudanças no processo para torná-lo mais eficaz e eficiente.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Estudo de Caso**

Localizada em uma cidade do interior de São Paulo, a empresa estudada foi fundada em 1985. Ao longo desses mais de 35 anos, se solidificou como importante empresa de sucesso e parceira de grandes players nacionais e internacionais no segmento de mel orgânico e convencional.

No início, o mercado interno era o alvo de comercialização, com produtos envasados em pequena quantidade. Porém, o olhar visionário do fundador já vislumbrava a possibilidade de conquistar o mercado internacional e a venda a granel, afinal, confiava no potencial do seu trabalho e na qualidade do mel brasileiro.

Em 2001, o que antes era um sonho se tornou realidade. A empresa firmou seu primeiro contrato internacional com uma empresa alemã, com a qual concentrou praticamente toda sua produção até 2004, o que para a empresa foi uma grande oportunidade de crescimento e alavancagem do negócio.

Desde então, a empresa passou por um período de expansão, conquistando novos mercados, parceiros e certificações importantes para o desenvolvimento e melhoria geral dos processos internos, garantindo a qualidade e segurança do produto.

A empresa possui diferentes certificações, a fim de garantir a segurança e qualidade em seu produto comercializado. Estão entre as certificações: SIF (Serviço de Inspeção Federal), TSH (*True Source Honey*), HACCP (*Hazard Analysis & Critical Control Point*) e IBD (Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural).

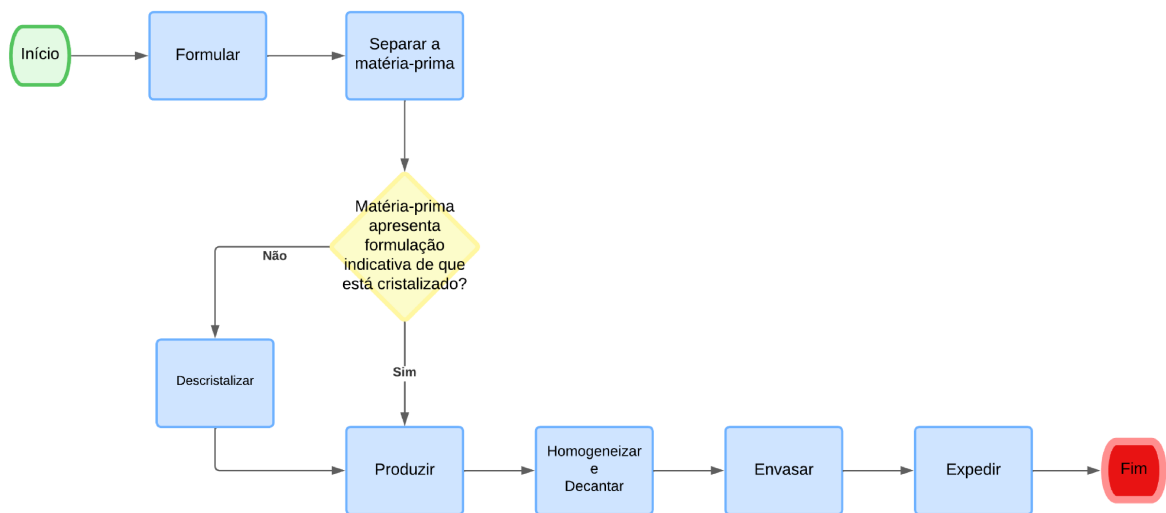
Hoje a empresa conta com a colaboração de 18 funcionários divididos em diferentes departamentos empresariais. Abrangendo todo o processo produtivo, logístico e administrativo. Sendo assim uma das maiores empresas exportadoras de mel do país, responsável por comercializar mais de 5.000 toneladas de mel por ano.

A empresa deseja ser reconhecida pela história, solidez e constante busca por excelência. Vislumbrando um brilhante futuro, de sucesso e sempre almejando ótimos resultados. A confiança entre gerações incentiva e motiva a cooperação dos membros responsáveis pelo progresso da mesma.

### **4.2 Fluxo de Valor do Processo Produtivo**

Partindo do mapeamento da realidade empresarial, foi elaborado um fluxograma (Figura 10) levando em consideração um recorte das etapas que agregam valor ao processo produtivo abordado no presente estudo. Tornando possível enxergar de forma mais clara e objetiva os processos que seriam detalhados e demonstrados na fundamentação do mapa atual do fluxo de valor.

Figura 10 - Fluxograma de Valor do Processo Produtivo



Fonte: Autoria Própria (2023).

Neste estudo utilizou-se os seguintes dados: TC, TR e disponibilidade real da máquina. Para os parâmetros apresentados, foi considerado as seguintes equações:

- Tempo total disponível (s) = Tempo de turno (s) - Tempo de Almoço (s) (I)
- Tempo disponível (s) = Tempo total disponível (s) - Tempo de setup (s) (II)
- Disponibilidade =  $\frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo total disponível}}$  (III)
- Tempo de Ciclo (s) = Tempo de execução (s) (IV)

Os tempos de execução das etapas do fluxograma do processo produtivo, levantados na empresa estudada, apresentam variação quando medidos repetidamente. A variação é resultado de diversos fatores, como: posição da matéria prima no estoque, dificuldade na abertura dos tambores, colaborador(es) responsável(eis) por executar a etapa, facilidade/dificuldade em descristalizar a matéria prima, unidade final do lote a ser envasado, posição final do lote a ser expedido e outros fatores. Baseado nesta variação entre os tempos



de execução da mesma etapa do fluxograma de processo produtivo, foi considerado o tempo de execução da etapa igual a mediana dos tempos coletados e o resultado final como sendo o próximo número inteiro na centésima casa da mediana obtida.

#### 4.2.1 Formular:

A primeira etapa do processo produtivo da empresa estudada é a etapa de formular, pela qual o departamento de laboratório realiza a formulação do lote a ser produzido. Nesta etapa, são utilizados 72 tambores de mel para compor cada lote. Os dados químicos de cada tambor de mel, como florada, cor, umidade e outros aspectos químicos, são levados em consideração para garantir a qualidade e a conformidade do mel produzido.

É através desta análise minuciosa dos dados químicos dos tambores de mel que o departamento de laboratório define quais tambores serão utilizados para compor o lote a ser produzido. A intenção é obter um mel padronizado, atendendo aos resultados requisitados conforme pedido do cliente.

A formulação do lote é uma tarefa delicada e de grande importância, pois ela é responsável pela qualidade final do produto. O laboratório realiza testes rigorosos para que o mel produzido esteja livre de impurezas e atenda às normas sanitárias. Cada lote é cuidadosamente formulado para atender às necessidades e exigências dos clientes e das normas de qualidade.

$$\text{Tempo total disponível (s)} = \text{Tempo de turno (s)} - \text{Tempo de Almoço (s)} \quad (I)$$

$$\text{Tempo total disponível (s)} = 35.280 - 3.600 = 29.880 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Tempo total disponível (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (II)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 29.880 - 900 = 28.980 \text{ segundos}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo total disponível}} \quad (III)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{28.980}{29.880} = 96,99\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representando o tempo de execução do processo de formulação do lote a ser produzido. A unidade lote representa um total de 19.040 kg ou 19,04 ton.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (IV)$$

$$\text{Tempo de ciclo} = 5.400 \text{ s/lote}$$

#### 4.2.2 Separar a matéria-prima:

O processo de separação da matéria-prima é crucial para o processo produtivo. Nesta tarefa, os tambores de mel selecionados pela etapa anterior de formulação são localizados e segregados do restante do armazenamento, indicando sua separação para o próximo processo. Para realizar essa tarefa, é utilizada uma empilhadeira que possui uma garra específica para movimentar os tambores de mel com precisão e segurança.

Após a separação, os tambores são conferidos manualmente buscando assegurar que todos os tambores sejam selecionados corretamente e não haja erros na separação.

Uma vez que os tambores são separados e conferidos, é realizada uma nova verificação para averiguar se o mel selecionado está em estado sólido ou líquido. Um processo importante para certificar se a matéria prima necessita passar ou não pelo processo de descristalização.

$$\text{Tempo total disponível (s)} = \text{Tempo de turno (s)} - \text{Tempo de Almoço (s)} \quad (I)$$

$$\text{Tempo total disponível (s)} = 35.280 - 3.600 = 29.880 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Tempo total disponível (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (II)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 29.880 - 2.700 = 27.180 \text{ segundos}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo total disponível}} \quad (III)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{27.180}{29.880} = 90,96\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representando o tempo de execução do processo de separação da matéria-prima do lote a ser produzido. A unidade lote representa um total de 19.040 kg ou 19,04 ton.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (IV)$$

$$\text{Tempo de ciclo} = 8.000 \text{ s/lote}$$

#### 4.2.3 Descristalizar:

A descristalização do mel também é um processo muito importante, pois permite a manutenção da qualidade e da estabilidade do produto final. A empresa, objeto de estudo, possui uma sala de aquecimento específica para essa finalidade, com capacidade para 74 tambores.

Esse processo é realizado por meio de aquecimento controlado do mel cristalizado. A sala de aquecimento é mantida a uma temperatura de 65 graus Celsius, o que é suficiente para que o mel volte ao estado líquido. Após esse processo, o mel é enviado para as próximas etapas produtivas.

Além de possibilitar a qualidade e estabilidade do mel, a descristalização também proporciona facilidade de manipulação do mel durante a produção. O mel líquido é mais fácil de ser homogeneizado, filtrado e envasado, do que o mel cristalizado.

A homogeneização é um processo chave para a indústria do mel, pois garante que a consistência e a textura do produto sejam uniformes. Com o mel líquido, essa etapa pode ser realizada de forma mais eficiente e precisa.

A filtragem também é facilitada com o mel líquido, pois fica mais fácil de se remover impurezas e partículas indesejadas do mel. Isso assegura que o produto final seja mais limpo e seguro para consumo.

Por fim, o envase do mel líquido também é mais fácil de ser efetuado do que com o mel cristalizado. O mel líquido pode ser prontamente transferido para garrafas ou outros recipientes, sem que haja a necessidade de quebrar cristais, proporcionando assim, uma melhor apresentação do produto final e facilidade na distribuição e armazenamento.

$$\text{Tempo total disponível (s)} = \text{Tempo de turno (s)} - \text{Tempo de Almoço (s)} \quad (I)$$

$$\text{Tempo total disponível (s)} = 35.280 - 3.600 = 29.880 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Tempo total disponível (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (II)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 29.880 - 3000 = 26.880 \text{ segundos}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo total disponível}} \quad (III)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{26.880}{29.880} = 89,96\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representando o tempo de se colocar a matéria-prima dentro da sala e retirá-la após o tempo de aquecimento, no processo de descristalização do lote a ser produzido. A unidade lote representa um total de 19.040 kg ou 19,04 ton.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (IV)$$

$$\text{Tempo de ciclo} = 10.800 = \text{s/lote}$$

#### **4.2.4 Produzir:**

A etapa de produção engloba várias fases consideráveis. Após o mel passar pelo processo de descristalização, é coletado por meio de um equipamento industrial específico, que é projetado para a coleta segura e precisa do produto.

Em seguida, o mel é submetido a uma filtragem, que procura remover impurezas e partículas indesejadas, como pedaços de cera ou insetos. Esse processo pode ser realizado por meio de filtros de malha fina em inox.

Após isso, o mel é armazenado em um tanque de homogeneização com capacidade para 20 toneladas. Esse tanque é projetado para misturar o mel de forma uniforme, permitindo uma consistência química e textura homogênea no produto. A etapa de homogeneização é realizada por meio de um misturador de lâminas.

Em seguida, é aguardado o processo natural de decantação do mel, sendo responsável por separar os componentes mais densos do mel, como a cera e a poeira, deixando o produto mais limpo e seguro para consumo.

Finalmente, o mel é medido quimicamente para assegurar que atenda às especificações do cliente, incluindo o teor de umidade, o índice de acidez, o teor de sacarose, o teor de frutose e a densidade. Essa tarefa é monitorada constantemente para garantir que os padrões de qualidade sejam atendidos e que o mel esteja de acordo com as normas regulamentadoras.

$$\text{Tempo total disponível (s)} = \text{Tempo de turno (s)} - \text{Tempo de Almoço (s)} \quad (I)$$

$$\text{Tempo total disponível (s)} = 35.280 - 3.600 = 29.880 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Tempo total disponível (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (II)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 29.880 - 5.400 = 24.480 \text{ segundos}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo total disponível}} \quad (III)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{24.480}{29.880} = 81,93\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representando o tempo de execução do processo de produção do lote. A unidade lote representa um total de 19.040 kg ou 19,04 ton.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (IV)$$

$$\text{Tempo de ciclo} = 9.000 \text{ s/lote}$$

#### 4.2.5 Homogeneizar e Decantar:

O processo de homogeneização e decantação diz muito sobre a qualidade do mel produzido. O objetivo é obter um lote uniforme em suas características químicas, físicas, sabor e cheiro. Inicialmente, o mel é colocado em uma grande misturadora, onde é submetido a baixas rotações para homogeneizá-lo. Esta ação serve principalmente para garantir que todas as propriedades do mel sejam distribuídas de forma equilibrada.

Após a homogeneização, o mel é mantido em repouso dentro do tanque para uma decantação. Durante esse tempo, qualquer sujeira superficial presente no mel sedimenta na superfície do decantador, possibilitando sua separação do produto homogeneizado com maior facilidade.

O equipamento responsável pela homogeneização e decantação, denominado tanque, possui um sistema de timer, responsável por ligar e desligar o aparelho de acordo com a sua necessidade e programação. Dessa forma, ele pode ser utilizado independente do horário de turno dos colaboradores. Sendo assim, o seu Tempo de Turno é igual a 24 horas ou 86.400 segundos. O equipamento possui um Tempo de Setup de 3.600 segundos, relativo ao tempo necessário para a limpeza e higienização do equipamento, antes do início da produção do próximo lote.

A etapa final é a filtragem, antes do envase, na qual o produto é passado por uma peneira fina de inox para remover qualquer sujeira ou partículas não dissolvidas.

$$\text{Tempo total disponível (s)} = \text{Tempo de turno (s)} - \text{Tempo de Almoço (s)} \quad (I)$$

$$\text{Tempo total disponível (s)} = 86.400 - 0 = 86.400 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Tempo total disponível (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (II)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 86.400 - 3.600 = 82.800 \text{ segundos}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo total disponível}} \quad (III)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{82.800}{86.400} = 95,83\%$$

O tempo de ciclo foi obtido em campo, representando o tempo das atividades de homogeneização e decantação do processo de produção do lote a ser produzido. A unidade lote representa um total de 19.040 kg ou 19,04 ton.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (IV)$$

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = 50.400 \text{ s/lote}$$

#### 4.2.6 Envasar:

O envase é a próxima fase na produção do mel, é nela que o produto é preparado para ser expedido. A empresa tratada possui um processo de envase rigoroso e detalhado.

Este processo começa com a calibragem dos tambores, pela qual cada um é pesado e verificado para assegurar a armazenagem correta do mel líquido. Após a verificação, cada tambor é demarcado com um rótulo de identificação, permitindo com que possa ser rastreado e reconhecido durante o processo de expedição.

Em seguida, o mel líquido é transferido para os tambores já calibrados e identificados. Cada tambor é envasado com 280 kg de mel. É importante ressaltar que essa etapa é realizada por meio de equipamentos industriais específicos, como bombas de transferência, para que o mel seja transferido de forma mais precisa e segura.

Após o envase, os tambores são fechados com aro de metal e lacrados para garantir a integridade do produto e evitar violações. Os tambores são armazenados em condições adequadas para evitar danos e assegurar a estabilidade do mel.

$$\text{Tempo total disponível (s)} = \text{Tempo de turno (s)} - \text{Tempo de Almoço (s)} \quad (I)$$

$$\text{Tempo total disponível (s)} = 35.280 - 3.600 = 29.880 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Tempo total disponível (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (II)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 29.880 - 4.800 = 25.080 \text{ segundos}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo total disponível}} \quad (III)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{25.080}{29.880} = 83,94\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representando o tempo de envase do produto final, do lote a ser produzido. A unidade lote representa um total de 19.040 kg ou 19,04 ton.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (IV)$$

$$\text{Tempo de ciclo} = 6.480 \text{ s/lote}$$

#### 4.2.7 Expedir:

A expedição é a última atividade do processo produtivo e consiste em preparar o lote do produto final para ser transportado para o cliente. A etapa de expedição é cuidadosamente planejada e executada a fim de que o mel chegue ao seu destino em perfeitas condições.

Este processo começa com o carregamento dos tambores de mel líquido em um container de 20 pés. Cada container é capaz de transportar até 68 tambores com segurança e mantendo a integridade do produto durante o transporte. O carregamento é realizado por meio de empilhadeiras.

Em seguida, o container é lacrado com selos de certificação de qualidade. Esses selos indicam que o mel atende aos padrões de qualidade estabelecidos pela empresa e pelas normas regulamentadoras, além de invalidar toda e qualquer violação que o container possa sofrer.

Logo após, o container é encaminhado para o porto marítimo de destino, onde é carregado em um navio para transporte internacional. É importante destacar que durante todo o processo de transporte, o container é monitorado para que o mel chegue ao destino final em perfeitas condições.

$$\text{Tempo total disponível (s)} = \text{Tempo de turno (s)} - \text{Tempo de Almoço (s)} \quad (I)$$

$$\text{Tempo total disponível (s)} = 35.280 - 3.600 = 29.880 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Tempo total disponível (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (II)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 29.880 - 3.400 = 26.480 \text{ segundos}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo total disponível}} \quad (III)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{26.480}{29.880} = 88,62\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representando o tempo da atividade de expedição do lote produzido. A unidade lote representa um total de 19.040 kg ou 19,04 ton.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (IV)$$

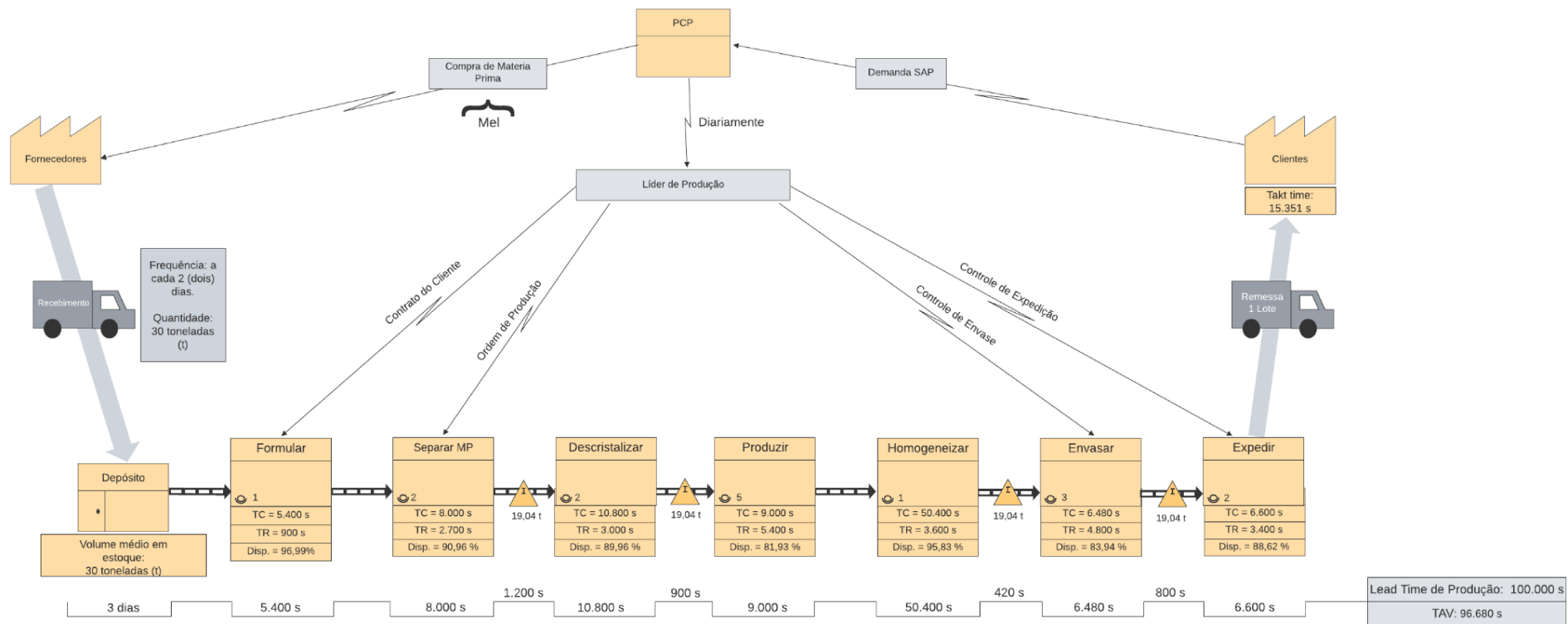
$$\text{Tempo de ciclo} = 6.600 \text{ s/lote}$$

### 4.3 Mapa do Fluxo de Valor Atual

Com as etapas detalhadas na Figura 11, apresenta-se o mapa do fluxo de valor atual do processo produtivo da empresa em questão. Esse mapeamento abrange todas as etapas de valor do processo produtivo, começando desde a fase de formulação conduzida pelo departamento laboratorial, até a fase de carregamento e envio do lote final aos clientes. No mapa estão incluídos os tempos de ciclo (TC), tempo de setup (TR) e a disponibilidade real da máquina.



Figura 11 - Mapa do Fluxo de Valor Atual



Fonte: Autoria Própria (2023)

#### 4.4 *Takt Time* e Tempos de Ciclo

Um grande problema global na produção do mel está relacionado a sua sazonalidade. Países com invernos rigorosos sofrem pela falta da temperatura ideal para a produção de mel durante este período, já países com predominância do verão, sofrem com a ausência de chuvas, fenômeno natural imprescindível para a produção apícola. Devido ao tamanho geográfico do Brasil e as diferenças climáticas entre os estados brasileiros, é possível se obter mel durante todos os meses do ano, porém com seus picos de produção bem definidos, acompanhando a floração das principais vegetações ricas em pólen e néctar, essenciais na produção de mel pelas abelhas. Dessa forma, podemos observar os meses de Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março e Abril como sendo os principais meses de produção de mel no Brasil.

O mesmo acontece com o volume da exportação de mel brasileira, visto que a maioria dos importadores, americanos e europeus, procuram o Brasil como fornecedor de mel nos momentos de pico de sua produção, buscando por disponibilidade de matéria-prima e principalmente por um preço mais baixo quando comparado a períodos de baixa produção onde o preço pelo produto tende a subir.

Um fator impactante para o setor de exportação de mel foi o período referente a pandemia de coronavírus (COVID-19), durante os anos de 2020 a 2022, em que a demanda pelo mel brasileiro aumentou nos principais países importadores. O crescimento da demanda foi uma consequência ao fato do mel ser um produto natural, riquíssimo em aminoácidos, vitaminas, minerais e tratado pela indústria alimentícia e farmacêutica como indispensável para a saúde durante a pandemia. Dessa forma, foi considerado para o estudo do *Takt Time* o período de maior demanda durante os anos de 2020, 2021 e 2022, em que a empresa atravessou momentos de máxima produção.

Abaixo na tabela 5, constata-se o histórico de saída para cada mês dos anos analisados. O cálculo da média diária foi feito através da divisão média da demanda de produção nos principais meses destacados na tabela (Novembro, Dezembro, Janeiro, Março e Abril) pela média de dias trabalhados no mês (21 dias).

Tabela 5 - Cálculo da Demanda Média de Produção

DEMANDA DE PRODUÇÃO					
ANO 2020		ANO 2021		ANO 2022	
Mês	Lotes	Mês	Lotes	Mês	Lotes
Janeiro	31	Janeiro	51	Janeiro	37
Fevereiro	35	Fevereiro	44	Fevereiro	34
Março	29	Março	32	Março	39
Abril	31	Abril	28	Abril	36
Maió	21	Maió	26	Maió	24
Junho	24	Junho	26	Junho	20
Julho	30	Julho	27	Julho	21
Agosto	33	Agosto	33	Agosto	26
Setembro	29	Setembro	38	Setembro	23
Outubro	34	Outubro	36	Outubro	27
Novembro	39	Novembro	38	Novembro	37
Dezembro	46	Dezembro	41	Dezembro	34
Média Mensal:	35,17	Média Mensal:	39,00	Média Mensal:	36,17
Média Diária:	1,675	Média Diária:	1,857	Média Diária:	1,722

Fonte: Autoria Própria (2023)

Considerando o tempo de operação eficaz disponível para o operador cumprir sua carga diária, que é de 26.880 segundos, e a média diária de produção - referente a média dos últimos 3 anos - de 1,751 lotes, o cálculo do tempo *takt time* é encontrado a partir da seguinte equação:

$$\bullet \text{ Takt Time} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda}} (V)$$

Dessa forma, temos no presente estudo o seguinte cálculo do *Takt Time*:

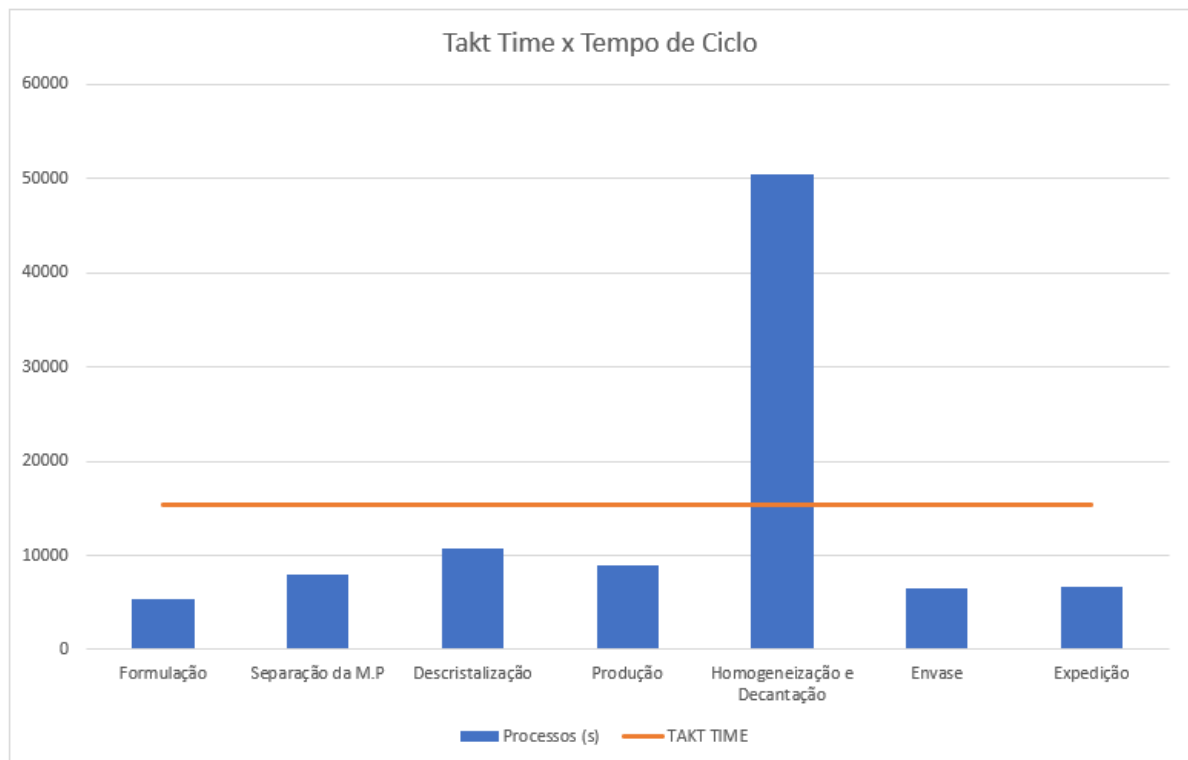
$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda}} \quad (V)$$

$$\text{Takt Time} = \frac{26.880}{1,751} = 15.351 \text{ s/lote}$$

Levando-se em consideração o *Takt Time* encontrado, de 15.351 s/lote, tem-se que, a cada 15.351 segundos de tempo disponível a empresa deve produzir e expedir 1 lote do produto, sendo o lote definido por uma quantidade de 19.040kg ou 19,04 toneladas.

Através da Figura 12, é possível analisar a relação *Takt Time* com o Tempo de Ciclo das atividades. Observa-se que a linha do *Takt Time* é superior aos tempos de ciclo dos processos, com exceção ao TC da etapa de Homogeneização e Decantação, que possui algumas particularidades.

Figura 12 - Gráfico do *Takt Time* x Tempo de Ciclo



Fonte: Autoria Própria (2023).

A homogeneização e a decantação são realizadas em um equipamento (tanque) que é ligado e desligado de forma automática conforme necessidade e programação e, geralmente, possuem uma parcela de sua execução fora do horário de turno dos colaboradores, sendo assim, o seu tempo de turno é considerado 24 horas. Devido ao alto tempo gasto por essas tarefas, completando apenas um ciclo a cada 14 horas em média, é possível afirmar que este processo é um limitante, ou “gargalo”, da cadeia produtiva da empresa, sendo a etapa que dita e coordena o ritmo da produção.

Essa discrepância apontada no gráfico, entre *Takt Time* e os tempos de ciclo dos processos, indica um desequilíbrio na produção, em que o tempo disponível para a conclusão de cada

ciclo é maior do que o tempo necessário para executá-lo na maioria dos processos, gerando capacidade ociosa.

Diante disso, foram analisadas e propostas atividades buscando melhoria, bem como maior nivelamento dos processos indicados no estudo.

#### **4.5 Análise de Desperdícios e Propostas de Melhoria**

Partindo do estudo do MFV junto do mapeamento do cenário atual do processo produtivo, considerando-se os desafios encontrados, utilizou-se os princípios fundamentais da casa *Lean* na identificação de desperdícios em cada uma das etapas produtivas e constatou-se oportunidades de aprimoramento que poderão gerar relevantes ganhos no processo, desde redução no tempo de realização das atividades, até uma melhor execução das mesmas.

##### **4.5.1 Processo formular**

###### **I) Estabilidade**

Na análise da etapa de formulação, confrontando os desperdícios pesquisados com os elementos da base estabilidade, identificou-se o aparecimento do desperdício de superprodução. O mesmo ocorre quando o responsável por esta atividade emite uma ordem de produção contendo uma quantidade maior do que a ideal para atender a necessidade de fabricação vigente, ou seja, é causado pelo excesso na margem de erro utilizada para formulação. Este “erro humano”, comumente visualizado neste processo, acaba resultando em outros tipos de desperdícios futuros, como estoques excessivos, custos extras e até mesmo redução da eficiência fabril.

A formulação é a chave para se promover uma melhor eficiência de produção, de modo que é nessa fase que são definidas as quantidades exatas de componentes que serão alocados na fabricação do produto. No entanto, esta margem de erro ineficiente, muitas vezes adotada pelo colaborador, tem influenciado de maneira negativa os resultados da empresa.

Buscando reduzir esse problema e atingir maior estabilidade nesse processo, foi proposto para a empresa adotar uma abordagem sistêmica para reavaliar e otimizar o processo de formulação. Isso inclui uma revisão contínua da margem de erro utilizada, o uso de melhores métodos para controle estatístico do processo (CEP) e, conseqüentemente, a capacitação frequente dos colaboradores envolvidos.

## II) JIT

Com base nos componentes do conceito JIT, que é um dos pilares do TPS (Sistema Toyota de Produção), notou-se que eles também estão diretamente ligados à Estabilidade na etapa de formulação. Nesse contexto, concluiu-se que a utilização da metodologia descrita como “Tentativa e Erro” na etapa de definição da matéria-prima que irá compor o lote a ser produzido, acaba levando, na maioria das vezes, a desperdícios de espera de informações e mão-de-obra e também estoque de recursos. Esse método empregado para realização da atividade impossibilita a incorporação ao JIT e também foi diagnosticado como um desperdício de processamento.

Uma possível solução, não tão simples de se aplicar, para resolver o problema identificado, é a implementação ou o desenvolvimento de um sistema ou ferramenta que permita um “match ideal” dos componentes necessários para composição do produto final, considerando os parâmetros químicos exigidos pelo lote. Ou seja, o melhor caminho a se tomar para a fabricação do lote seria apresentado de forma automática, eliminando qualquer erro de tentativa do colaborador. E também, como já proposto, o uso de métodos de análise estatística pode aumentar a precisão e a eficiência da atividade em questão, consequentemente reduzindo o tempo gasto na mesma.

Essa ferramenta indicada pode ser elaborada em uma planilha no Excel, por exemplo, programando fórmulas e algoritmos que apontam a formulação ideal baseado nas informações previamente fornecidas conforme particularidade do lote a ser produzido.

Ademais, a realização detalhada de um Relatório A3 é de extrema valia a curto prazo, para que também sejam identificados, de forma sistêmica, outros pontos sujeitos à melhoria, além de proporcionar soluções possivelmente mais tangíveis ao processo. Como complemento ao Relatório A3, é sugerido a realização de um *Benchmarking* com empresas que compactuam do mesmo, ou até parecido, processo de Formulação. Isto agregaria uma parcela importante de conhecimento de métodos eventualmente mais eficientes que são utilizados, evitando-se o desperdício de processamento impróprio apontado nesta etapa produtiva.

## III) Jidoka

Também no processo de formulação, é comum a necessidade de se transferir documentos e informações entre os departamentos envolvidos, atividade que usualmente ocorre entre o laboratório, o setor de compras e a linha de produção. Esse transporte de documentos ainda é feito de forma física na empresa, sendo levado de mão a mão pelos colaboradores, portanto acaba gerando desperdícios indesejados, como o excesso de transporte e movimentação e

também muitas vezes longas esperas por informação. Essa atividade também afeta negativamente o atendimento aos conceitos do JIT e vai contra o princípio da autonomia (*Jidoka*), que nessa circunstância, visa minimizar o tempo e os custos de transporte de materiais e informações.

Uma forma de reduzir esses desperdícios é trabalhar com a documentação em formato virtual, o que elimina a necessidade de transporte físico de documentos e arquivos e diminui o acúmulo de papéis nos postos de trabalho. Com a implementação de sistemas de informação para gerenciamento eletrônico de documentos (GED) e tecnologias de armazenamento e compartilhamento de dados, é possível garantir que os documentos estejam sempre disponíveis para consulta e atualização.

#### ***4.5.2 Processo separar a matéria-prima***

##### **I) Estabilidade e JIT**

Durante o estudo da fase de separação da matéria-prima para produção do lote vigente, observou-se que os tambores de mel são alocados distantes da sala em que se realiza o processo subsequente (descristalização) e também são estocados em paletes de forma desorganizada, ou seja, os tambores ficam misturados entre si, não havendo agrupamento próximo de recursos com as mesmas propriedades.

Esta disposição dos itens no estoque mostrados na Figura 13 e o posicionamento distante da sala de aquecimento (onde é feita a descristalização), permitiram a identificação de desperdícios relacionados ao transporte e movimentação em excesso da matéria-prima durante a atividade, o que causa maior espera no processo seguinte devido ao fluxo deficiente. Isso impacta diretamente na estabilidade do processo produtivo, pois gera uma série de consequências negativas, como aumento do tempo de ciclo, custos adicionais com transporte e manuseio da matéria-prima, depreciação do equipamento de transporte e até mesmo possibilidade de danos ou perda dos recursos durante a movimentação. Todos estes problemas também interferem de modo direto no atendimento aos princípios de Movimentação Zero, *Lead Time Zero* e Lote Unitário dentro do conceito de JIT.

Como sugestão para diminuir esses desperdícios, idealizou-se uma reestruturação do *layout* do armazém de matéria-prima, onde acontece o processo de separação, baseado na ferramenta Diagrama de Espaguete, a fim de otimizar a disposição dos itens estocados na sala e minimizar a movimentação desnecessária. Seria viável, por exemplo, alocar os materiais mais

utilizados e de maior demanda mais próximos da sala de aquecimento, reduzindo assim, a distância percorrida e o tempo de transporte gasto.

Outra melhoria que pode ser feita é o armazenamento de produtos que possuem propriedades químicas semelhantes nos mesmos paletes. Isso permite a diminuição do tempo empregado para localizar os materiais e facilita a separação dos mesmos. Através da implementação da metodologia 5S é possível atacar lacunas como essa apresentada, deixando o processo mais organizado e padronizado, aumentando a eficiência no rastreo e separação dos materiais.

Figura 13 - Armazenagem e Separação da Matéria-prima



Fonte: Autoria Própria (2023).

#### 4.5.3 Processo descristalizar

##### I) Estabilidade e *Jidoka*

Na etapa de descristalização da matéria-prima, também se vê algumas perdas associadas ao mecanismo empregado em sua realização. Esse desperdício, apontado como um processamento impróprio, afeta diretamente os elementos estruturais de estabilidade, como método, meio ambiente e máquina. O equipamento utilizado para o aquecimento da sala é de combustão, sendo assim, utiliza a madeira como fonte de energia, combustível esse que é poluente e menos eficiente quando comparado a tecnologias mais avançadas. Isso tudo gera impactos negativos tanto para a produtividade da empresa, quanto para o meio ambiente.



Para minimizar essas perdas, uma melhoria indicada, também após uma análise mais detalhada de custos e viabilidade, seria a substituição do equipamento usado atualmente por um elétrico. Com isso, a etapa de aquecimento da sala seria menos poluente e mais eficiente, tornando possível um melhor aproveitamento do calor gerado e do tempo gasto na atividade. Além disso, traria uma maior autonomia ao processo, o que caminha lado a lado as ideias do pilar *Jidoka*.

Outro ponto a ser levado em consideração, é a realização de um *Benchmarking* em empresas que também passam por processo de descristalização, sendo de mel ou outro produto. O intuito desse estudo é obter informações a respeito de métodos que apresentam melhor eficiência, proveito energético e menor impacto ambiental.

## **II) JIT**

Através dos problemas relatados no campo da estabilidade, nota-se que eles se estendem ao princípio enxuto JIT por não atenderem as definições de tempo zero de preparação (*setup*) e *lead time* zero na etapa de descristalização. No atual modo de aquecimento da sala, existe a necessidade do colaborador acender a caldeira de forma física e manual, alimentando o equipamento com lenha para gerar combustão.

A proposta mencionada para trazer estabilidade e automação, sugerindo a troca deste sistema de aquecimento para um aquecedor elétrico, também agregaria positivamente nesse contexto, pois ligar o equipamento elétrico por meio do acionamento de um botão deixaria o tempo de setup muito menor, bem como tornaria o fluxo da etapa mais suave e ágil. A substituição desse acendimento manual evitará desperdícios de espera (tempo disponível) e esforço dos operadores, direcionando-os para atividades mais produtivas.

### **4.5.4 Processo produzir**

#### **I) Estabilidade**

Observando o processo de produção da empresa sob a perspectiva das premissas de estabilidade, foram reconhecidos alguns tipos de desperdícios. Na fase em que é feito o despejo do mel dos tambores na caçamba coletora conforme a Figura 14, por exemplo, identificou-se um excesso de movimentação, ocasionado devido o *layout* ineficiente da sala produtiva, ou seja, a falta de uma disposição otimizada dos equipamentos e da matéria-prima leva a movimentos desnecessários durante a atividade.

Outro desperdício aparente é o de tempo disponível, gerado pela espera do produto para entrar em produção. Esse estoque em processo acaba gerando custos adicionais à empresa.

Para sanar os desperdícios levantados, foram propostas algumas melhorias para o processo. A primeira delas é a reestruturação do *layout* da sala produtiva realizando-se um estudo com a aplicação da ferramenta Diagrama de Espaguete. Dessa forma, consegue-se visualizar de maneira mais clara o caminho percorrido pelo produto e pelos colaboradores durante esta etapa e, conseqüentemente, permite-se otimizar a disposição dos equipamentos e materiais alocados na sala, eliminando movimentação desnecessária.

Já a segunda proposta de melhoria, seria a implementação de um sistema *Kanban* para o controle do fluxo de materiais na etapa produtiva, ajudando a evitar o estoque em processo e a espera de matéria-prima para entrar em produção. Com isso, a produção se tornaria mais eficiente e o fluxo de materiais seria contínuo.

Figura 14 - Despejo do Mel na Caçamba Coletora



Fonte: Autoria Própria (2023).

## II) JIT

A etapa em questão consiste em despejar o mel dos tambores, por meio de um equipamento específico (Figura 14), na caçamba coletora, onde passará por um processo de filtragem e, após isso, irá para o tanque de homogeneização. Com o estudo feito nessa etapa, foram identificados pontos passíveis de melhoria, como a redução do tempo de *setup* (preparação) do processo e conseqüentemente a minimização do *lead time*.

Há a obrigatoriedade de preenchimento de um *checklist* de limpeza e higienização dos equipamentos antes de iniciar este processo. Devido a ausência de pausas entre os lotes

durante a produção, não é possível externalizar essa tarefa, deixando a verificação diretamente ligada ao tempo de setup. Uma possível solução considerada para este caso é utilizar os conceitos da metodologia TRF (Troca Rápida de Ferramentas), a fim de tornar a preparação mais rápida e ágil, organizando o *checklist* em agrupamentos celulares conforme necessidade e sequência das atividades, eliminando tarefas desnecessárias e deixando a visualização das obrigações mais fácil e clara.

Também foram apontados problemas ligados ao conceito de quebra zero de produção, quando o equipamento, responsável pela transferência do mel em tambor para a caçamba coletora, apresenta falhas de funcionamento ou quebra. Ao ocorrer isso, a produção tem que ser parada até que o serviço terceirizado de manutenção reativa possa ser acionado e esteja disponível para diagnosticar e solucionar o problema. Só então, o processo retoma seu funcionamento normal, deixando um grande gargalo no fluxo produtivo. Tendo isso em vista, foi indicada a implementação de um plano de Manutenção Produtiva Total (TPM), colocando em prática uma espécie de acompanhamento voltado ao funcionamento do equipamento, com o propósito de minimizar essas falhas e evitar que o processo fique parado por completo.

### **III) *Jidoka***

Mesmo fazendo uso de um equipamento específico para o despejo do mel na caçamba coletora conforme a Figura 15, ainda é visível a necessidade de um colaborador para execução deste serviço, pois a operação do mecanismo é feita manualmente, indicando dificuldade de separação do homem e máquina dentro do processo. Esse maquinário é responsável pela movimentação do tambor dentro da sala produtiva e elevação do mesmo até o nível da caçamba, onde o mel é despejado.

Nesse aspecto, uma automação dessa tarefa por meio de um sistema de bomba que permita a coleta do mel diretamente de dentro do tambor, por sucção, sem a necessidade de movimentação do tambor até a caçamba coletora, possibilitaria eliminar desperdícios de movimentação e espera de materiais nesta etapa da produção.

O recomendado é a implementação da automação juntamente com um aprofundado *Benchmarking* em outras empresas do setor que trabalham com o mesmo tipo de necessidade, a fim de conhecer outros equipamentos que possam ser mais eficientes.

Figura 15 - Equipamento Responsável pela Movimentação do Tambor



Fonte: Autoria Própria (2023).

#### ***4.5.5 Processo homogeneizar e decantar***

##### **I) Estabilidade e JIT**

Resumidamente, a etapa de homogeneização e decantação do mel é realizada por um tanque com capacidade de 22.000 kg, que é responsável por misturar o produto formulado ao longo de 7 horas, em média. Após obter um produto uniforme, o tanque inicia o processo de decantação, também com duração média de mais 7 horas, onde ocorre a separação entre o mel e as substâncias indesejadas, como a espuma por exemplo.

Durante a observação desta atividade, foi levantada a necessidade da aplicação de um Relatório A3 para uma análise mais aprofundada da mesma. Dessa forma, descobrindo as necessidades reais do processo, seus possíveis desperdícios e apontando pontos de melhoria a serem atacados. O Relatório A3 deve ter definido como seu principal objetivo, a busca por uma melhor adequação do tempo de ciclo do processo com o turno de trabalho disponível da

empresa, de modo que essa fase em questão, não seja mais um fator limitante da capacidade produtiva da empresa.

#### **4.5.6 Processo envasar**

##### **I) Estabilidade e *Jidoka***

Tendo como base o processo de envase, que é feito através da abertura e fechamento de uma válvula que controla o despejo do mel em tambores de 280 kg, notou-se desperdícios significativos nos componentes associados à medida, mão de obra e método referentes à estabilidade do mesmo. Por ser coordenada por um colaborador, essa atividade fica sujeita ao “erro humano” uma vez que a quantidade despejada se torna imprecisa. Esse método empregado na etapa produtiva em questão, também resulta em uma maior demanda de tempo e esforço por parte dos operadores, além de deixar o processo menos eficiente.

Diante disso, propôs-se uma automação da atividade de envase a partir de estudos de viabilidade e um *Benchmarking* aprofundado em outras empresas com processos parecidos. O sistema automático seria o novo responsável pela função exercida pela válvula e, portanto, estaria devidamente calibrado e ajustado para garantir a precisão na quantidade necessária de mel envasada em cada tambor. Essa solução automatizada permitiria um processo mais eficiente, minimizando os desperdícios relacionados à estabilidade.

Ainda nesse contexto, há a possibilidade do emprego da ferramenta *Poka Yoke*, buscando evitar essas possibilidades de “erro humano” com o uso de uma abordagem sistemática para tornar a atividade mais precisa. Poderia ser feito, por exemplo, o uso de um mecanismo de pesagem integrado ao equipamento. Porém, essa solução se faria menos eficiente em comparação a anterior, visto que agiria diretamente no erro em si e não nas causas do mesmo.

##### **II) JIT**

Constatou-se também nesse estudo, que os componentes de tempo zero de preparação e *lead time* zero não são atendidos. Isso se deve a realização de um *checklist* antes de iniciar o processo de envase do próximo lote a ser produzido. Nesse sentido, foi possível indicar ferramentas e metodologias relacionadas ao JIT para propor melhorias específicas.

Aplicando-se os conceitos da Troca Rápida de Ferramentas (TRF), método destinado a redução do tempo de setup de processos, é possível obter um fluxo de verificação maximizado, a fim de ser realizado em um formato mais ágil e eficaz.

Ademais, a troca do cumprimento do *checklist* para o final do processo, pode ser um fator decisivo para minimizar o tempo de preparação do próximo lote. Assim, a ferramenta *Kanban* pode ser aplicada a essa etapa, assegurando que, ao se finalizar o processo de envase do lote vigente, o *checklist* do próximo envase já é realizado logo em sequência, economizando tempo e evitando interrupções desnecessárias no fluxo produtivo.

#### **4.5.7 Processo expedir**

##### **I) Estabilidade**

Monitorando a fase de expedição adotada pela empresa, que tem como funções básicas realizar a separação do produto final, verificação documental, carregamento dos tambores e fechamento dos containers, foram encontrados desperdícios associados à estabilidade do processo, envolvendo a mão de obra, o material e o maquinário empregado. Os problemas são causados por questões parecidas às encontradas na etapa de separação de matéria-prima, onde a ineficiência do *layout* do local e a desorganização da disposição dos produtos geram transporte e movimentação em excesso ao longo do processo.

A fim de sanar os desperdícios identificados, é sugerido a reestruturação do *layout* da sala de expedição, novamente utilizando técnicas como o Diagrama de Espaguete. Com isso, se torna possível apontar os movimentos desnecessários dos colaboradores e máquinas e melhorar o fluxo do processo, além de proporcionar uma disposição estratégica dos produtos, equipamentos e das estações de trabalho.

Outra ferramenta importante para se aplicar é a metodologia 5S. Ela possibilita uma melhor organização da sala e, conseqüentemente, uma melhora no ambiente e qualidade do trabalho, maior produtividade da equipe e também serve de apoio para visualização das causas de falhas no processo e para identificação de pontos de melhoria futuros.

##### **II) JIT e Jidoka**

Ainda dentro da análise da etapa de expedição, identificou-se o não atendimento aos componentes do JIT referentes ao tempo zero de preparação, *lead time* zero e movimentação zero. As causas disso decorrem do tempo gasto para as verificações documentais antes de se iniciar e também durante o processo.

Esse checklist é feito de forma física e manual e inclui a confirmação da numeração do lote nos rótulos dos produtos a serem expedidos, verificação da numeração do contrato interno, confirmação da numeração do container e dos lacres das certificações. Com base nessas

informações obtidas e no pilar *Jidoka* (Autonomação), foi proposta como sugestão de melhoria a implementação de um sistema RFID.

A adoção de sistemas de identificação por radiofrequência (RFID), pode ser um grande aliado nesse processo de verificação dos produtos, seus respectivos rótulos, verificação documental e expedição. Essa ferramenta permitiria a leitura rápida e precisa das informações contidas nos produtos e nos containers, reduzindo significativamente o tempo gasto quando comparado a conferência manual.

Outra solução considerada, sem a necessidade de alto investimento, é utilizar os princípios da ferramenta TRF para realização das verificações, eliminando tarefas desnecessárias e facilitando a visualização e atendimento às obrigações.

#### **4.6 Resumo das Propostas de Melhoria**

Após análise minuciosa do MFV atual detalhado, levando em consideração os princípios de estabilidade, padronização, *just-in-time* e *jidoka*, foram encontradas oportunidades para aprimoramento dos processos, nas quais os conceitos e ferramentas da manufatura enxuta podem ser aplicados. As sugestões de melhoria já mencionadas em cada tópico foram adicionadas a Tabela 6, dispostas em colunas separadas por Processo, Elemento, Componente, Desperdício, Causa, Ferramenta / Metodologia e Melhoria.

Tabela 6 - Propostas de Melhoria

Processo	Elemento	Componente	Desperdício	Causa	Ferramenta / Metodologia	Melhoria
Formular	Estabilidade	Mão de Obra	Superprodução	Uso de margem de erro ineficiente	Implementação Kaizen, KPI's e Padronização	Melhoria contínua da margem de erro utilizada, controle mais eficiente do processo e capacitação frequente dos colaboradores
		Método				
		Medida				
	JIT	Lead time zero	Processamento impróprio, Espera e Estoque	Utilização do método de "Tentativa e Erro"	Implementação de software, Relatório A3 e Benchmarking	Maior precisão e eficiência da atividade, eliminação de erros de tentativa, identificação de pontos sujeitos a melhoria, soluções mais tangíveis e conhecimento de métodos mais eficientes
Movimentação zero		Transporte, Movimentação e Espera	Transporte físico de documentos e informações	Sistema GED	Minimização de tempo e custos de transporte de informações, maior disponibilidade e facilidade para consulta e atualização de documentos	
Jidoka	Autonomia					
Separar MP	Estabilidade	Mão de Obra	Transporte, Movimentação e Espera	Alocação da matéria-prima distante do processo subsequente e agrupamento desorganizado dos recursos	Diagrama de Espaguete e 5S	Otimização do layout, eliminação de movimentação desnecessária, redução do tempo gasto na atividade e aumento da eficiência no rastreo e separação dos materiais
		Material				
		Máquina				
	JIT	Movimentação zero				
		Lead time zero				
	Lote unitário					



Tabela 6 - Propostas de Melhoria

(continuação)

Descristalizar	Estabilidade	Método	Processamento impróprio e Espera	Equipamento utilizado para aquecimento da sala é de combustão a lenha e necessita de acendimento e alimentação manual	Jidoka (Autonomia) e Benchmarking	Maior autonomia do processo, redução do tempo de setup e do tempo gasto na atividade, melhor proveito energético, menor impacto ambiental, aumento da agilidade e suavização do fluxo e minimização de esforços dos colaboradores
		Meio Ambiente				
	JIT	Máquina				
		Tempo zero de preparação Lead time zero				
Produzir	Estabilidade	Material	Espera e Estoque disponível	Espera da matéria-prima para entrar em produção	Implementação Kanban	Maior controle do fluxo produtivo e minimização da espera e estoque dos materiais em processo
		Mão de Obra	Transporte e Movimentação	Disposição ineficiente dos equipamentos e produtos na sala produtiva	Diagrama de Espaguete	Otimização do layout e eliminação da movimentação desnecessária
	Máquina					
	JIT	Movimentação zero	Espera e Estoque disponível	Conferência e preenchimento do checklist de produção Falha de funcionamento ou quebra do equipamento	Implementação TRF Implementação TPM	Organização e sequenciamento do checklist, eliminação de tarefas desnecessárias, visualização mais clara das obrigações e setup mais ágil. Minimização de falhas e redução de paradas não planejadas
		Tempo zero de preparação Lead time zero				
		Quebra zero				
	Jidoka	Separação homem-máquina	Processamento impróprio	Operação manual do mecanismo	Autonomia e Benchmarking	Redução da movimentação e espera de materiais no processo e conhecimento de equipamentos mais eficientes
	Homogeneizar e Decantar	Estabilidade	Método	Espera e Estoque disponível	Tempo de ciclo muito longo do processo (a cima do Takt Time)	Relatório A3
Material						
Máquina						
JIT		Estoque zero				
		Lead time zero				

Tabela 6 - Propostas de Melhoria

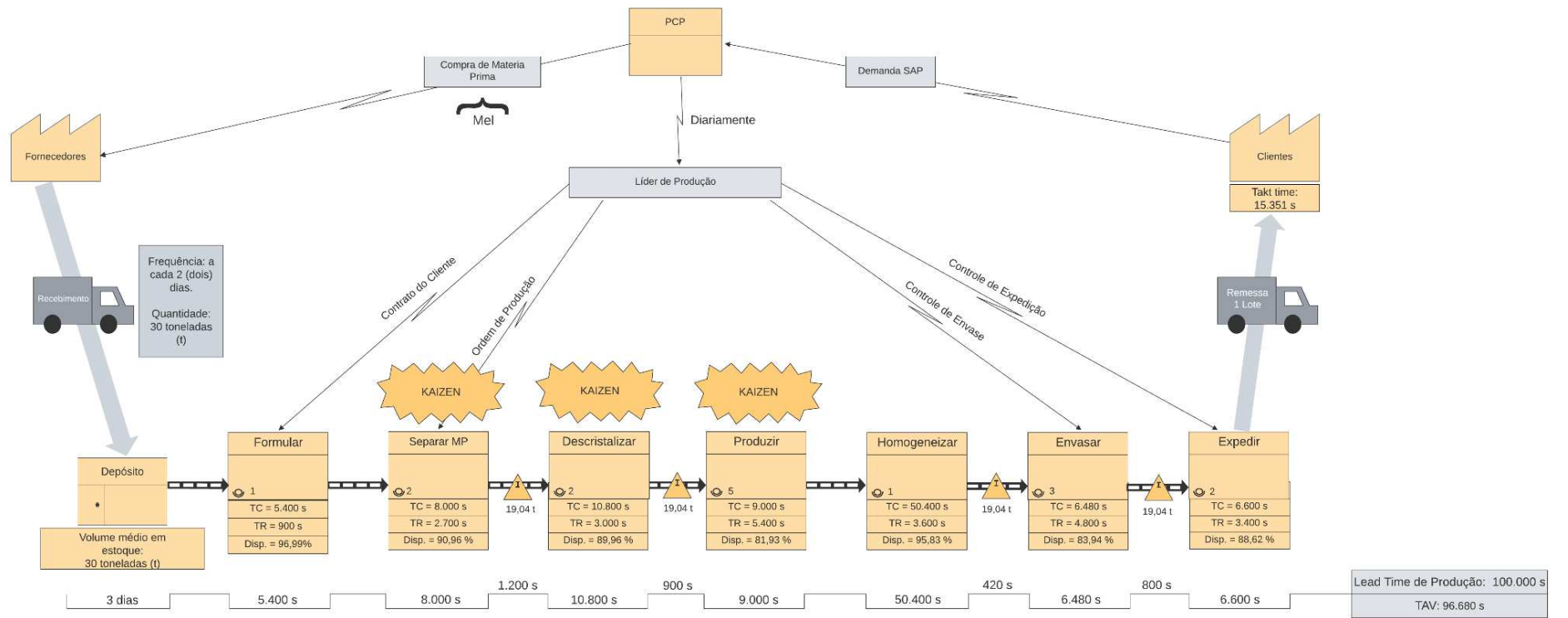
(conclusão)

Envasar	Estabilidade	Método	Processamento impróprio e Produtos defeituosos	Abertura e fechamento manual da válvula que controla o despejo do mel nos tambores	Poka Yoke, Autonomia e Benchmarking	Redução do "erro humano", maior precisão e eficiência do processo e menor demanda de tempo e esforço dos colaboradores
		Medida				
		Material				
	Jidoka	Separação homem-máquina				
	JIT	Quebra zero				
		Tempo zero de preparação	Espera e Estoque disponível	Necessidade de realização do checklist de envase	Implementação TRF e Kanban	Redução do tempo de setup e fluxo de verificação mais ágil e eficaz
Lead time zero						
Expedir	Estabilidade	Mão de Obra	Transporte e Movimentação	Layout ineficiente e disposição desorganizada dos produtos	Diagrama de Espaguete e 5S	Disposição estratégica de produtos, equipamento e estações de trabalho, redução da movimentação desnecessária e melhora na qualidade do trabalho
		Material				
		Máquina				
	JIT	Movimentação zero				
		Tempo zero de preparação	Espera e Estoque	Verificação manual de documentos e produtos a serem expedidos	Implementação TRF e Sistema RFID	Leitura rápida e precisa das informações, redução significativa do tempo gasto na atividade e eliminação de tarefas desnecessárias
		Lead time zero				

Fonte: Autoria Própria (2023)

### 4.7 Mapa de Fluxo de Valor Futuro

Figura 16 - Mapa do Fluxo de Valor Futuro



Fonte: Autoria Própria (2023).

Com base nas sugestões apresentadas na tabela e nas ferramentas e metodologias a serem aplicadas, foi detalhado o Mapa do Fluxo de Valor Futuro com algumas ressalvas. Ao longo das análises comparativas entre o *Takt Time* e os Tempos de Ciclo dos processos e da análise do MFV atual, foram propostas melhorias em todas as fases do fluxo de valor da empresa estudada. Porém, trazendo todas essas sugestões para a realidade empresarial, propôs-se em um primeiro momento, dar foco às fases do processo que carregam o maior Tempo de Ciclo (com exceção da etapa de Homogeneizar e Decantar).

Assim como abordado no presente estudo, a etapa de Homogeneizar e Decantar da empresa tem muitas particularidades e exige uma análise mais aprofundada sobre as necessidades reais do processo, seus desperdícios e possíveis pontos de melhoria, buscando assim, uma melhor adequação do seu tempo de ciclo ao turno de trabalho disponível da empresa. Essa pesquisa é recomendada para trabalhos futuros.

Destacou-se então as principais fases do processo que podem ser reduzidas tanto em termos de Tempo de Ciclo, quanto de valor agregado, visando maior Nivelamento (*Heijunka*) da produção. A Figura 16 exibe o mapa do fluxo de valor futuro, identificando as etapas do processo com maior foco para aprimoramento por meio do símbolo Kaizen. A minimização dos tempos poderá ser alcançada por meio das propostas de melhoria, especialmente nas etapas de Separar a Matéria-prima, Descristalizar e Produzir. Sendo assim, será possível reduzir os desperdícios relacionados a Transporte, Movimentação, Espera, Estoque disponível, Processamento impróprio, Superprodução e Defeitos, bem como diminuir os tempos que não agregam valor ao cliente e aprimorar a qualidade do produto e eficácia da empresa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 Conclusões do Trabalho

A elaboração deste estudo possibilitou a aplicação da ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor para realizar uma análise diagnóstica do fluxo de materiais e informações no processo produtivo de mistura e envase de mel. A construção do MFV atual permitiu identificar e mapear desperdícios ao longo do processo produtivo, tais como Transporte, Movimentação, Espera, Estoque, Processamento Impróprio, entre outros, resultando em sugestões práticas para a redução dos mesmos.

Após a construção e análise minuciosa das etapas do MFV, com base nos conceitos de estabilidade, padronização, *Just-in-Time* (JIT) e *Jidoka*, foram propostas melhorias estratégicas para a empresa. Essas melhorias incluem a implementação de técnicas avançadas como a implementação de KPI's para melhor controle estatístico de processos, o gerenciamento eletrônico de documentos e a adoção de sistemas automatizados para movimentação de materiais. Outras sugestões envolvem a antecipação de processos, a automação do envase, a implementação de sistemas *Kanban*, a criação de agrupamentos sistemáticos nos *checklists*, a implementação da ferramenta *Poka-Yoke* e a adoção do programa 5S, além uso de sistemas de identificação por radiofrequência. Adicionalmente, é fundamental promover um treinamento contínuo dos colaboradores em metodologias como *Kaizen*, TRF (Troca Rápida de Ferramentas) e realizar uma reestruturação do *layout* com base nos princípios do Diagrama de Espaguete.

A implementação dessas melhorias propostas proporcionará à empresa ganhos significativos, como a redução do *lead time*, o aprimoramento da qualidade do produto final, o aumento da eficiência nas etapas produtivas, a criação de um ambiente organizado e limpo, bem como a padronização dos processos e procedimentos, culminando na redução dos desperdícios identificados.

Ao adotar os níveis sugeridos e implementar as soluções propostas, a empresa terá a oportunidade de aprofundar seu conhecimento e se aperfeiçoar nas práticas da Manufatura Enxuta, alcançando resultados positivos e obtendo recompensas ao longo do processo.

O Mapeamento do Fluxo de Valor foi o primeiro passo para identificar e visualizar os desperdícios presentes no processo produtivo. Agora, por meio da implementação das soluções propostas, será possível identificar outros desperdícios que possam surgir ao longo do processo e, assim, sugerir novas melhorias e conduzir novos estudos.

Destaca-se a importância de conscientizar os colaboradores da empresa para garantir o sucesso da implementação e a conquista dos resultados sugeridos ao longo do estudo. É necessário promover uma mudança cultural e transformar a empresa, alterando a mentalidade dos colaboradores, a fim de alcançar os objetivos propostos.

## **5.2 Limitações do Estudo**

Durante a pesquisa, foram identificadas algumas limitações que merecem ser mencionadas. A primeira delas está relacionada à escassez de trabalhos acadêmicos e estudos específicos sobre o segmento de exportação de mel e a aplicação da manufatura enxuta. A baixa quantidade de pesquisas nessa área dificultou a obtenção de referências relevantes para embasar o estudo.

Outra limitação encontrada foi a complexidade em mapear o processo produtivo do mel devido às suas particularidades. O processo de produção e envase do mel envolve fatores específicos que demandam uma compreensão detalhada e uma análise minuciosa. Além disso, a análise desse processo é influenciada por fatores de mercado que são voláteis, tanto no âmbito internacional quanto no nacional. Essa volatilidade dificulta a aplicação de técnicas da Manufatura Enxuta de forma estática, uma vez que as condições de mercado podem sofrer alterações ao longo do tempo.

Apesar das limitações encontradas, foram realizados esforços para contornar essas questões e obter resultados relevantes. A pesquisa se baseou em referências e estudos gerais sobre a Manufatura Enxuta, adaptando-os às particularidades do segmento de exportação de mel. Além disso, foram utilizadas informações disponíveis sobre o processo produtivo do mel, considerando as oscilações do mercado como um fator a ser monitorado.

## **5.3 Trabalhos Futuros**

Para trabalhos futuros, é altamente recomendado implementar todas as melhorias sugeridas neste estudo. Além disso, é recomendável realizar o desenvolvimento de um novo mapa de fluxo de valor atual e futuro, permitindo a comparação entre os dois conjuntos de dados e, assim, possibilitando a identificação de novas oportunidades de melhoria ao longo do processo produtivo.

Uma sugestão adicional para trabalhos futuros é realizar um estudo detalhado da etapa de Homogeneizar e Decantar, pois ela tem muitas particularidades e exige uma análise mais aprofundada sobre as suas necessidades reais, seus desperdícios e possíveis pontos de melhoria,

buscando assim, uma melhor adequação do seu tempo de ciclo ao turno de trabalho disponível da empresa.

Essas sugestões visam aprofundar a compreensão do processo produtivo do mel e explorar oportunidades de melhoria específicas nas diferentes etapas produtivas. Ao realizar esses estudos adicionais, será possível obter insights valiosos e contribuir para o avanço do conhecimento no campo da Manufatura Enxuta aplicada ao segmento de exportação de mel.

## REFERÊNCIAS

- DEKIER, L. **The Origins and Evolution of Lean Management System.** Journal of International Studies, Vol.5, 2012.
- DORA, Manoj; GELLYNCK, Xavier. **Lean Six Sigma Implementation in a food processing SME: a case study.** Quality and Reliability Engineering International, 2014.
- FERREIRA, F. P. **Análise da implantação de um sistema de manufatura em uma empresa de autopeças.** Taubaté: UNITAL, São Paulo, 2004.
- FERRO, José Roberto. **A essência da ferramenta “Mapeamento de Fluxo de Valor”.** Lean Institute Brasil, 2007.
- FULLERTON, R. R.; KENNEDY, F. A.; WIDENER, S. K. **Management accounting and control practices in a lean manufacturing environment.** Accounting, Organizations and Society, 2013.
- GHINATO, P. **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações.** Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. **Lean Manufacturing: a literature review which classifies and analyses papers indicating new research areas.** Gestão e Produção, Jan./Apr. 2004.
- GROOVER, Mikell P. **Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing.** 2 ed Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.
- HINES, P.; TAYLOR D. **Guia para implementação da manufatura enxuta: “Lean manufacturing”.** São Paulo, IMAM, 2000.
- LEHTINEN, U.; TORKKO, M. **The lean concept in the food industry: a case study of contract a manufacturer.** Journal of Food Distribution Research, 2005.
- LEVITT, Joel. **Manutenção Produtiva Total: Estratégias e Técnicas Comprovadas para Manter Equipamentos Funcionando com Eficiência Máxima.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2006.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo.** São Paulo: Bookman, 2005.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. P. **O Talento Toyota: o modelo aplicado ao desenvolvimento de pessoas.** Porto Alegre: Bookman, 2008.
- MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração e interpretação de dados.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.



OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala.** 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OISHI, Michitoshi. **Técnicas Integradas na Produção e Serviços: como planejar, treinar, integrar e produzir para ser competitivo.** São Paulo: Pioneira, 1995.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUEIROZ, J. A.; ARAÚJO, C. A. C. & RENTES, A. F. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real.** In: ENEGEP. Santa Catarina, 2004.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando o Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SHAH, R.; WARD, P. T. **Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance.** *Journal of Operations Management*, 2003.

SHINGO, SHINGEO. **O Sistema Toyota de Produção.** 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SHOOK, John. **Gerenciando para Aprender: Utilizando o Processo de Gestão A3.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SILVA, Edna Lúcia da, MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SHOOK, J.; ROTHER, M. **Aprendendo a Enxergar – Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

TAPPING, D; Shuker, T.; Shuker, D. **Value stream management for the lean office: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas.** 1. ed. New York: Productivity Press, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **The Machine that Changed the World.** New York: Simon and Schuster. 1990.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **Lean thinking: Banish waste and create wealth in your organization.** New York: Simon and Schuster. 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.