

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Marla Mozzara Klein

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS *LEAN* EM UMA EMPRESA FABRICANTE  
DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO

Caçador - SC  
Dezembro de 2020



Marla Mozzara Klein

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS *LEAN* EM UMA EMPRESA FABRICANTE  
DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO

Trabalho de Conclusão de  
Curso apresentado ao  
curso de Engenharia da  
Produção do Câmpus  
Caçador do Instituto  
Federal de Santa Catarina  
para a obtenção do diploma  
de Bacharel em Engenharia  
da Produção

Orientador: Prof. MSc.  
Lúcio Galvão Mendes

Caçador - SC  
Dezembro de 2020



K64i Klein, Marla Mozzara  
Implementação de ferramentas *Lean* em uma empresa fabricante de  
embalagens de papelão ondulado / Marla Mozzara Klein ; orientador: Lúcio  
Galvão Mendes. -- Caçador, SC, 2020.  
81 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Instituto Federal  
de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Curso de  
Engenharia de Produção.  
Inclui bibliografias

1. Lean Thinking. 2. Mapa de fluxo de valor. 3. Papelão ondulado.  
I. Mendes, Lúcio Galvão. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
de Santa Catarina. Curso de Engenharia de Produção. III. Título.

CDD 658.5

MARLA MOZZARA KLEIN

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS *LEAN* EM UMA EMPRESA FABRICANTE  
DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Bacharel de Engenharia de Produção, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora  
Abaixo indicada.

Caçador, 23 de dezembro de 2020.




---

Prof. MSc. Lúcio Galvão Mendes  
Orientador  
Instituto Federal de Santa Catarina



---

Prof. Esp. Cristiane Belle Gomes,  
Instituto Federal de Santa Catarina



---

Prof. MSc. Eric Costa Carvalho,  
Instituto Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a meus pais Eliane e  
Heriberto, meu namorado Robson e  
minha amiga Ana Paula.





## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por minha vida e a possibilidade de realizar este trabalho. Agradeço aos meus pais Eliane e Heriberto, pelo apoio e motivação, ao meu namorado Robson que por tantas vezes compreendeu os meus momentos difíceis e me apoiou, a minha amiga Ana Paula que sempre teve uma palavra de conforto e um ombro amigo para me oferecer e ao meu orientador Lúcio, que foi compreensivo e persistente neste processo. Sem vocês nada disso seria possível.



## RESUMO

O *Lean* visa identificar as atividades que não agregam valor ao negócio e eliminar os desperdícios da empresa. Dentre as diversas ferramentas que contribuem para este fim, o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) é uma das mais eficazes para análise do ambiente de trabalho e identificação de focos de desperdício, buscando sua redução. O presente estudo visa aplicar conceitos do *Lean* em uma linha de produção de embalagens de papelão ondulado, mapeando o fluxo de valor, diagnosticando e identificando as perdas e suas causas para posterior avaliação de melhorias e implementação das mesmas para as melhorias do processo. Como método, utilizou-se ferramentas do *Lean*, como MFV. Na linha de produção de embalagens de papelão ondulado foram realizados estudos do fluxo de produção e de informação a fim de propor mudanças para tornar o processo produtivo mais *Lean*. Após a análise do MFV buscou-se reduzir o *lead time*, os estoques além do *setup* de máquinas. Para isso foram definidos planos de ação e planos para implementação dos mesmos. Os resultados deste trabalho demonstram como a prática *Lean* se mostra bastante eficaz para atender os objetivos de redução de desperdícios e melhoria da produtividade da empresa, uma vez que pode-se reduzir dois dias de *lead time*, o estoque de produto acabado pode ser eliminado e o *setup* pode ser reduzido.

Palavras-Chave: *Lean Thinking*. Mapa de fluxo de Valor. Papelão Ondulado.

## **ABSTRACT**

*Lean* Manufacturing aims to identify non value-added activities to businesses and to mitigate its wastes. Amongst many tools that are able to contribute towards improvements in the businesses, Value Stream Mapping (VSM) is one of the most efficient tools to identify and analyze the working environment and its possible wastes. The research, here presented, aims at applying *Lean* concepts, such as VSM, at a corrugated paperboard production line by mapping the process and later on improving it. In order to achieve such goals, production and data flows will be analyzed. Furthermore, changes will be proposed as a means to enhance the production process. Thus, through VSM tool, reduction in lead time, inventory and time wastes will be sought. In addition to that, possible actions and its implementations will be planned. Finally, the results of this research will show that *Lean* techniques and tools are capable of providing waste reduction and production improvements in the company studied.

**Keywords:** *Lean thinking*. Value stream map. Corrugated cardboard.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Histórico do Pensamento Lean .....	21
<b>Figura 2</b> – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor Atual de montagem de assentos ...	26
<b>Figura 3</b> – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor Futuro de uma Estamparia.....	28
<b>Figura 4</b> - Ciclo de Pesquisa e Ação.....	31
<b>Figura 5</b> - Fluxograma do Processo em destaque processos que agregam valor ....	32
<b>Figura 6</b> - <i>Layout</i> da Unidade de Embalagens .....	35
<b>Figura 7</b> - Processo Produtivo .....	36
<b>Figura 8</b> - Esquema de máquina Onduladeira .....	37
<b>Figura 9</b> - Exemplo de máquina impressora.....	38
<b>Figura 10</b> - Processo de Flexografia.....	39
<b>Figura 11</b> - Mapa do Fluxo Atual.....	47
<b>Figura 12</b> - Principais causas das paradas do processo de ondulação .....	49
<b>Figura 13</b> -Motivo das principais paradas Ward 2.....	51
<b>Figura 14</b> - Fluxo de informações entre a fábrica de embalagens e a fábrica de papel .....	54
<b>Figura 15</b> - Tempo de Ciclo vs. Tempo Takt.....	57
<b>Figura 16</b> - Mudanças de fluxo de material.....	60
<b>Figura 17</b> - Fluxo de informações via Kanbans .....	62
<b>Figura 18</b> - Nivelando a produção com kanban de 30.000 chapas e a onduladeira como marca passo .....	66
<b>Figura 19</b> - Exemplo de escala Poka-Yoke.....	67
<b>Figura 20</b> - <i>Mapa de fluxo de valor futuro</i> .....	68
<b>Figura 21</b> - Horas paradas na procura pelas chapas.....	70
<b>Figura 22</b> - Placas de Identificação das Quadras .....	71
<b>Figura 23</b> - Identificação de quadra e placa.....	71
<b>Figura 24</b> - Leitor, tablets e suportes .....	72
<b>Figura 25</b> - Consulta de Paletes no Processo .....	73
<b>Figura 26</b> - Gráfico de horas paradas atualizado.....	74

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Necessidade de papel mensal separados pelo tipo .....	37
<b>Tabela 2</b> - Custos de Manutenção Corretiva Ward 2 .....	64

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABPO – Associação Brasileira de Papelão Ondulado

ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina

IMVP - International Motor Vehicle Program

MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor

OEE - Overall Equipment Effectiveness (Efetividade Global de um Equipamento)

QFD - Quality Function Deployment – Desdobramento da Função Qualidade

STP - Sistema Toyota de Produção

TPM – Total Productivity Maintenance (Manutenção Produtiva Total)





## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1 Justificativa</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2 Objetivo</b> .....	<b>16</b>
1.2.1 Objetivo geral .....	16
1.2.2 Objetivo específico .....	16
<b>1.3 Delimitação de estudo</b> .....	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 Administração de produção</b> .....	<b>18</b>
2.1.1 Evolução dos sistemas de produção .....	18
<b>2.2 Lean</b> .....	<b>19</b>
2.2.1 Histórico .....	20
2.2.2 Os Oito Desperdícios .....	21
2.2.3 Princípios <i>Lean</i> .....	22
2.2.4 <i>Kanban</i> .....	23
<b>2.3 Mapeamento de fluxo de valor</b> .....	<b>24</b>
2.3.1 Mapa do Estado Atual .....	24
2.3.2 Mapa de Estado Futuro .....	27
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1 Estratégias de Pesquisa</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2 Planejamento da Pesquisa-Ação</b> .....	<b>30</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1 A empresa</b> .....	<b>34</b>
<b>4.2 Seleção da Família de Produtos Estudados</b> .....	<b>35</b>
<b>4.3 O processo produtivo</b> .....	<b>35</b>
4.3.1 Recebimento e estocagem de matéria-prima .....	36
4.3.2 Processo de ondulação .....	37
4.3.3 Processo de conversão .....	38
4.3.4 Processo de Paletização .....	39
<b>4.4 Mapeamento de Fluxo de Valor</b> .....	<b>40</b>
4.4.1 Coletas de dados .....	40

4.4.1.1	Recebimento e estoque de matéria-prima.....	40
4.4.1.2	Processo de Ondulação .....	41
4.4.1.3	Estoque Intermediário .....	42
4.4.1.4	Processo de conversão .....	42
4.4.1.5	Níveis de estoque no Transfer Car .....	43
4.4.1.6	Processo de paletização .....	43
4.4.1.7	Estoque de produtos acabados .....	44
4.4.1.8	Previsões do cliente .....	44
4.4.1.9	Embarque de produtos acabados.....	44
4.4.1.10	Fluxo de informação .....	45
4.4.2	Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual .....	46
4.4.2.1	Resumo das descobertas do MFV atual.....	48
4.4.2.1.1	Estoque de Matéria-prima Elevado .....	48
4.4.2.1.2	Processo de ondulação .....	48
4.4.2.1.3	Estoque intermediário.....	50
4.4.2.1.4	Processo de conversão .....	50
4.4.2.1.5	Transfer Car.....	52
4.4.2.1.6	Processo de paletização .....	52
4.4.2.1.7	Estoque de produtos acabados .....	53
4.4.3	Mapa do estado futuro.....	53
4.4.3.1	Problema 1 - Estoque de matéria-prima .....	53
4.4.3.2	Problemas 2, 3 e 4 - Melhorar OEE, tempo de Setup e estoques intermediários .....	55
4.4.3.3	Problema 2 - Estoque intermediário alto .....	59
4.4.3.4	Problema 7 - Estoques Acabados .....	61
4.4.3.5	Problemas 3 e 5 - Excesso de manutenções corretivas e Melhoria de OEE.....	62
4.4.3.6	Problema 2 - Nivelamento de produção e processo marcapasso .....	64
4.4.4	Implementações realizadas.....	69
<b>4.5</b>	<b>Resumo das descobertas .....</b>	<b>74</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>





## 1 INTRODUÇÃO

Devido à globalização e ao cenário econômico atual com suas constantes mudanças, as empresas devem buscar diferenciais para que conquistem seu espaço e se mantenham no mercado em meio a tanta competitividade. Para a indústria de embalagens de papelão ondulado não é diferente, o mercado global deste produto em 2017 foi avaliado em US\$270 bilhões e tende a atingir uma taxa anual de crescimento composto de 3,5%, ou seja, aproximadamente US \$317 bilhões até 2023 (ZION MARKET RESEARCH, 2018).

No Brasil existem cerca de 220 empresas do ramo de celulose e papel que são distribuídas em cerca de 18 estados. A indústria de papel ocupa o 9º lugar no *ranking* de fabricantes mundiais segundo a Associação Brasileira técnica de Celulose e Papel (ABTCP, 2020) gerando 128 mil empregos diretos e 640 mil empregos indiretos. Em 2017, existia o cadastro de 29 empresas de papelão ondulado atuando em todo o Brasil, enquanto a região sul representava 09 empreendimentos, o que corresponde a 31,03% do mercado nacional (ABPO, 2017). Mediante tamanha concorrência, as empresas devem manter-se atualizadas e utilizar ferramentas que possam contribuir para que o desperdício seja eliminado, os custos sejam reduzidos e a produção seja a mais eficiente possível.

O pensamento *Lean* (em português, “pensamento enxuto”) surgiu por volta de 1950 no Japão, na empresa Toyota com o intuito de eliminar os desperdícios e colaborar para que fossem alcançados os índices de produtividade das empresas norte americanas. O conceito deste sistema consiste num modelo alternativo que pudesse produzir competitivamente produtos distintos e com certa variedade (ALVES FILHO *et al.*, 2019). Com a produção enxuta, observou-se a utilização de ferramentas e técnicas como *Kanban*, QFD (desdobramento da função qualidade), células de trabalho entre outros, que permitem que a produção de determinado produto seja realizada de maneira flexível e possa ser adaptada mesmo que as especificações do produto, como o fluxo de material e as atividades referentes à produção sejam rígidas (MARTINS E LAUGENI 2005). Neste sistema produtivo foram previstos por Ohno (1997) sete desperdícios e atualmente fala-se em oito tipos de desperdícios os quais são transporte, estoque, movimentação, espera, superprodução, excesso de processamento, defeitos e o desperdício de capital intelectual, os quais podem ser identificados, reduzidos ou até eliminados com o auxílio de ferramentas *Lean*.

Diante disso, esse trabalho consiste na investigação do processo produtivo de uma empresa de papelão ondulado do meio oeste catarinense, por meio de uma revisão detalhada sobre *Lean* e suas ferramentas buscando por meio do mapeamento de fluxo de valor diagnosticar os problemas encontrados e fornecer as melhorias necessárias.

## 1.1 Justificativa

O mercado de embalagens de papelão ondulado expandiu-se devido ao crescimento da industrialização, que gerou um incremento nas atividades comerciais internacionais, e juntamente com a expansão de setores como gás, petróleo, energia e indústria química, houve aumento de renda per capita impulsionando a utilização destas embalagens (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2018).

“A expectativa é que o crescimento da indústria global de serviços e bens de consumo alcance US\$ 700 bilhões até 2020. A maioria dos produtos de bens de consumo como conservas, geleias e outros produtos alimentícios é embalada em embalagens de papelão ondulado”. (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2018, p.26).

Com o crescimento deste mercado, surgem avanços nas propriedades do papelão ondulado como a manutenção de temperaturas de resfriamento, a resistência à corrosão, à água e a qualidade do papelão ondulado.

Um desafio que se apresenta é atender às necessidades desse mercado em constante mudança, para isso toda a cadeia de suprimentos, fornecedores e colaboradores devem verificar os requisitos existente e alguns a serem desenvolvidos para a conquista do seu espaço. Será acompanhado o processo de fabricação de caixas de papelão, visto que atualmente existem perdas pela movimentação excessiva de pessoas e materiais, *setup* muito alto nas trocas de pedido e falta de padronização nas células de trabalho. Com a aplicação da abordagem *Lean* são possíveis resultados positivos devido ao desenvolvimento de melhorias baseado no processo estudado. Ao analisar as atividades por meio do MFV é crível ter ações focadas e práticas para reduzir ou ainda eliminar desperdícios, retrabalhos e ainda entender as limitações que podem comprometer o resultado final, a fim de tornar a mesma mais competitiva no mercado em que atua.

## 1.2 Objetivo

### 1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo implantar melhorias no processo de fabricação de caixas de papelão ondulado por meio da abordagem *Lean* visando diminuir custos e desperdícios.

### 1.2.2 Objetivo específico

O trabalho permeia os seguintes objetivos específicos:

- Realizar mapeamento de fluxo de valor desde a onduladeira até a expedição de caixas, focando em impressoras corte e vinco;
- Diagnosticar as perdas e identificar as causas no processo produtivo da fabricação das caixas;
- Avaliar as possíveis melhorias para o processo mapeado;
- Implantar melhorias na linha de produção de acordo com a avaliação das melhorias;

## 1.3 Delimitação de estudo

Este estudo limita-se a uma análise realizada no setor de produção de caixas de embalagens de papelão ondulado. A empresa estudada encontra-se no meio oeste catarinense, considerada de médio porte e com diversos ramos de atuação, foi definida como unidade a ser estudada a de Embalagens de Papelão Ondulado. A corporação é considerada uma das líderes no mercado de embalagens de papelão ondulado, atendendo 18,35% na região sul e no setor de alimentos a mesma é responsável por 35% da demanda nacional.

Nesta unidade são desenvolvidas embalagens de acordo com as especificações e necessidades dos clientes. A produção se dá por máquinas de alta tecnologia por meio de procedimentos e métodos elaborados. Serão analisados os processos de ondulação, conversão e paletização, todos se encontram no mesmo parque fabril. Para a coleta de dados a empresa disponibilizará as informações referentes ao processo produtivo, sejam eles via sistema, análise de processos,

cronometrando tempos, dentre outros.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Administração de produção

O modo como as organizações produzem bens ou serviços é chamada de administração da produção, podendo ser definida também como atividade de gerenciar recursos destinados à produção e disponibilização de bens e serviços (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Outro conceito utilizado refere-se:

“Ao projeto, direção e controle dos processos que transformam insumos em serviços e produtos, tanto para clientes internos quanto para os externos. De modo geral a administração de produção está presente em todos os departamentos de uma empresa”. (KRAJEWSKI, RITZMAN E MALHOTRA, 2009, p. 2)

Para Moreira (2011, p.7), o sistema de produção pode ser definido como “conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou serviços”. Conforme observado, a administração de produção é de grande importância para todas as áreas de uma organização e os sistemas de produção evoluíram com o tempo e de acordo com as necessidades de cada época.

#### 2.1.1 Evolução dos sistemas de produção

Conforme Martins e Laugeni (2005) a produção acompanha a humanidade desde a origem do homem. Primeiramente para benefício próprio e sobrevivência, posteriormente para atender as necessidades de terceiros, surgindo uma produção organizada e artesanal em que haviam prazos e especificações a serem atendidas. Com a Revolução Industrial a produção artesanal começa decair devido ao surgimento das primeiras fábricas, exigindo padronização dos componentes e processos, treinamento de mão de obra entre outros.

Apesar de toda a evolução da produção artesanal com a utilização de máquinas e equipamentos e o aumento da capacidade devido às máquinas a vapor não garantia uma produtividade elevada. Alves Filho *et al.*, (2019) cita a criação de um novo sistema que alcançasse os níveis elevados de produtividade e competitividade, unindo e aprimorando as ideias de Eli Whitney, um representante do sistema de manufatura

americano, de utilizar peças intercambiáveis, gabaritos, acessórios entre outros para aumentar a produtividade; as ideias de Taylor que buscava a eficiência total por meio da decomposição das tarefas de trabalho surge o modelo de Henry Ford.

Grandes volumes padronizados com baixa variação no produto final, linhas de montagens seriadas revolucionando os métodos produtivos e processos que até então existiam abrem espaço para o conceito de produção em massa. Este tipo de produção foi predominante até meados de 1960, quando surgiram novas técnicas produtivas chamada de produção enxuta. (MARTINS; LAUGENI, 2005).

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu a partir de 1960, onde teve que adaptar-se com o mercado pós guerra. A indústria japonesa decide ingressar no sistema de produção em massa, porém tem-se algumas dificuldades com relação aos objetivos da indústria ocidental como a necessidade de produzir uma alta variedade de produtos no limitado mercado doméstico; a sua economia estar devastada com a guerra, juntamente com a dificuldade de importar tecnologias ocidentais. (WOMACK; JONES 2004).

Para resolver estes problemas a Toyota criou seu próprio sistema de produção e utilizou as seguintes soluções (WOMACK; JONES 2004):

- Utilização de fluxo contínuo, uma peça por vez passando em todos os processos sem interrupção;
- Tecnologias altamente flexíveis que permitem produzir uma maior variedade de produtos com *setup* reduzido;
- Redução de erros no processo por meio de identificação do problema com a solução do mesmo;
- Sistema organizado por famílias de produtos, permitindo variedade a um ritmo de produção específico para atender a demanda exigida de cada produto.

Com esta evolução surge um sistema enxuto onde “maximizam o valor adicionado por cada uma das atividades de uma empresa por meio da eliminação de recursos desnecessários e demoras excessivas” (KRAJEWSKI, RITZMAN; MALHOTRA 2009, p.288)

## **2.2 Lean**

O *Lean* tem sido bastante utilizado nos mais diversos segmentos devido aos

seus princípios, “mover-se na direção de eliminar todos os desperdícios de modo a desenvolver uma operação que é mais rápida, confiável, produz produtos e serviços de mais alta qualidade e acima de tudo, opera com custo baixo” (SLACK, CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 452).

A produção *Lean* para Moreira (2011, p. 508):

“É um novo processo de produção que cobre a empresa toda, englobando todos os aspectos industriais (desenvolvimento de produtos, manufatura, organização e recursos humanos, apoio ao cliente) e incluindo as redes de consumidores e fornecedores. Esse novo processo de produção é governado por um conjunto sistematizado de princípios, métodos e práticas. Alguns dos princípios-chaves da produção enxuta são: qualidade perfeita logo de início, minimização de desperdício pela eliminação de todas as atividades que não acrescentam valor, melhoria contínua, flexibilidade e relacionamentos a longo prazo.”

A seguir será apresentado um breve histórico da produção *Lean*, os princípios e desperdícios.

### 2.2.1 Histórico

O termo *Lean Manufacturing* surgiu de um *best-seller* chamado de: A máquina que mudou o mundo, uma vez que o livro apresentava o processo de transformação da indústria automotiva, partindo da produção manual, passando pela produção em massa até chegar ao pensamento *Lean*. O modelo *Lean* foi identificado por pesquisadores associados ao *International Motor Vehicle Program* (IMVP), cujos estudos focaram para a produção do livro a competição existente na indústria automotiva conforme argumenta Moreira (2009, p.508). Está apresentado na Figura 1 um breve histórico do *Lean* desde o seu início com linhas de montagem até a mentalidade enxuta de hoje.

Figura 1 - Histórico do Pensamento *Lean*

Fonte: SEIBEL; SILENE (2014, P.26)

O Japão após a guerra estava destruído e precisava se diferenciar do ocidente em relação a produção em massa, foi então que Taichi Ohno o administrador criou um sistema alternativo onde são possíveis identificar sete desperdícios (ALVES FILHO *et al.*, 2019, p.25). Com a visível melhora em sua economia e a recuperação pós guerra, as economias americanas e europeias estavam em recessão e começa a surgir o interesse pelo método de produção da Toyota.

Assim o Sistema Toyota de Produção foi estudado pelo Ocidente e foi evoluindo como é conhecido hoje *Lean*.

### 2.2.2 Os Oito Desperdícios

Para o sistema Toyota foram identificados sete tipos de desperdícios, aplicados tanto para serviço quanto manufatura. Conforme Slack, Chambers e Johnston (2009):

- Superprodução – Produzir mais do que o necessário para suprir a demanda, sendo considerada a maior fonte de desperdício pelo sistema Toyota.
- Tempo de espera – Referente ao tempo de espera dos materiais, que produzem sem necessidade um estoque no processo.

- Transporte – Movimentações de materiais e estoque pela fábrica que não agrega valor ao produto.
- Processo – Realização de operações desnecessárias, que não agregam valor e podem ser eliminadas.
- Estoque – todo e qualquer estoque que seja superior a demanda, devem ser eliminados.
- Movimentação – Excesso de movimentação não agregando valor ao produto ou serviço, simplificar o trabalho reduz desperdícios de movimentação.
- Produtos defeituosos – problemas de qualidade é um dos mais significativos na operação, os custos são maiores do que os mostrados.

Alguns autores citam um oitavo desperdício: o Capital intelectual. O fluxo de comunicação deve ocorrer dentro da empresa, entre a empresa e seus *stakeholders* e quando o mesmo não existe inibe-se a criatividade, novas ideias e oportunidades. (DENNIS, 2008).

Dentro da empresa isto pode significar a subutilização do conhecimento humano e da criatividade, pois as empresas definem funções a serem desempenhadas e não consideram os colaboradores quando existe necessidade de mudanças e novas ideias. Os mesmos podem ser fontes para uma compreensão mais profunda e adequada do processo assim como podem agregar com ideias para executar as atividades com mais qualidade, velocidade e conforto. Assim como fornecedores e clientes podem colaborar podem agir de maneira que ambos se beneficiem.

Os desperdícios devem ser identificados dentro da cadeia de valor, ou seja todas as etapas devem ser desenhadas e avaliadas para que posteriormente sejam descobertas as causas raiz e o desperdício seja eliminado.

### 2.2.3 Princípios *Lean*

O pensamento *Lean* é composto de cinco princípios, que são identificados conforme Womack e Jones, (2004):

- Valor – definido pelo cliente final, deve definir o que é valor em termos de produto, para um cliente específico, com necessidades e preços específicos.
- Fluxo de valor – conjunto de ações específicas necessárias para se levar um

produto específico por todas as tarefas gerenciais críticas, sejam as que criam valores, as que não criam valores mais se fazem necessárias e as que não criam valor e devem ser eliminadas.

- Fluxo – Depois de especificar o valor com precisão e do fluxo de valor ter sido mapeado com os desperdícios eliminados deve-se fazer com que as etapas restantes que criam valor fluam, exigida nesta etapa uma mudança de mentalidade.
- Puxar – Após todos os princípios anteriores estarem implementados, a organização terá a possibilidade de projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente quer.
- Perfeição – deve ser buscada por meio da melhoria contínua, após seguirem-se os quatro princípios anteriores, percebe-se pelos envolvidos que após todo o processo, o produto entregue ao cliente é mais próximo do que ele quer.

Para conseguir alcançar estes princípios são utilizadas ferramentas como o mapa de fluxo de valor, que avalia todo o processo definindo o que agrega valor ao produto e o que é desperdício, 5S que se trata de um conjunto de normas aplicadas nas empresas para organização e manutenção do ambiente de trabalho além do combate de perdas e desperdícios, o método Kanban para controle do fluxo de produção entre outras que serão apresentadas a seguir.

#### 2.2.4 Kanban

Kanban significa “registro visível” ou “cartão” em japonês, refere-se a cartões usados para controlar o fluxo de produção dentro de uma fábrica.” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p.295)

Martins e Laugeni (2005) citam que sistemas *just in time* utilizam-se deste método simples chamado *Kanban*, para autorização de produção e movimentação de materiais. São sistemas de controle físico em que são assinaladas as maiores necessidades de material e garantidos que os mesmos sejam produzidos e entregues para a produção a tempo de serem utilizadas.

Existem dois tipos de cartões Kanbans, os de produção e de transporte. Os *kanbans* de movimentação, incluem detalhes como descrição de item, localização de

origem e destino. O cartão de produção conta com informações de uma ordem de produção com código, descrição e quantidade de produção. (ALVES FILHO *et al.*, 2019).

### **2.3 Mapeamento de fluxo de valor**

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa da produção enxuta que busca eliminar os desperdícios. Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra, (2009, p. 298)

“[...] O mapeamento de fluxo de valor (MFV) é útil pois cria um ‘mapa’ visual de cada processo envolvido no fluxo de materiais e informações na cadeia de valores de um produto. Estes mapas consistem em um desenho do estado atual, um desenho do estado futuro e um plano de implementação. [...]

Para Rother e Shook (2003, p. 4) o MFV é uma ferramenta importante pois permite visualizar além de processos individuais, o fluxo; ajuda a identificar a fonte dos desperdícios no fluxo de valor; mostra a relação do fluxo de informação e do fluxo de material; além de formar a base de um plano de implementação; agrupa conceitos e técnicas enxutas.

O mapeamento do fluxo de valor, a princípio, segue as etapas de seleção de uma família de produtos, seguido do desenho do mapa de estado atual com a coleta de informações para que seja desenvolvido uma proposta futura. Estas construções do estado atual e futuro são realizadas de maneira conjunta pois muitas vezes ao desenvolver o mapa atual são verificadas informações para o mapa futuro e ao se desenhar o mapa futuro são observados itens não considerados importantes na construção do mapa atual.

#### **2.3.1 Mapa do Estado Atual**

Conforme Rother e Shook (2003) para iniciar o mapa do estado atual deve ser considerada a planta de fora a fora, com o desenho dos processos existentes como um fluxo. Posteriormente pode-se focar individualmente cada tipo de processo. O mapa irá começar pelas demandas do consumidor tendo como próximo passo desenhar os processos básicos de produção onde devem constar informações como tempo de ciclo, tempo de troca, disponibilidade, tamanho dos lotes, número de

operadores entre outros. Em cada etapa do processo pode haver estoques a serem considerados. Bem como fornecedores e a expedição do material. Tendo todos os dados em mãos cria-se uma linha do tempo, considerando que quanto menor o *lead time*, menor será o tempo entre a entrada da matéria-prima até a entrega do produto.

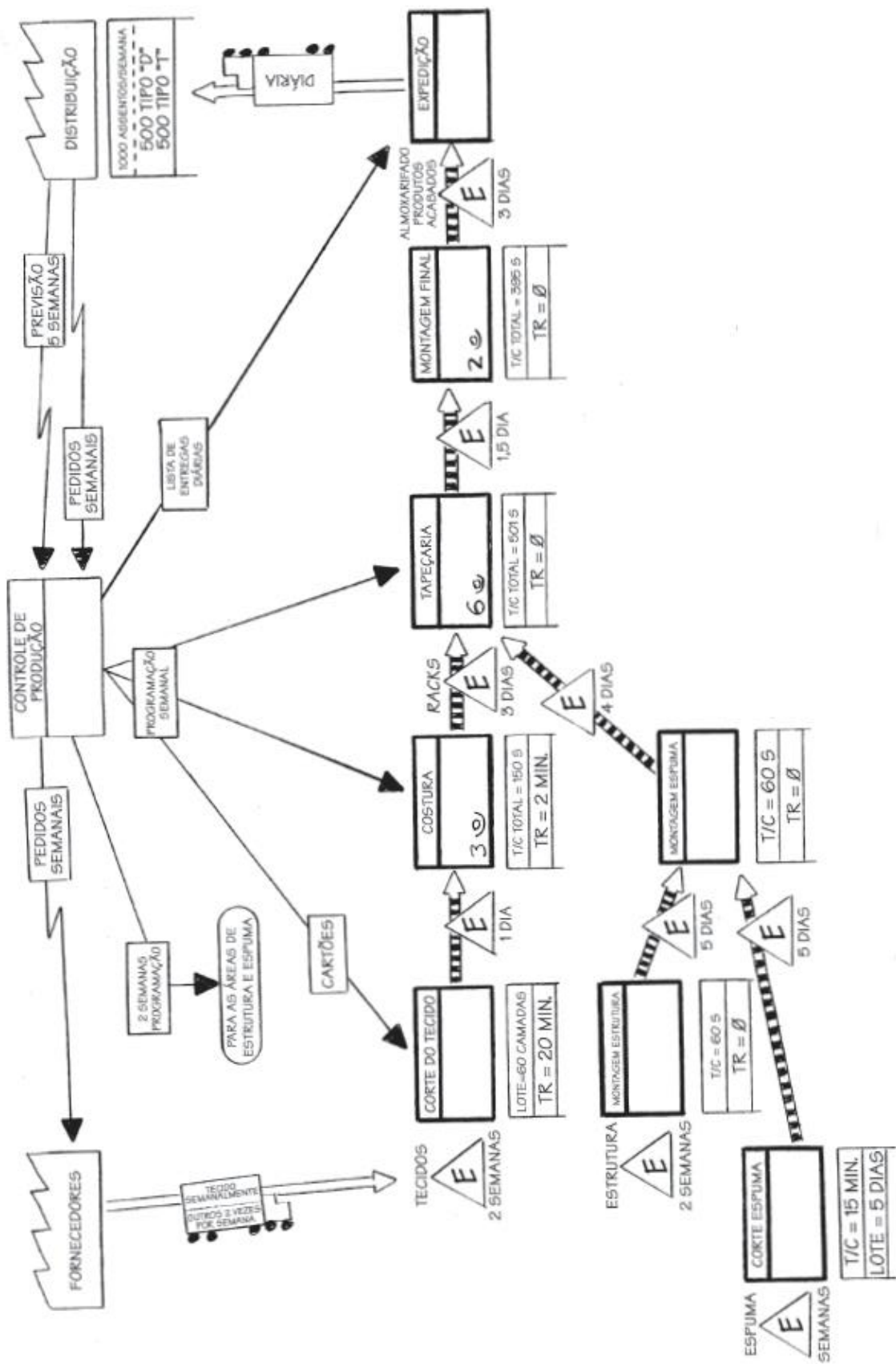
Simplificando pode-se seguir a sequência a seguir para o mapeamento:

1. Identificar o cliente;
2. Identificar processos, equipamentos e recursos;
3. Identificar estoques;
4. Identificar fornecedores;
5. Identificar os fluxos externos e os internos de materiais;
6. Identificar o fluxo de informação;
7. Identificar o *lead time* de produção.

O mapa sempre deve refletir a realidade, sendo objetivo e mapeando principalmente os processos dos quais suspeita-se desperdício. Está apresentado na Figura 2 um exemplo de mapa de fluxo de valor, onde todos os itens anteriores estão desenhados.



Figura 2 – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor Atual de montagem de assentos



FONTE: ROTHER E SHOOK (2003)

### 2.3.2 Mapa de Estado Futuro

Para a segunda etapa do mapeamento desenha-se um mapa de estado futuro, identificando possíveis melhorias do sistema e produto de maneira que seja produzida quanto o cliente precisa e quando precisa, visando eliminar todo o tipo de desperdício. (ROTHER; SHOOK, 2003)

Algumas questões básicas são abordadas por Rother e Shook (2003) para uma boa análise e desenho do mapa de estado futuro:

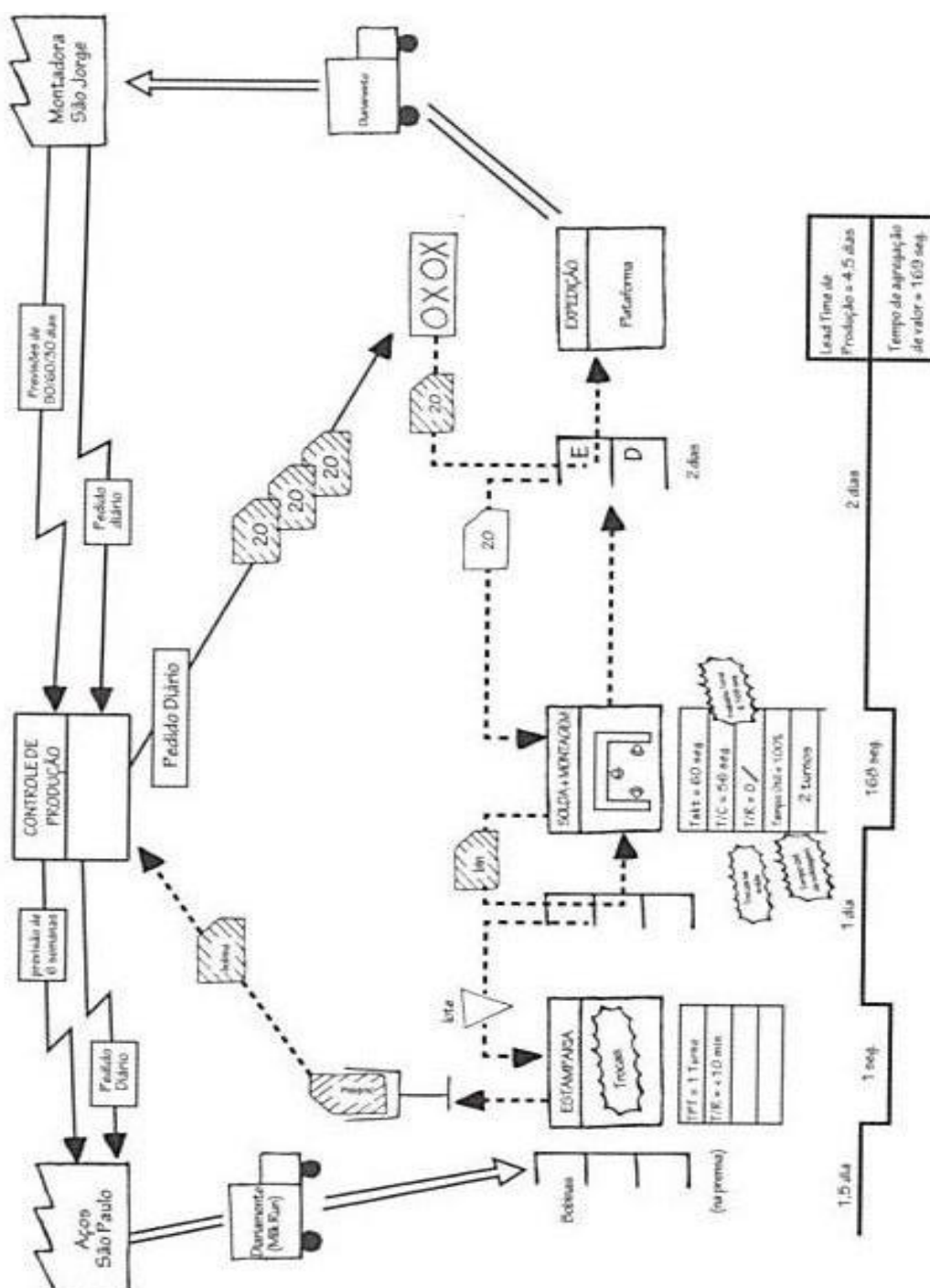
- Qual é o *takt time*?
- A produção é diretamente para expedição ou irá a algum supermercado de produtos acabados?
- Onde pode ser utilizado o fluxo contínuo?
- Onde deverão ser introduzidos processos puxados a fim de controlar a produção nos processos anteriores?
- Em que ponto único da cadeia de produção (processo puxador) deverá ser programada a produção?
- Como será nivelado o *mix* de produção no processo puxador?
- Que incremento de trabalho será liberado uniformemente do processo puxado?
- Quais melhorias de processo se fazem necessários para fluir o fluxo de valor?

Para dar continuidade a esta etapa, um dos mais importantes conceitos da filosofia enxuta deve ser abordado o *Takt time*, o mesmo é considerado a taxa de operações necessária para atender à demanda do cliente, sendo expressa como o tempo entre operações sucessivas e geralmente medido em segundos. O '*Takt time*' é frequentemente diferente da taxa na qual a produção deve ser realizada. A taxa de produção deve ser mais rápida do que o '*Takt time*' para permitir que a empresa atenda à demanda do cliente. Além disso, a organização deve entender que '*Takt time*' é uma mera média que está sujeita ao distanciamento da demanda real do cliente. O '*Takt time*' no estado futuro VSM serve a dois propósitos principais, ele permite identificar gargalos no sistema que podem ser melhorados e orientar a produção a produzir apenas o necessário para atender a demanda eliminando assim, a superprodução. O cálculo do *Takt time* se dá por:

$$Takt\ time = \frac{\text{Tempo disponível de produção}}{\text{Demanda}} \quad (1)$$

Depois de saber o que é *Takt time*, busca-se eliminar todos os tipos de desperdícios, seguindo as questões anteriores devem ser feitas anotações no mapa de fluxo futuro, considerando planos de melhoria e implementação dos mesmos para que se evite os desperdícios. Na Figura 3 temos o exemplo do mapa de estado futuro.

**Figura 3** – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor Futuro de uma Estamparia



FONTE: ROTHER E SHOOK (2003)

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Estratégias de Pesquisa

Cada projeto científico possui um método de pesquisa mais adequado à especificidade de seu trabalho, e deve utilizar o mesmo para o seu desenvolvimento. Conforme Collis e Hussey (2005) as pesquisas científicas são classificadas em relação a quatro critérios:

- Objetivo de pesquisa: motivo que a pesquisa está sendo realizada, podendo ser exploratória onde existem poucos ou até nenhum estudo prévio para se buscar informações; descritiva onde são descritos os comportamentos dos processos; analítica onde além de descrever os fenômenos tenta-se entender os mesmos; por fim preditivo onde ocorre uma previsão de determinada situação ocorrer em outro lugar por meio da análise dos fenômenos ocorridos.
- Processo de pesquisa: como os dados serão analisados e coletados, podem ser qualitativas que examinar e refletem o entendimento dos acontecimentos; e quantitativa onde os dados coletados e analisados são numéricos podendo se aplicar testes estatísticos.
- Lógica de pesquisa: indica se a pesquisa vai do geral ao mais específico ou vice versa. Indutiva quando inferências são induzidas em casos particulares ou dedutiva em que dados de casos particulares são deduzidos de inferências gerais.
- Resultado da pesquisa: aponta se a pesquisa é para resolver determinado problema ou ampliar o conhecimento sobre o assunto, pode ser considerada aplicada quando o estudo é colocado a um problema existente ou básico em que é realizado para aumentar o entendimento de questões gerais.

Baseada nesta classificação esta pesquisa pode ser considerada de caráter exploratório uma vez que busca estudar e conhecer de *Lean* aplicada a uma indústria de embalagens de papelão ondulado, visando assim ampliar o conhecimento do tema. O processo de pesquisa é tanto qualitativo quanto quantitativo, pois a coleta e análise de dados serão feitas por mensuração de fenômenos e levantamento de dados numéricos para análise. A lógica apresentada pela pesquisa é indutiva pois tem-se um

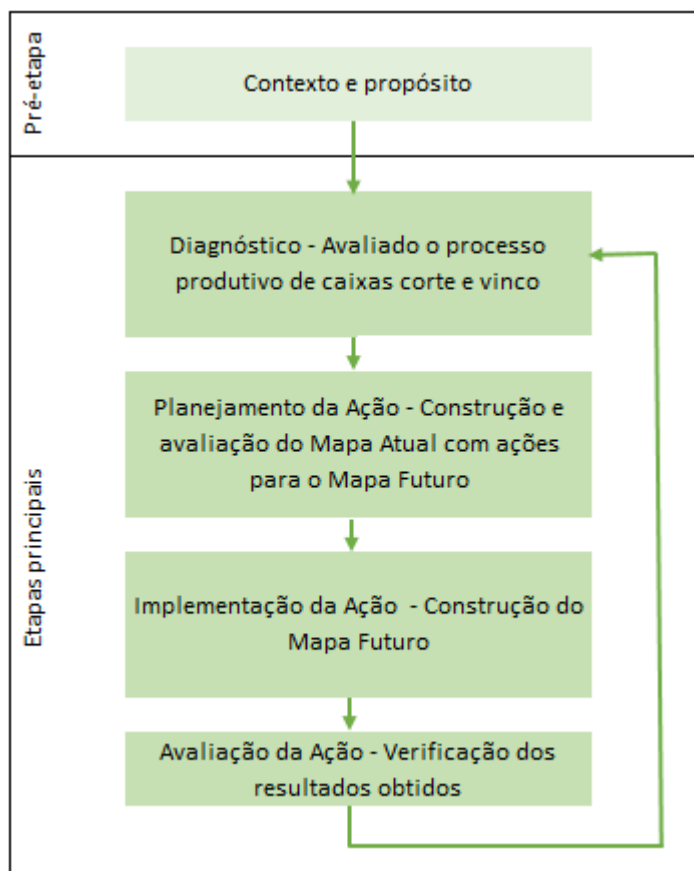
caso particular em que inferências foram induzidas, de um caso específico passou-se a criar um padrão de processo.

Por fim, com relação aos resultados esperados a pesquisa, consiste em uma pesquisa aplicada, pois podem ser aplicadas melhorias na empresa estudada.

Tendo em vista o problema de pesquisa e as características da mesma o método de pesquisa a ser utilizado é Pesquisa-Ação, pois é uma pesquisa com ação e não sobre uma ação, contribui para a ciência e para a organização, existe cooperação entre o pesquisador e os pesquisados, visão holística para abordar o problema de pesquisa de maneira ampla, foco na mudança e aplicação de diversas técnicas com diagnóstico para que se possa planejar as ações a serem aplicadas. (ALVES FILHO *et al.*, 2019).

### **3.2 Planejamento da Pesquisa-Ação**

A primeira etapa para realização da pesquisa-ação consiste em uma das mais importantes para que se alcance o objetivo do trabalho, deve-se justificar o porquê ações devem ser tomadas, qual é a necessidade do projeto ou seja esclarecer e criar um diagnóstico de uma situação vivenciada ou um problema existente que se quer melhorar ou ainda resolver. Na Figura 4, consta o ciclo de pesquisa-ação que será seguido pelo presente estudo.

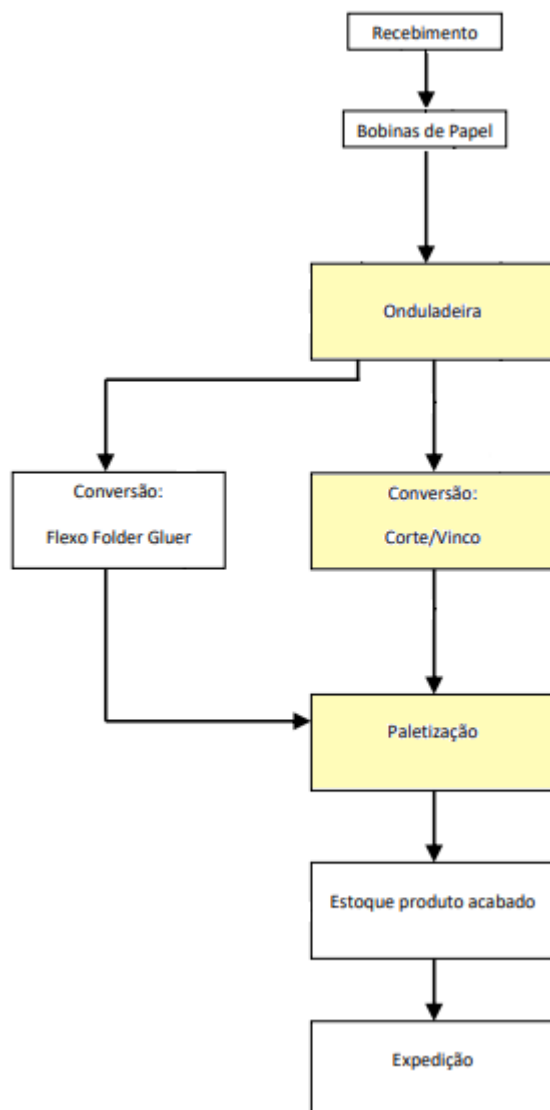
**Figura 4 - Ciclo de Pesquisa e Ação**

FONTE: Adaptado de Alves Filho *et al* (2019)

O ciclo de pesquisa-ação se desenvolve em tempo real e necessita de uma justificativa para a ação, deve existir uma compreensão do contexto em que está inserida e destacar a necessidade e o desejo de realização do projeto. Além da compreensão identificam-se as forças externas e qual a sua potencialidade e demanda sobre o sistema. Para encerrar esta etapa deve ser estabelecido um comprometimento entre a equipe que irá participar do projeto e o pesquisador (ALVES FILHO *et al.*, 2019).

O presente trabalho foi realizado numa indústria do ramo de papel e celulose, no meio oeste catarinense cuja atuação se dá especificamente na área de embalagens de papelão ondulado, para a realização do trabalho realizou-se uma pesquisa das etapas de produção. Conforme está apresentado no fluxograma da Figura 5.

**Figura 5** - Fluxograma do Processo em destaque processos que agregam valor



Fonte: A autora (2020)

O processo, como pode ser visto inicia-se com o recebimento de matéria-prima, passando pelos processos de ondulação, conversão e paletização para posteriormente serem expedidos. Deve ser considerado que durante este estudo todo o processo produtivo será avaliado na questão de movimentações e procedimentos para realização de tarefas. Dados quantitativos serão retirados dos *softwares* de produção (Trimbox® e Sapiens®) e os dados qualitativos serão realizados por meio de entrevistas com envolvidos do processo e observação.

Esta etapa do ciclo é o diagnóstico, uma vez que todo o processo é avaliado e todos os dados são coletados. Segue-se agora para o planejamento da ação, onde os dados são tratados e o mapa de estado atual é desenhado, nele serão identificados

possíveis problemas que podem vir a ser solucionados com algumas ações, estas ações deverão ser implementadas na construção do mapa futuro, que após a sua verificação dará fim ao ciclo de pesquisa-ação. A seguir será apresentado o processo produtivo e a coleta de dados de cada etapa do MFV atual.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresentará uma breve descrição do processo produtivo e como foi realizada a coleta de dados de cada etapa. Em seguida apresenta-se o mapa de fluxo valor atual, onde são apresentadas as descobertas feitas e os problemas enfrentados pela empresa estudada. E por fim, foram apresentadas possíveis sugestões para resolução ou melhoria dos problemas por meio do mapa de fluxo de valor futuro e apresentam-se as implementações realizadas.

### 4.1 A empresa

Fundada em 1942, a empresa começou sua jornada no segmento madeireiro com uma estrutura simples, procurando acompanhar o desenvolvimento do segmento madeireiro começou a investir em máquinas e equipamentos de alta tecnologia. Estes investimentos proporcionaram uma verticalização dos ramos de atuação, permitindo uma ampliação na gama de produtos e conquista de novos mercados e clientes.

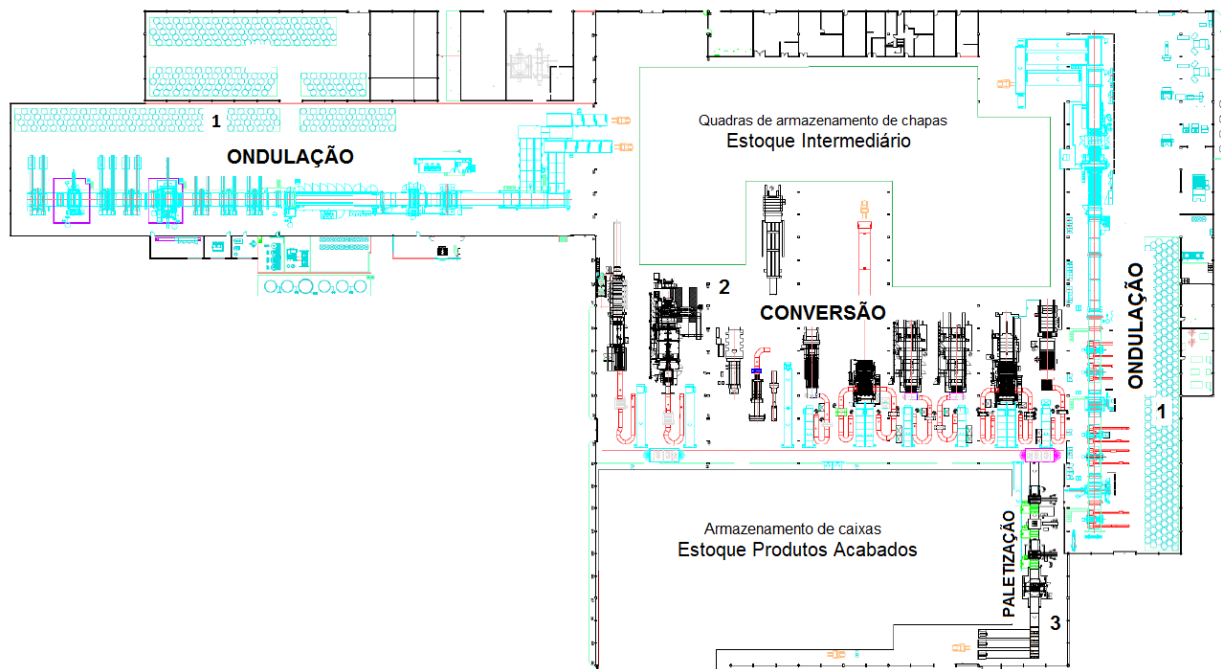
Atualmente a empresa possui cinco unidades de negócio, Florestal, Madeireira, Papel, Embalagem e Energia Elétrica. Os principais produtos são madeira serrada e beneficiada, paletes, painéis, molduras, portas, kits de portas, modulados, papel para embalagens, chapas e caixas de papelão ondulado, energia elétrica e o plantio de florestas produtivas, desde a produção de mudas até a colheita. A empresa possui processos produtivos automatizados em todas as suas unidades, que funcionam de forma integrada.

A unidade escolhida para o presente trabalho é a unidade de Embalagens. A mesma conta com 600 funcionários e nela são produzidas chapas e caixas de papelão ondulado para alimentos, higiene, limpeza, eletrodomésticos entre outros.

São processados por mês cerca de 16 mil toneladas de papel para atendimento a demanda. Os principais clientes estão localizados na região sul e sudeste, assim como os seus principais fornecedores. Os principais processos produtivos da empresa são: ondulação, conversão e paletização. Na Figura 6 apresenta-se o *layout* da

empresa com os processos identificados.

**Figura 6** - Layout da Unidade de Embalagens



Fonte: A autora (2020)

## 4.2 Seleção da Família de Produtos Estudados

Para mapear o fluxo de valor, é importante limitar o escopo que está sendo analisado. Conforme Rother & Shook (2009), deve-se selecionar uma família de produtos, grupo que compartilha de processos semelhantes. Nesse caso, foi selecionada a família de caixas corte e vinco que passam pelo processo de conversão da impressora Ward 2.

A razão para isso é que a impressora produz caixas corte e vinco, com impressão de quatro cores e a largura de chapa que pode ser convertida na máquina chega a 2.870 mm, dependendo do arranjo das formas pode-se produzir até oito caixas por batida o que gera uma excelente produtividade, abrangendo desde caixas pequenas até caixas de área maior. Portanto, esta família de produtos corresponde a 17,5% da produção total da unidade, uma vez que os principais consumidores destas caixas pertencem ao setor alimentício.

## 4.3 O processo produtivo

O processo produtivo de caixas de papelão pode ser visto na Figura 7, e o mesmo se inicia com o recebimento da matéria-prima, que é armazenada e posteriormente utilizada no processo de ondulação para a formação das chapas onduladas. Estas são armazenadas no estoque intermediário aguardando a sua conversão em caixas, para que em seguida sejam amarradas e paletizadas para envio aos clientes.

**Figura 7 - Processo Produtivo**



Fonte: A autora (2020)

Este fluxo de processos representa a fronteira do mapeamento do fluxo de valor. A aquisição de matéria-prima se dá a partir de previsões de demanda elaboradas anualmente e depois ajustadas mensalmente. Os processos posteriores trabalham com o sistema *make-to-order*, onde a produção só se inicia depois do pedido ser aprovado. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009)

#### 4.3.1 Recebimento e estocagem de matéria-prima

A matéria-prima utilizada para a fabricação da caixa de papelão ondulado é o papel. A unidade de papel produz até 10,2 mil toneladas de papel por mês obtido a partir de fibras recicladas, sendo que toda a produção é utilizada na fábrica de embalagens. São fabricados três tipos de papel pardo: capa, miolo e *Kraft*, e os mesmos são produzidos em diferentes larguras que variam de 2.000 a 2.500 milímetros.

Além do papel produzido, são comprados de terceiros cerca de 6 toneladas de papel para atingir a produção necessária. As bobinas chegam à fábrica de embalagens diariamente por meio de caminhões que normalmente transportam de 4

a 5 bobinas. No geral, a estocagem média mantida em todos os locais de armazenamento gira em torno de 12 mil toneladas. A seguir na Tabela 1, apresenta-se a média de papéis utilizados por mês para atendimento à demanda.

**Tabela 1** - Necessidade de papel mensal separados pelo tipo

Necessidade de Papel	
Descrição Papel	Tonelada
Miolo Terceiro	4.000
Miolo Próprio	4.420
Capa Própria	4.750
Kraft Terceiro	1.000
Kraft Próprio	1.450
Capa Branco Terceiro	350
<b>Total</b>	<b>15.970</b>

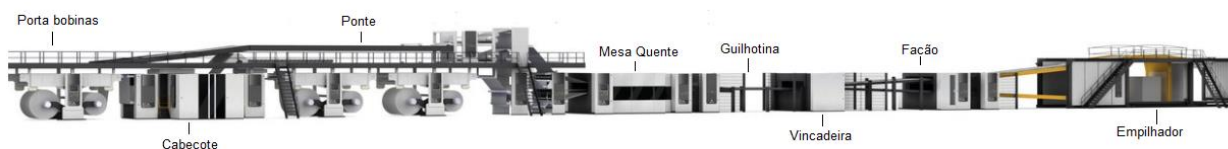
Fonte: A autora (2020)

O estoque é conferido diariamente por colaboradores que “coletam” as bobinas por meio de um leitor de código de barras e comparam com os dados do sistema para realização do inventário.

#### 4.3.2 Processo de ondulação

O processo de ondulação que gera as chapas de papelão ondulado é realizado pela máquina onduladeira, que se trata de um conjunto de máquinas em linha que são projetadas para produzir a chapa ondulada em um processo contínuo. As principais partes são mostradas na Figura 8:

**Figura 8** - Esquema de máquina Onduladeira



Fonte: Adaptado Corrugated BHS (2020)

Esta máquina realiza todas as etapas para a confecção das chapas de papelão, desde a colagem do papel até o corte e empilhamento das chapas. O processo é contínuo, 24 horas por dia e as trocas de pedido são realizadas com a máquina em

funcionamento tendo sua velocidade reduzida. Após serem produzidas, as chapas são armazenadas no estoque intermediário localizado próximo das impressoras.

#### 4.3.3 Processo de conversão

Existem duas tecnologias principais para a realização do processo de conversão, dobragem flexográfica ou corte rotativo. O processo de produção das duas basicamente é o mesmo. Estão apresentadas na Figura 9 suas unidades, sendo elas: são apresentadas as unidades delas, conforme mostrado na Figura 9, são elas:

- Unidade de alimentação
- Unidade de impressão
- Unidade de corte
- Coladeira (não disponível nas máquinas corte e vinco)

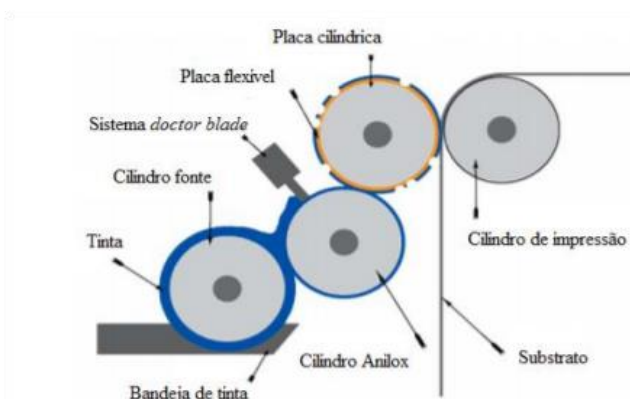
**Figura 9** - Exemplo de máquina impressora



Fonte: A empresa (2020)

O processo de conversão começa com a alimentação da máquina com as chapas que passam por rolos de impressão que aplicam as cores na arte desejada. Na empresa estudada, as impressoras podem imprimir em até 4 cores diferentes, onde cada cor é aplicada separadamente seguindo uma sequência da tonalidade mais clara para a mais escura. A impressão é feita por Flexografia, que pode ser vista na Figura 10.

**Figura 10** - Processo de Flexografia



Fonte: Bautista *et al.* (2017)

Após ser impressa, a chapa é dobrada e cortada por uma forma que dá o formato de caixa definido pelo cliente. O processo final de conversão é amarrar as caixas em pequenas pilhas de 25 unidades, que são montadas em um palete, sendo transferidas por meio de um carro de transferência para o último processo que é o de paletização.

O controle do processo de conversão é realizado com a retirada de uma caixa recém impressa, onde são conferidas as medidas, as cores com o padrão definido pelo cliente e posteriormente, se necessário, realizado os ajustes.

#### 4.3.4 Processo de Paletização

O processo de paletização é o último processo antes da expedição. As saídas das impressoras são ligadas por meio de esteiras a um carro de transferência. Após serem alinhados e montados, os paletes passam por uma envolvedora de filme, que faz o embalagem. Ao passar pela envolvedora, as esteiras levam os paletes até o estoque do produto acabado. Os paletes prontos para embarque são armazenados em corredores específicos dentro do estoque de produtos acabados esperando para

serem despachados.

#### **4.4 Mapeamento de Fluxo de Valor**

Nesta seção será apresentada a coleta de dados para a construção do mapa, as descobertas realizadas com o mapa e as possíveis implementações que poderiam ser realizadas para melhoria dos processos.

##### **4.4.1 Coletas de dados**

A empresa estudada atua 24 horas por dia e 7 dias por semana. A operação é dividida em três turnos de 8 horas com um intervalo de 40 minutos para refeição e descanso. Ao longo do processo, diferentes tipos de matéria-prima são utilizados, como exemplo podemos citar o processo de ondulação que se utiliza de bobinas de papel, enquanto o processo de conversão utiliza-se de chapas. Para facilitar o entendimento, toda matéria-prima foi transformada em quantidades de caixas que podem ser produzidas com a mesma. Estas mudanças tendem a facilitar o entendimento com relação a qual o impacto cada etapa do processo oferece sobre o produto final. Deve-se lembrar que foram utilizados valores médios e que processos e estoques compartilhados foram calculados por meio do percentual de participação na demanda total da família de produtos escolhidas, ou seja corresponde a 17,5%.

Na empresa, existem dois *softwares* principais sendo usados para compartilhar informações; *Sapiens*® e *Trimbox*®. O *Sapiens*® é um *software* ERP especializado em gestão empresarial, é utilizado por todos os departamentos que não estão diretamente ligados aos processos de produção. O *Trimbox*® é um *software* MRP especializado na produção de embalagens de papelão ondulado, utilizado pelo chão de fábrica e áreas de apoio ligadas diretamente a operação. Os dados para a construção do mapa serão retirados destes softwares.

##### **4.4.1.1 Recebimento e estoque de matéria-prima**

A empresa recebe, em média, 165 bobinas por dia. Esse montante é uma combinação das bobinas que são produzidas na fábrica de papel e as bobinas que são compradas de outras empresas. Em média, um caminhão transporta de 4 a 5



bobinas de cada vez, o que dá cerca de 33 cargas por dia.

No momento da coleta, foram contabilizadas 6.909 toneladas de papel armazenadas nos depósitos da fábrica, que consistem em cerca de 2.935 bobinas considerando o peso médio de 2,35 toneladas, porém esses papéis são de uso compartilhado com todas as impressoras e conjugações do processo de ondulação. Tendo em vista que a família selecionada para o MFV representa 17,5% das vendas previstas para o mês, o mesmo pode ser considerado em termos de utilização de papel. Portanto, 513 bobinas equivalem a demanda mensal para a família estudada.

No entanto, para fazer sentido o mapeamento, as bobinas precisam ser transformadas em caixas. Essa transformação requer alguns dados retirados do sistema *Trimbox*® e *Labpapel*®, são eles:

- O peso médio da bobina é de 2,35 T;
- A média prevista de gramatura é 500 g/m<sup>2</sup>;
- A área média das caixas produzidas dessa família é de 0,489 m<sup>2</sup>;
- Para produzir uma caixa, são necessárias 3 camadas de papel;

Como resultado, ao considerar todas as premissas acima, o número de caixas da família selecionada que poderiam ser fabricadas é de 1.643.558 caixas. Esses casos equivalem a 4,31 dias da previsão do mês.

#### 4.4.1.2 Processo de Ondulação

O processo de ondulação é o primeiro processo que agrega valor ao produto e é compartilhado entre onze impressoras ativas. A família de produtos selecionada utiliza apenas 17,5% do tempo disponível da máquina de ondulação.

Para a máquina de ondulação, o tempo de troca ocorre apenas quando é trocado o tipo de onda, pois nesse caso devem ser trocados os rolos corrugadores. Em outras palavras, o tempo de troca não ocorre a cada troca de pedido, essas trocas são feitas mediante redução de velocidade. Os dados necessários para que se ilustre o estado atual são:

- Tempo de ciclo (C/T) da máquina de ondulação desde a introdução do papel até a saída na esteira após o término do processo.
- A existência de um tempo de troca ou *setup* (C/O).



- A quantidade de tempo que a máquina está funcionando em comparação com o tempo disponível para operar a máquina (*Uptime*).
- O tempo total que a máquina está disponível para funcionar.
- O número de operadores necessários na máquina.
- O percentual de refugo (S).
- Eficiência geral do equipamento (OEE).

O tempo de ciclo e o tempo de troca foram coletados por meio de estudo dos tempos do processo. O tempo de atividade e o tempo total são retirados de relatórios do *Trimbox*®, assim como o cálculo do OEE cujos dados são retirados do software *Trimbox*® e repassados pelo setor de PCP. O número de operadores foi coletado baseado em entrevistas com o encarregado da máquina e o percentual de refugo é um dado preenchido pelo setor de planejamento e controle de produção em planilhas do Excel.

#### 4.4.1.3 *Estoque Intermediário*

No inventário de estoque intermediário, os dados necessários para ilustrar a situação atual são:

- A quantidade de caixas armazenadas no momento
- Quantos dias a quantidade de casos representa na previsão

O estoque intermediário é dividido em quadras numeradas que estão vinculados a uma impressora específica. No estado atual, existe o equivalente a 257.424 caixas da família escolhida armazenadas em chapas de papelão ondulado. Essas caixas correspondem a 16 horas e 11 minutos de produção necessária para todo o mês.

Estas informações são repassadas pelo setor de planejamento e controle de produção diariamente retiradas do software *Trimbox*®.

#### 4.4.1.4 *Processo de conversão*

O processo de conversão é o segundo que agrega valor na fabricação de uma caixa. A impressora Ward 2, fabrica a família de produtos selecionadas. Semelhante ao processo de ondulação, os mesmos dados citados na seção 4.4.1.2 precisam ser

coletados para dar uma visão realista de como a máquina opera. O tempo de ciclo foi coletado por meio de estudo dos tempos do processo. O tempo de troca, tempo de atividade e o tempo total são retirados de relatórios do *Trimbox*®, assim como o cálculo do OEE. O número de operadores foi coletado baseado em entrevistas com o encarregado da máquina e o percentual de refugo é um dado emitido pelo setor de planejamento e controle de produção por meio planilhas do Excel.

#### 4.4.1.5 Níveis de estoque no *Transfer Car*

O *Transfer Car* consiste em um veículo utilizado para transportar qualquer tipo de material dentro de uma planta fabril, o mesmo percorre trilhos passando por todas as saídas das conversoras. O nível de estoque do *Transfer Car* não é um estoque em si, na verdade, é a quantidade de caixas paletizadas, ainda não embaladas, que estão a caminho da linha de paletização depois de saírem das impressoras. Seu impacto para o estoque quase não existe, devido a apenas transportar o material de um processo para o outro.

No entanto, em uma organização enxuta, qualquer forma de acúmulo de materiais deve ser tratada e contabilizada. Portanto, para ilustrar a situação atual da quantidade de estoque em transporte entre os processos, os dados necessários são:

- A quantidade de caixas transportadas no momento
- Quantos dias a quantidade de casos representa na previsão

No momento, existem cerca de 8.100 caixas estão sendo transportadas em um determinado período pelo carro de transferência. Essa quantidade de caixas representa 31 minutos da demanda total do mês.

Para a coleta destes dados, houve o acompanhamento do *Transfer Car*, cujos tempos foram cronometrados e avaliação dos lotes de pedido a cada transporte dos paletes. Em cada carro pode ser posicionado no máximo quatro paletes, com 2.025 caixas em média.

#### 4.4.1.6 Processo de paletização

O processo de paletização é o último processo que agrega valor na fabricação

de caixas. É formado por duas linhas paletizadoras que são compartilhadas por todas as impressoras. Os dados coletados a fim de demonstrar o comportamento atual do processo de paletização são os mesmos dos processos de ondulação e conversão. A única diferença consiste no número médio de caixas da família selecionada que são empilhadas em um único palete (tamanho do lote).

Para as coletas de dados do processo de paletização foram cronometrados os tempos e retirados dados do sistema *Trimbox*®.

#### *4.4.1.7 Estoque de produtos acabados*

Com relação ao estoque de produtos acabados temos:

- A quantidade de caixas armazenadas no momento
- Quantos dias a quantidade de casos representa na previsão

Atualmente, tem-se no estoque de produto acabado 308.871 caixas da família de produtos selecionados armazenados. Esses casos representam 19 horas e 25 minutos da demanda total esperada para o período de um mês.

Os dados correspondentes ao estoque de produtos acabados são retirados de planilhas elaboradas com dados do *software Trimbox*® do planejamento e controle de produção.

#### *4.4.1.8 Previsões do cliente*

A demanda do cliente para o período de estudo é equivalente aos níveis de vendas esperados, que neste caso correspondem a demanda prevista de 32 milhões de metros quadrados ou 65.439.673 caixas. Para atender a previsão de vendas correspondente a família selecionada (17,5%) deve-se confeccionar 11.451.943 caixas para o mês. A demanda dos clientes foi retirada do *Software Sapiens*®, onde constam todos os dados do setor de vendas. A técnica utilizada para o cálculo de previsão é o quantitativo, baseado em média móvel dos últimos doze meses.

#### *4.4.1.9 Embarque de produtos acabados*

Os dados coletados para comprovar o embarque dos produtos acabados ao

cliente são a média de caminhões necessários para atender a demanda diária. Assim, empresa estudada, a média diária de remessas é de 92 caminhões. O cálculo de remessas efetuadas para atender a demanda da família estudada é difícil de ser calculado, uma vez que os pedidos muitas vezes são combinados para aproveitamento de espaço, custos de viagem e pelos ajustes feitos pela programação.

Um fato relevante é referente ao abastecimento dos caminhões, pois para completar a viagem de ida e volta para uma única remessa, leva-se em torno de 3 dias. Sendo assim, para abastecer a empresa é necessário ter, no mínimo, 450 caminhões disponíveis no total. Atualmente, a empresa tem que utilizar 5 empresas de transporte diferentes para poder atender a demanda dos caminhões necessários.

Outro problema enfrentado pela empresa é a necessidade de combinar os pedidos para viabilizar o embarque. Essa combinação aumenta a complexidade de programação e os estoques de pedidos acabados, sem contar que a metragem mínima está menor, resultado das constantes pressões dos clientes para atendimento da demanda dos mesmos. Todos os dados coletados foram repassados pelo setor de expedição, por meio de entrevistas e planilhas de embarque.

Após serem discutidos os dados coletados devem dar suporte ao mapa de fluxo de valor atual. O resumo das informações coletadas encontra-se no Quadro 1.

**Quadro 1** - Resumo de dados coletados

Processo	Tempo de ciclo (C/T)	Tempo de mudança (C/O)	Tempo de Operação		Tempo disponível		Tamanho do Lote (B/S)	OEE	Número de Operadores	Taxa de refugo	Inventário de Estoques
			%	Comentários	Hora/mês	Comentários					
Matéria-Prima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.643.558
Ondulação	0.10 seg	6 min	93,4%	1.1% Trocas P.O/ 5.5% Paradas	672,83	16h manutenção		86%	5	1,41%	
Estoque intermediário		-	-								257.424
Conversão	0.45 seg	15 min	75,4%	11% Trocas/ 13.6% Paradas	542,06	12 h manutenção		56%	1	2%	
Transfer Car	-	-	-								8.100
Paletização	42 seg	-	100,0%	-	704	16 h manutenção	2.025	87%	2	0%	
Estoque Produto Acabado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	308.871

Fonte: A autora (2020)

#### 4.4.1.10 Fluxo de informação

Conforme Rother e Shook (2009) o MFV é muito eficaz devido à ligação entre a forma como a informação flui e os processos de produção. O fluxo das informações

como cronograma de produção, projeções de vendas e chegada e expedição de materiais, serão agora discutidos.

O fluxo de informações começa com as previsões mensais e um planejamento anual de vendas. Os pedidos feitos no *Sapiens*® são carregados para o *Trimbox*®, e a partir disso a equipe de controle de produção faz a programação das onduladeiras e das conversoras, três vezes ao dia, podendo ocorrer algumas alterações esporadicamente.

O processo de paletização opera de forma que os pedidos são deslocados pela linha de acordo com o que está sendo produzido nas impressoras. Ocasionalmente, devido a problemas relacionados à data de entrega, os pedidos podem ser desviados da linha para liberar espaço para pedidos urgentes. Os pedidos prontos para envio são então armazenados no estoque de produtos acabados. O departamento de expedição também utiliza o *software Trimbox*®.

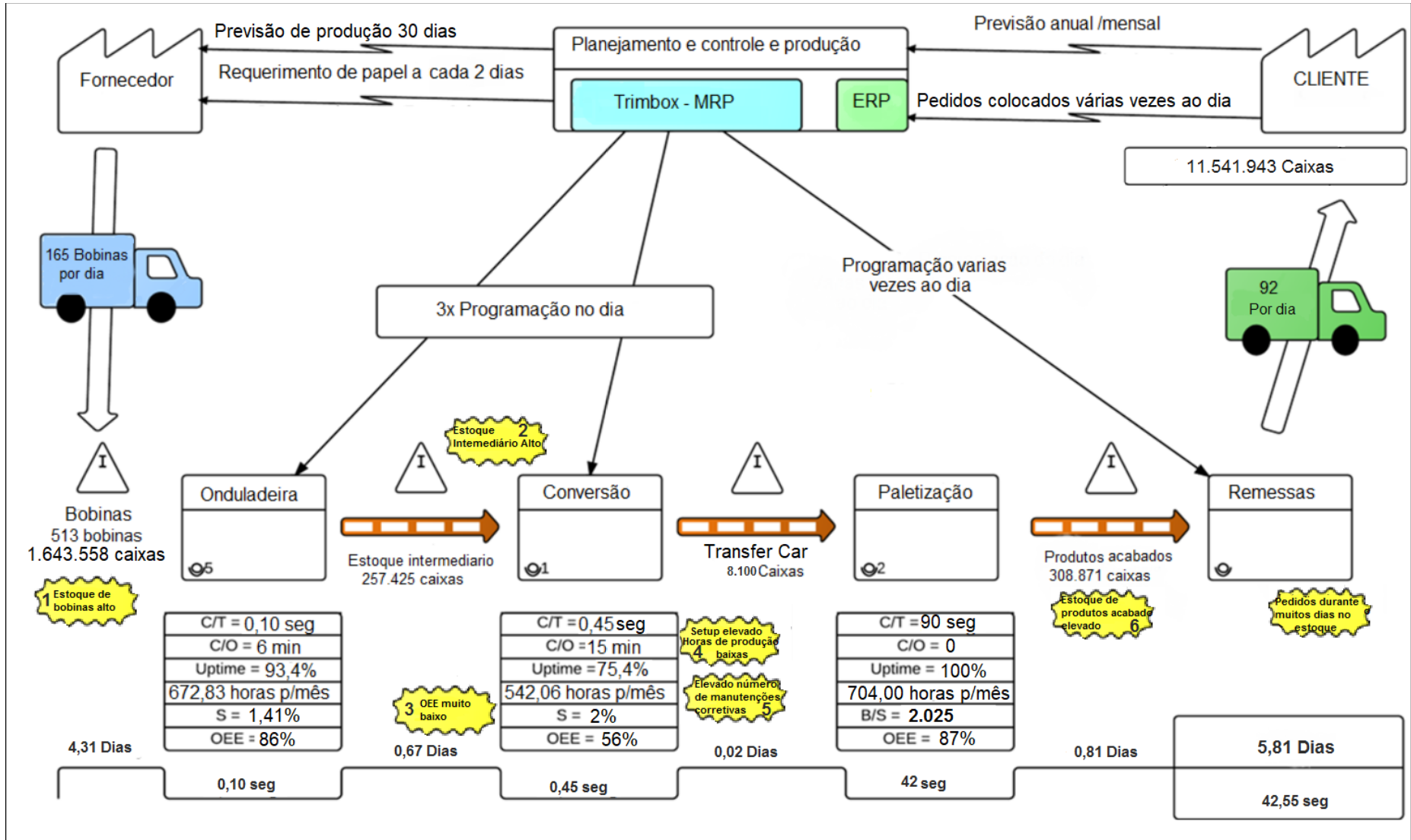
A programação de embarque é liberada várias vezes ao dia, utilizando a data de entrega como requisito principal para conjugação das cargas, seguido de requisitos como local e região abrangente. A programação ocorre 24 horas por dia, depois que a programação de remessa é liberada, os pedidos são coletados, carregados e enviados antes que a próxima sequência de programação seja liberada. O elevado número de programações é necessário para acomodar a combinação de diferentes clientes no mesmo caminhão, medidas tomadas para utilizar ao máximo a capacidade do caminhão reduzindo o custo de transporte.

No fornecimento de matéria-prima, o fluxo de informações entre a fábrica de embalagens e a fábrica de papel é dado por meio do *software Labpapel*®. A fábrica de papel tenta manter o nível de estoque de cada papel utilizado constante, conforme demanda mensal. O responsável pela programação da máquina de ondulação repassa no *Labpapel*® a produção total necessária para atender ao consumo previsto para o mês corrente. Todo consumo, entrada de papel e estoque de bobinas é registrado no *software* que possui integração com o *Trimbox*®.

#### 4.4.2 Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual

Finalmente, tendo discutido todos os dados necessários para construir o mapa do fluxo de valor do estado atual o mesmo está apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Mapa do Fluxo Atual



Fonte: A autora (2020)

#### 4.4.2.1 *Resumo das descobertas do MFV atual*

Como pode ser observado na Figura 11, o tempo de 42,55 segundos é o tempo de valor agregado para transformar as matérias-primas em produto final. O tempo restante, pode ser considerado como tempo sem valor agregado e, de acordo com os princípios enxutos, devem ser reduzidos ou eliminados. Não mencionado o fato que leva quase seis dias, para uma única peça de matéria-prima completar sua jornada pelos processos.

Como resultado, a empresa só consegue girar seu estoque cinco vezes no decorrer de um mês, ou seja o tempo de permanência da matéria-prima estocada é elevado. O baixo giro de estoque geralmente está relacionado ao dinheiro que está sendo gasto desnecessariamente e ao aumento dos custos de produção. No geral, de todo o tempo necessário para que a matéria-prima no início do processo seja processada e convertida no produto final, apenas 0,01% é, na verdade, tempo de agregação de valor. Em outras palavras, a empresa passa cerca 99,9% do tempo com atividades que não agregam valor, pelas quais o cliente não está disposto a pagar. A seguir será comentado todas as descobertas que o mapa trouxe do começo ao fim do processo estudado.

##### 4.4.2.1.1 *Estoque de Matéria-prima Elevado*

Inicialmente, o estoque de matéria-prima conta com cerca de 6.939 toneladas de bobinas de papel armazenadas para a fábrica de embalagens. Ao correlacionar a quantidade de bobinas de papel armazenadas e o percentual esperado dos produtos da família selecionados na demanda geral prevista, foi possível determinar que há quase 1.643 milhões de caixas da família selecionada no estoque de bobinas. Uma das causas para o estoque ter níveis elevados é possuir mais de 43 tipos de papéis, divididos entre capa, miolo e Kraft, com larguras diferenciadas e a segunda causa é a baixa confiabilidade nos terceiros, pois a qualquer momento podem deixar de realizar as entregas ou até mesmo ter atrasos. Deve ser avaliado uma redução destes estoques para o mapa futuro.

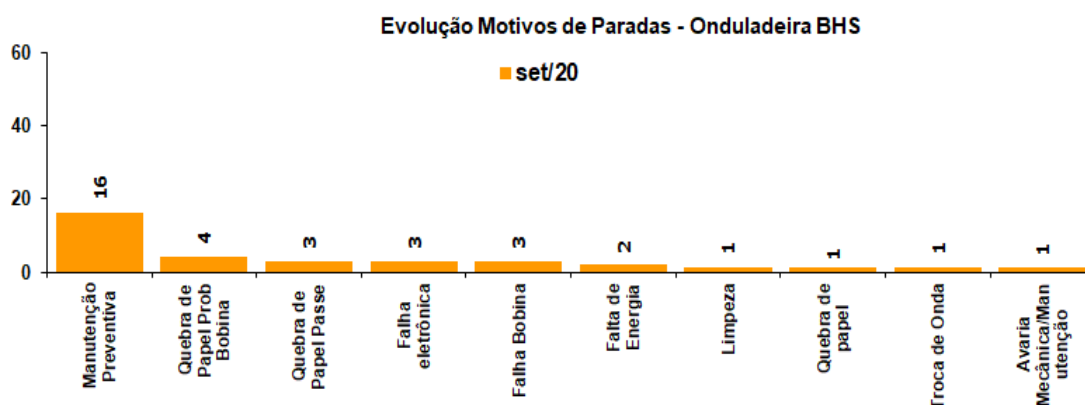
##### 4.4.2.1.2 *Processo de ondulação*

Passando para o processo de ondulação, verificou-se que o tempo médio de ciclo é de 0,10 segundos por chapa, a máquina operando na sua velocidade máxima e em condições boas reduz para 0,06 segundos por chapa.

A variação de velocidade da máquina ocorre devido ao mix de matéria-prima que vem sendo utilizada, pois cada papel possui suas propriedades e também a gama de produtos que estão sendo produzidos. Observou-se que a máquina consegue rodar a altas velocidades, porém torna-se inviável sustentar as mesmas pois a cada troca de pedido a mesma é reduzida.

Como esperado, o tempo de atividade é alto ou seja, apenas 6,6% correspondem a máquina parada. As principais razões são a manutenção preventiva seguido de uma série de outros problemas menores, que podem ser vistos na Figura 12.

**Figura 12** - Principais causas das paradas do processo de ondulação



Fonte: A autora (2020)

Algumas dessas paradas como a quebra do papel, são causas do aumento do refugo. Além de alguns desvios a seguir:

- Chapas encanoadas e com bordas descoladas
- Camadas externas rasgadas nas bobinas
- Buracos e irregularidades no papel

No geral, o nível de OEE da máquina em 86% é suficiente para permitir uma implementação suave do *Lean*.



#### 4.4.2.1.3 Estoque intermediário

O estoque intermediário conta com 257.424 caixas da família de produtos selecionados, o que representa dezessete horas de demanda do cliente. O nível de estoque é considerado alto. Ao questionar o departamento de controle da produção foi comentado que o nível de estoque é considerado satisfatório, pois quando baixos podem ocorrer falta de chapas no processo de conversão. Como cada pedido é produzido com uma variação de 5% a mais de chapas o que gera altos níveis de estoque resultam em perdas no processo e produtividade devido à falta de organização e ao se procurar as chapas. Para o mapa futuro deve ser considerado reduzir este estoque para melhorar a organização e produtividade.

#### 4.4.3.1.4 Processo de conversão

O processo de conversão é realizado pela impressora, sendo a velocidade nominal da máquina é 0,08 segundos por caixa. Já na empresa estudada, a máquina encontra-se operando com uma velocidade média de 0,45 segundos por caixa, conforme mostra o Quadro 1. Investigações mais profundas descobriram que a redução na velocidade se deve às diferenças nos tipos de chapas onduladas que estão sendo processadas, nos padrões complexos de arte e ricos de informação que possuem maior probabilidade de apresentar problemas de alinhamento e até borrões da tinta em caso de chapados.

A operação da máquina varia nos três turnos, devido aos níveis de experiência alguns operam a velocidades menores e portanto a produtividade acaba sendo menor. Por fim, o estudo revelou que a maior redução na velocidade de execução ocorre quando há a necessidade da utilização de um produto hidro-repelente na produção das chapas que as tornam mais lisas dificultando o empilhamento das mesmas a altas velocidades.

O tempo de troca, desta máquina, é um dos mais breves de todas as impressoras ativas na fábrica. A fabricante da máquina anuncia que o setup pode ser realizado em menos de cinco minutos, porém na empresa estudada o tempo de setup é equivalente a quinze minutos para a troca completa do pedido, ou seja perde-se cerca de 79 horas do tempo disponível por mês. Verificou-se também que os tempos de troca variam de acordo com cada tipo de pedido que está sendo realizado. Por

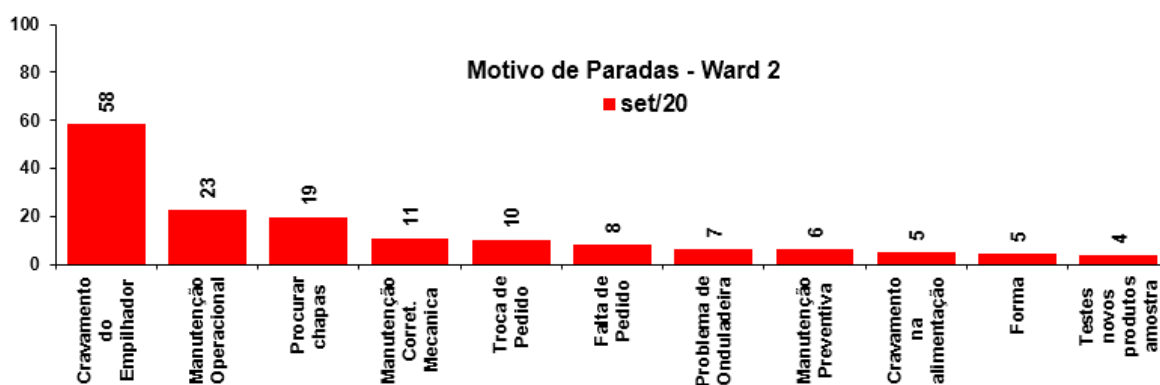
exemplo, se houver necessidade de troca de cores na impressora, inevitavelmente, haverá um maior tempo de troca devido à lavagem das bandejas de tinta dentro da máquina.

Como esperado, a quantidade de troca necessária para a produção e uma série de pequenos problemas diminuíram o tempo de atividade para 75,4%, conforme mostrado no Quadro 1. A redução no tempo de atividade da máquina é causada principalmente por:

- Emaranhamento de folhas nas partes internas da máquina e na alimentação
- Manutenção operacional
- Procurar chapas no processo;
- Excesso de manutenções corretivas

Como resultado, o baixo tempo de atividade afetou negativamente o OEE da máquina que atingiu um percentual de 56%. Devido ao baixo percentual a impressora é candidata a dificultar a implementação do *Lean* e alguns dos problemas devem ser abordados na tentativa de elevar o OEE a níveis aceitáveis. Por fim, a Figura 13, ilustra as principais paradas, encontradas durante o estudo.

**Figura 13** -Motivo das principais paradas Ward 2



Fonte: A autora (2020)

Para o mapa futuro deve-se trabalhar no *setup* da máquina e no número elevado de manutenções corretivas que já apresentarão resultados significativos no OEE.

#### 4.4.2.1.5 *Transfer Car*

O estoque do *Transfer Car* não representa um nível significativo de estoque devido ao mesmo ser utilizado apenas como meio de transporte de um processo para outro. Porém, o que determina o nível de estoque sendo transportado é a capacidade do *Transfer Car*, que é projetado para conter no máximo 4 paletes por carro, ou seja um lote de 2.025 caixas totalizando 8.100 caixas dois carros de transferência.

#### 4.4.3.1.6 Processo de paletização

O processo de paletização é considerado pela empresa como um potencial gargalo na produção no momento. Porém, ao se considerar que as duas linhas de paletização são compartilhadas entre onze impressoras, é possível perceber que a linha de paletização consegue atender a demanda.

Em perspectiva, durante o mês foram processados 62.000 paletes, o que significa um pouco mais de um palete por minuto. Atualmente, o processo de paletização gira em torno de 42 segundos por palete, conforme mostrado no Quadro 1. Embora pareça que a linha de paletização seja capaz de atender a demanda, é improvável que haja uma produção nivelada em todos os momentos e quaisquer atrasos ou velocidades de produção mais altas nos processos anteriores irão causar o colapso do sistema.

Na realidade, assim que houver movimentação de peças e filas forem formadas, sempre haverá o potencial de acúmulo de produtos devido às variações nas velocidades do processo. Essas variações geralmente estão relacionadas ao estudo de filas, denominado teoria das filas. Resumindo, a teoria da fila explica que, embora o processo aparentemente possa atender à demanda; no mundo real, um conjunto de pequenas variações nos processos a montante tem o potencial de causar altos impactos nos processos a jusante.

Portanto, o estudo concluiu que o principal problema que ocorre no processo de paletização é o atraso ocasional para retirar o palete embalado da linha no final do processo, o que aumenta a fila e cria um gargalo. Além disso, qualquer parada não planejada no processo de paletização causará problemas. Apesar do exposto, o tempo de atividade da máquina demonstrou que a máquina é confiável e que a

manutenção preventiva é eficaz. O Quadro 1 mostra um nível de OEE de 87% para a linha de paletização, considerado adequado para uma implementação enxuta.

#### 4.4.2.1.7 Estoque de produtos acabados

No momento, na empresa, são mais de 308 mil caixas armazenadas e aguardando embarque. Esse número representa cerca de 19 horas e 25 minutos da demanda do cliente para todo o período analisado.

O estudo revelou que as razões para tais níveis de inventário variam. Em alguns casos, o estoque é resultado direto da superprodução que não tem expectativas imediatas de ser faturável, outro motivo é que pedidos são cancelados pelo departamento de vendas devido a atrasos nos prazos ou problemas financeiros do cliente. Deve-se levar em consideração também a produção antecipada de até cinco dias de alguns pedidos que não podem ser enviados por diversos motivos, por exemplo a carga não pode ser entregue antes da data estipulada e se for enviada, a transportadora cobrará as diárias enquanto os caminhões aguardam no estacionamento. Além disso, a falta de caminhões foi apontada como um dos motivos para o não embarque antecipado dos pedidos.

O estoque de produtos acabados pode ser trabalhado para ser reduzido no mapa do estado futuro.

#### 4.4.3 Mapa do estado futuro

Depois de uma discussão sobre o estado atual da empresa, revisões e melhorias podem agora ser propostas. Esta seção fornecerá uma breve visão geral das mudanças necessárias que devem ser alinhadas estrategicamente com toda a empresa, seus ideais e objetivos. Seguindo o estado futuro proposto do mapa de fluxo de valor, e as implementações realizadas. As propostas de melhoria estão numeradas com o número do problema correspondente dos balões amarelos do MFV atual. Algumas soluções afetam diversos problemas, como será visto a seguir.

##### 4.4.3.1 Problema 1 - Estoque de matéria-prima

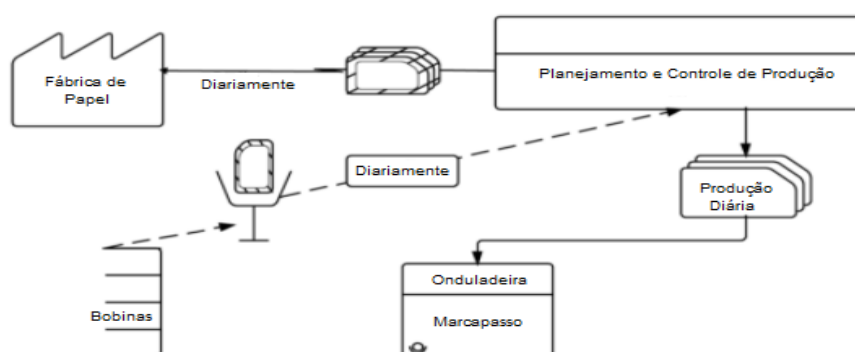
Para a construção do mapa futuro, foram apresentados alguns

questionamentos no item 2.3.2 referente a processos puxados e utilização de supermercado. Ao se colocar um sistema puxado de produção deve-se ter um local responsável pelo abastecimento do mesmo. Como o nível de estoque de matéria-prima é um dos mais elevados, propõe-se que o supermercado para atender os demais processos seja a partir dele. Para isso é possível utilizar o sistema *Kanban*, para acionar a produção da fábrica de papel. Com a utilização do *Kanban* de retirada interna de bobinas, o controle de planejamento de produção pode realizar a coleta do correio diariamente e requerer as bobinas necessárias para a fábrica de papel conforme for o seu consumo. Ao utilizar este sistema, a empresa reduz a discrepância entre a quantidade de bobinas de papel produzidas e o uso real na fábrica de embalagens. Essa medida facilitará o abastecimento das bobinas no mesmo nível em que são consumidas.

No caso de fornecimento de bobinas por terceiros, deve-se primeiro buscar parcerias confiáveis que possam cumprir com a demanda exigida. Sabe-se que o *Kanban* muitas vezes não se torna uma alternativa viável, já que os pedidos devem ser realizados antecipadamente para que haja um planejamento do fornecedor e os mesmos possam realizar as entregas.

Está ilustrado na Figura 14 ilustra o fluxo de informações entre a fábrica de embalagens e a fábrica de papel.

**Figura 14** - Fluxo de informações entre a fábrica de embalagens e a fábrica de papel



Fonte – A autora (2020)

Outra sugestão é a redução de uma das larguras de papel, pois atualmente trabalham-se com cinco larguras 2.000, 2.080, 2.200, 2.300 e 2.500 mm. Apesar desta utilização reduzir o desperdício no processo de ondulação, existe impacto significativo na quantidade de matéria-prima armazenada. Ao reduzir a largura de 2.080 mm a

empresa poderá reduzir pelo menos 175 toneladas de papel do seu estoque, considerando o peso médio de 2,35 toneladas por bobina, ocorrerá uma redução de 74 bobinas no estoque. No mercado atual, cada tonelada custa aproximadamente R\$ 3.200,00, portanto, a eliminação desta largura obterá uma economia R\$ 560.000,00. Vale lembrar que não está sendo considerado o custo com o aumento de resíduos. O ideal é que a empresa resolva o aumento do desperdício conjugando melhor os pedidos.

A redução desta largura, bem como do estoque é necessária para aumentar o capital de giro da empresa, reduzir o custo de estoque e os locais de armazenagem. Além de que, com o fluxo de caixa maior, outros investimentos podem ser realizados. Ao seguir as sugestões anteriores a empresa será capaz de reduzir o estoque de matérias-primas dos primeiros 4,31 dias de demanda, como mostrado na Figura 11, para 3,68 dias.

#### 4.4.3.2 Problemas 2, 3 e 4 - Melhorar OEE, tempo de Setup e estoques intermediários

Conforme visto no mapa do fluxo de valor do estado atual, a empresa possui uma grande quantidade de estoques ao longo de seus processos. A primeira pergunta que deve ser feita é se há necessidade de se manter tanto estoque para poder atender a demanda. Para responder a essa pergunta é preciso saber se o *Takt time* necessário para atender a demanda do período estudado.

O cálculo do *Takt time* pode ser visto no Capítulo 2. Devido à natureza compartilhada de alguns dos processos, cada processo precisa ser produzido em um *Takt time* diferente. Com o *Takt time* calculado é possível procurar possíveis gargalos no sistema. Os tempos de ciclo de cada processo estão evidenciados na Figura 15 mostra os tempos de ciclo de cada processo em comparação com o *Takt time*.

A primeira coisa que deve ser notada é que há diferentes *Takt time* de acordo com o processo em análise. No entanto, existem boas razões para isso. É necessário considerar as implicações que surgem quando um processo é compartilhado entre outros processos. Portanto, o *Takt time* de um processo compartilhado não é o mesmo de um processo dedicado. Assim, no caso da onduladeira, o *Takt time* deve ser calculado a partir da demanda esperada de produção da fábrica e não apenas da família selecionada. A empresa espera uma demanda mensal de 25 milhões de m<sup>2</sup>

para esta onduladeira, transformando para caixas tem-se 51.125.744 caixas. Portanto, o *Takt time* é:

$$Takt\ time_{\text{ Onduladeira}} = \frac{672 \times 60 \times 60}{51.125.744} = 0,05\ \text{segundos/caixa} \quad (2)$$

Com relação ao processo de conversão que não é compartilhado, tem-se o seguinte *Takt time*:

$$Takt\ time_{\text{ Conversão}} = \frac{542,06 \times 60 \times 60}{11.451.943} = 0,17\ \text{segundos/caixa} \quad (3)$$

Conceito semelhante ao do processo de ondulação foi aplicado ao processo de paletização. Para manter a mesma medida em todos os processos, o tempo de ciclo do processo de paletização precisa ser alterado de tempo por palete para tempo por caixa. Portanto, utilizando as informações mencionadas na Figura 25, o tempo do ciclo de paletização por caixa é:

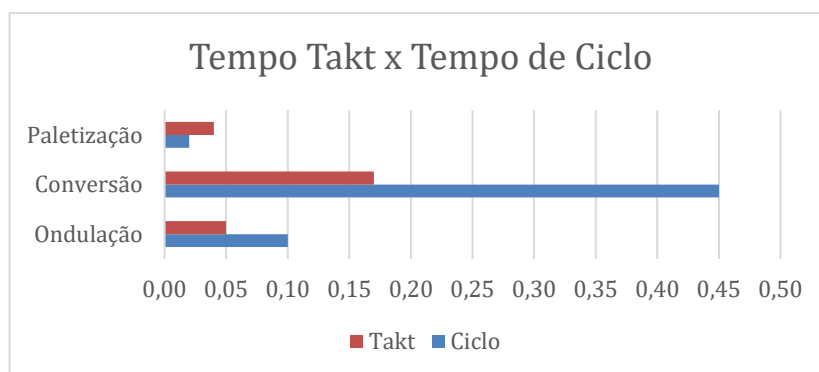
$$Paletizadora\ \text{Tempo de Ciclo} = \frac{42}{2025} = 0,02\ \text{segundos/caixa} \quad (4)$$

Com o tempo de ciclo calculado por caso, é possível calcular o *Takt time* necessário e compará-los. O processo de paletização deverá ter uma demanda de 62.000 paletes por mês. Portanto, seu *Takt time* é

$$Takt\ time_{\text{ Paletizadora}} = \frac{704 \times 60 \times 60}{62.000 \times 2025} = 0,04\ \text{segundos/caixa} \quad (5)$$

Como resultado, a Figura 15 demonstra que o processo de conversão e de ondulação precisam de alguns ajustes para poder produzir no *Takt time*. Rother e Shook (2009) alerta que uma lacuna significativa entre o *Takt time* e o tempo de ciclo indica a existência de problemas de produção que podem ser causados por paradas não planejadas. Compensar esses problemas acelerando a produção remove o incentivo para eliminá-los.

**Figura 15** - Tempo de Ciclo vs. Tempo Takt



Fonte: A autora (2020)

Algumas considerações devem ser realizadas, o tempo de ciclo deve ser o mais próximo possível do *Takt* pois é o suficiente para atendimento a demanda, uma vez que o tempo de ciclo é menor que o tempo de *Takt* ocorre uma subutilização da linha de produção, gerando um acúmulo de peças e para os casos em que o tempo de ciclo é maior que o tempo *Takt* podem ocorrer atrasos de entrega, pois a máquina produz menos que o necessário para atender a demanda. Assim, para diminuir o *gap* entre o tempo de ciclo e o *Takt time*, é aconselhável que as velocidades dos processos sejam um pouco aceleradas, porém busca-se resolver as causas essenciais. Neste caso particular, com um tempo de ciclo de 0,45 segundos por caixa em média, a impressora está apresentando 38% de atraso em relação ao *Takt time* necessário. Essa diferença pode ser por causa de problemas de qualidade que geram desperdícios, desgaste excessivo de peças de máquinas e paradas por falta de pedidos entre outros citados anteriormente. Algumas considerações para aproximar o *Takt time*:

- Melhorar a eficiência da máquina com melhor distribuição dos pedidos com uma taxa balanceada de produção;
- Melhorar o tempo de parada “procura de chapas”, que nada mais é que procurar os paletes correspondentes ao pedido que irá rodar na impressora ou está convertendo, criando um sistema de localização, com cadastro de quadras por QR CODE;
- Padronizar o produto, assim reduzindo setups e trocas;
- Realizar manutenções preventivas a fim de reduzir as manutenções corretivas e operacionais;

Por fim, ao produzir no *Takt time*, não será mais necessário manter tantos



estoques quanto a empresa possui atualmente. Tendo abordado o *Takt time* e a necessidade de produzir próximo a ele, será discutida algumas reduções no *setup*.

A atual perda de tempo devido às trocas é de cerca de 79 horas por mês, que representa cerca de 320 trocas no mesmo período. Essa perda de tempo reduz drasticamente o tempo de atividade da máquina e também gera a sensação de urgência em seus operadores. A empresa já utiliza alguns procedimentos na tentativa de reduzir seus tempos de *setup*.

Por exemplo, todos os materiais necessários são trazidos para a máquina antes da configuração e o pessoal responsável pela mudança segue procedimentos específicos que foram criados estudando o processo durante um período de tempo por algum do pessoal de controle de produção. Ocasionalmente, apesar de serem adiantados, fôrmas e clichês de impressão chegam com defeitos que só são contabilizados quando a máquina volta a funcionar causando perda de tempo e produção. Tais ocorrências nunca devem acontecer e o responsável pela forma e clichês de impressão deve verificar a integridade antes de entregá-la à equipe de produção.

Além disso, um dos aspectos da mudança que deve ser considerado é a fixação do clichê de impressão no rolo de impressão. A empresa utiliza fita adesiva para fixar seus clichês de impressão, que é a forma padrão de fazer isso na indústria de embalagens. Uma forma de melhorar esse procedimento é eliminar a necessidade do operador de cortar os pedaços de fita adesiva. Hoje, as máquinas de corte automático de fita estão amplamente disponíveis a um custo muito baixo, cerca de R\$ 700,00.

Ao utilizar o corte automático da fita, a empresa elimina a necessidade do operador de cortar a fita e padroniza o tamanho das peças. Isso eliminará o tempo desnecessário gasto e reduzirá os custos de utilização excessiva de fita adesiva. É reconhecido que a utilização desse método pode reduzir em 30 segundos o tempo gasto no tempo de troca, totalizando no mês 2,7 horas.

Para reduzir ainda mais, a empresa deve dedicar tempo ao treinamento de seus operadores e funcionários de chão de fábrica para reduzir movimentos excessivos ou simplesmente melhorar a eficácia da mudança. Se for capaz de reduzir 3 minutos de seu tempo de troca, de 15 minutos conforme mostrado na Figura 11, para 12 minutos e a empresa aumenta o tempo de atividade da máquina em 16 horas por mês.

Com a implantação do sistema de identificação de quadras por meio de leitura de código de barras pelos operadores de empilhadeira, houve redução de 8,3 horas de paradas para a procura de chapas. Este processo já foi implementado e será explicado posteriormente.

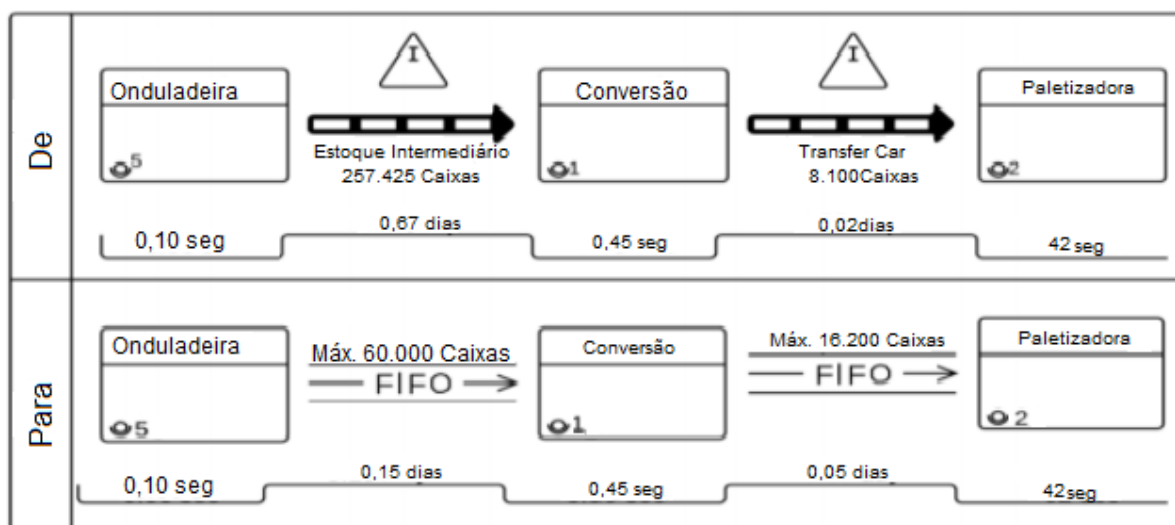
#### 4.4.3.3 Problema 2 - Estoque intermediário alto

O fluxo contínuo é um dos principais aspectos que o *Lean* tenta implementar em um processo de manufatura. Ao utilizar um fluxo contínuo, é possível eliminar qualquer estoque entre os processos. No entanto, um dos problemas de utilização do fluxo contínuo é que, é mais difícil implementar essas mudanças em um processo compartilhado. Além disso, a diferença entre os tempos de ciclo de cada processo deve ser contabilizada, uma vez que o tempo de ciclo de um fluxo contínuo é tão rápido quanto a máquina mais lenta.

Como a empresa possui ambos os problemas citados acima, com exceção o processo de conversão que não é compartilhado, se torna mais difícil adotar um fluxo contínuo, porém com algumas mudanças é possível as máquinas produzirem no *takt time* o que torna possível o fluxo contínuo em toda a fábrica, desde o processo de ondulação até o embarque da mercadoria.

Para facilitar a transição entre o estado atual e o fluxo contínuo, foi adotada a utilização de pistas *first in, first out (FIFO)* entre os processos, conforme demonstrado na Figura 16.

Figura 16 - Mudanças de fluxo de material



Fonte: A autora (2020)

A pista *FIFO* é uma alternativa para o fluxo contínuo e possui o benefício adicional de manter um pequeno estoque intermediário entre os processos. O estoque intermediário reduzirá os efeitos de quaisquer paradas não planejadas e os efeitos da variação da demanda dentro do período previsto.

O processo de paletização tem funcionado de forma semelhante a um processo *FIFO*. No entanto, a remoção constante de paletes da linha para dar espaço a um pedido mais urgente não será mais tolerada. Com uma programação correta, não haverá necessidade de utilizar pedidos urgentes e, portanto, o palete que entra na linha de paletização deve ser processado. Novamente, o número de paletes na linha será limitado pela quantidade de paletes que podem ser mantidas pelos carros de transferência, que são 4 paletes por vez. Devido ao número elevado de produção e pelo gargalo que muitas vezes acontece, foi acrescentado um *Transfer Car* juntamente com a instalação de décima primeira impressora, pretende-se que até janeiro de 2021 o sistema esteja em pleno funcionamento. Portanto para o mapa futuro serão considerados oito paletes.

As pistas *FIFO* entre o processo de ondulação e o processo de conversão só funcionarão se a variação e a confiabilidade da velocidade de produção do processo forem controladas. Quanto mais uniforme for a produção em cada máquina, melhor será o funcionamento das pistas *FIFO*. Além disso, a pista *FIFO* reduzirá o estoque

de WIP de 257.425 caixas para 60.000 caixas, conforme mostrado na Figura 15. A escolha de 60.000 caixas se dá ao fato que os maiores pedidos de caixas são de 57.000 unidades e com a produção de 5% a mais alcança-se este valor. Os 60.000 casos presentes nas pistas darão à empresa tempo para resolver quaisquer paradas não planejadas ou desníveis na produção.

Outra característica de uma pista *FIFO* é que é um sinal natural para produzir. Quando um palete é processado pela linha de paletização, um espaço vago é deixado na pista *FIFO*. Este espaço vago é um sinal visual de que a produção do próximo palete deve começar.

Como resultado, até o momento, ao utilizar o mapa futuro proposto, a empresa pode reduzir seus níveis de estoque ainda mais, de 0,67 dias conforme mostrado na Figura 11, para 0,15 dias. A redução no estoque intermediário adicionará um extra de R\$ 434.335,00 ao fluxo de caixa da empresa.

#### 4.4.3.4 Problema 7 - Estoques Acabados

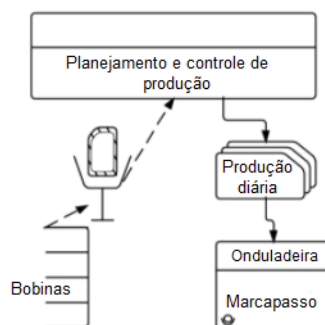
Produzir diretamente para a remessa exige que a empresa tenha processos confiáveis e uma demanda nivelada. A demanda da empresa não varia mais de 10% entre os meses, o que é considerado uma demanda nivelada. A confiabilidade das máquinas está em níveis aceitáveis, com exceção do processo de conversão.

Portanto, mediante a isso a empresa pode produzir diretamente para embarque. É essencial discutir os problemas levantados pela combinação de pedidos a serem enviados. A combinação de pedidos na remessa deve ser decidida antes de programar a produção, pois terá um impacto negativo se ocorrerem alterações posteriormente no processo. Alterar a programação após o início da produção irá gerar pedidos que devem ser armazenados em algum lugar aguardando para serem enviados. Este então, se configurará como não sendo produto direto para embarque e incorrerá em elevação dos níveis de estoques, atrasos na produção e, eventualmente, aumento de custos.

Assim, caberá ao setor de agendamento da expedição fornecer a sequência de pedidos que será expedida. Nesse caso, ao fornecer uma sequência de pedido, os processos de fabricação poderão processar e montar as caixas com base nos pedidos que estão sendo enviados.

O sequenciamento dos pedidos será fornecido pelo uso de *Kanbans*. O departamento de programação irá liberar o conteúdo de produção diariamente na forma de *Kanbans* de produção. Esses *Kanbans* de produção desencadearam a utilização de *Kanbans* de retirada para o estoque de bobinas a montante. Está ilustrada na Figura 17 ilustra o fluxo nos processos.

**Figura 17** - Fluxo de informações via *Kanbans*



Fonte: A autora (2020)

Assumindo que as respectivas alterações destacadas acima sejam realizadas, será possível eliminar completamente o estoque de produtos acabados. Seguindo a metodologia proposta, a empresa eliminará 0,81 dias de estoque, reduzindo o *lead time*. Ele também aumentará o giro do estoque para seis vezes por mês. Além disso, não é necessário manter um departamento de controle de expedição separado do departamento de programação da produção.

Finalmente, a eliminação do estoque de produtos acabados representará uma média de R\$ 679.516,20 mensais, que pode ser adicionada ao fluxo de caixa da empresa. Além disso, a empresa poderá reduzir seus custos indiretos eliminando o departamento de controle de envio.

#### 4.4.3.5 Problemas 3 e 5 - Excesso de manutenções corretivas e Melhoria de OEE

O aspecto da manutenção mostra uma série de problemas que devem ser resolvidos. Por exemplo, a empresa ainda está lutando para reduzir o uso de manutenção corretiva. Esse tipo de manutenção acarreta um custo significativo, causa interrupções no processo e deve ser eliminado ao máximo.

A manutenção corretiva é uma das razões por trás do baixo nível de tempo de atividade e baixo OEE da Ward 2. Assim, a empresa deve buscar a redução da

manutenção corretiva e melhorar sua manutenção preventiva por meio da implantação de um programa de TPM. Por exemplo, a empresa deve transferir ainda mais responsabilidades para seus operadores de máquina, a fim de liberar tempo do departamento de manutenção para programar e realizar a manutenção preventiva de forma mais eficaz. Não só a limpeza da máquina deve fazer parte do conteúdo de trabalho do operador, mas também a lubrificação da máquina, inspeção e ajuste da máquina ao seu ponto de referência, denominado Ponto Zero. No momento, tais exemplos estão sendo realizados pelo departamento de manutenção.

No entanto, a empresa não deve apenas adicionar responsabilidades ao conteúdo de trabalho de seus operadores. Deve fornecer treinamento completo de seu pessoal e, de vez em quando, reavaliar a qualidade do trabalho realizado e, se necessário, fornecer treinamento adicional. Além disso, tal mudança deve ser implementada em etapas. Primeiro, a empresa deve se concentrar em melhorar o tempo de atividade da máquina. Acompanhado pela melhoria da qualidade do produto fabricado e por último, buscar melhorias contínuas.

Como resultado, ao lidar com as mudanças e os problemas de manutenção, a empresa será capaz de controlar sua produção ao longo do tempo *takt*. Essas medidas tomadas irão melhorar a qualidade do produto, gerar uma noção de ritmo de produção, equilibrar a carga de trabalho e reduzir a quantidade de resíduos gerados no processo.

Além disso, os custos de manutenção corretiva podem ser eliminados, economizando aproximadamente R\$14.633,67. Melhorando a manutenção preventiva, reduzindo as corretivas e o grande número de manutenções operacionais temos uma redução de 34 horas aproximadamente.

Com relação a manutenção corretiva, o *uptime* de conversão da máquina de 75,3% passará a 80% e caso sejam melhorados os tempos de setup esse *uptime* passará a 83,8%. Por outro lado, o aumento do tempo de atividade afetará positivamente o nível de OEE, elevando-o de 56%, para os 70%. Uma vez que os níveis de OEE e o tempo de atividade podem ser verificados como níveis satisfatórios, a empresa pode reduzir seu tempo de ciclo dos atuais 0,45 segundos por chapa para mais perto do tempo *takt* de 0,17 segundos. Além disso, a eliminação da manutenção corretiva reduzirá os custos com manutenção que são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Custos de Manutenção Corretiva Ward 2

	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva
Abril	13.580,78	25.590,38
Maio	15.729,31	1.788,21
Junho	14.212,14	8.604,77
Julho	18.401,00	700,95
Agosto	8.802,94	3.184,24
Setembro	17.176,18	5.500,72
<b>Total</b>	<b>87.902,35</b>	<b>45.369,27</b>

Fonte: A autora (2020)

#### 4.4.3.6 Problema 2 - Nivelamento de produção e processo marcapasso

Como foi decidido utilizar pistas FIFO e fluxo contínuo, é necessário que o ponto de escalonamento do processo de fabricação seja o primeiro processo do fluxo contínuo. Portanto, o processo do marca-passo será a máquina de ondulação. Este único ponto de programação regulará toda a produção da empresa.

Um *pitch* significa em qual intervalo o trabalho será ritmado. O *pitch* permite que a empresa saiba se a produção está no prazo ou atrasada por algum motivo. Como o processo será baseado em fluxo contínuo, torna-se necessário controlar o marca-passo no processo que seria a onduladeira. Para calcular o *pitch* é necessário o *Takt time* e a quantidade representada em um único *Kanban*. Portanto, o argumento de venda para o processo de ondulação é:

$$\text{pitch} = 0,05 \times 30.000 = 1\ 500 \text{ segundos ou } 25 \text{ min} \quad (6)$$

Isto significa que a cada 25 minutos cerca de trinta mil chapas devem ser produzidas na onduladeira. Caso contrário, a empresa sabe que está atrasada e as causas devem ser pesquisadas. No entanto, isso não significa que alguém deva verificar o progresso a cada incremento, pois é possível fazer o acompanhamento por máquinas on-line no sistema MRP.

Para transformar o estado atual em futuro, a empresa deve melhorar alguns de seus processos; caso contrário, não será possível atingir o estado futuro. As melhorias de processo necessárias serão discutidas na seção seguinte.

Em seu sentido básico, produção nivelada significa produzir produzindo

sequencialmente cada produto. Tomando como exemplo a produção da empresa, uma produção verdadeiramente nivelada seria produzir cada tipo de produto, no caso o tipo de onda, de acordo com o percentual que representa na demanda total. Portanto, sabendo que a flauta B representa 56% do produto da família selecionada, a flauta C 29%, D 8% e a flauta DC os 7% restantes, um nível de produção de 10 itens a empresa estaria produzindo em uma ordem como está:

**B   C   B   DC   B   C   B   D   B   C**

Como esperado, é quase impossível produzir seguindo o exemplo acima em processos projetados para serem produzidos em lotes, como o processo de embalagem. Nivelar a produção dessa forma incorrerá em frequentes trocas. Esse aumento resultará em perda de tempo e aumento de desperdícios causados pela mudança. Na onduladeira, o principal problema não está no tempo de troca, mas no desperdício que uma troca de tipo de canal produz no processo. Conforme mencionado anteriormente, a alteração da onda resultará no descarte de todo o comprimento do papel ainda presente na máquina e, se alterado de acordo com o exemplo acima, o nível de desperdício aumentará significativamente.

Além disso, a redução da continuidade da produção em tais níveis irá gerar um aumento maciço nos desperdícios causados pela conjugação da produção da onduladeira, simplesmente porque haverá apenas uma pequena quantidade de pedidos a combinar, afetando a eficácia do *software* utilizado para criar a conjugação. Além disso, o nivelamento da produção seguindo o exemplo acima tem o potencial de aumentar significativamente o número de trocas na máquina de ondulação, o que resultará em produção extra e perda de tempo. Neste caso particular, o tempo de transição é a principal preocupação.

Dessa forma, a empresa deve buscar nivelar a produção de forma que possa produzir cada tipo de material todos os dias, mas ainda mantendo um certo grau de batelada. Recomenda-se que, pelo menos para essa primeira tentativa de implantação do *Lean*, a empresa utilize o percentual de cada tipo de flauta como base para nivelar a produção. Portanto, se houver a necessidade de produzir 10 itens por dia, a produção real nivelada como:

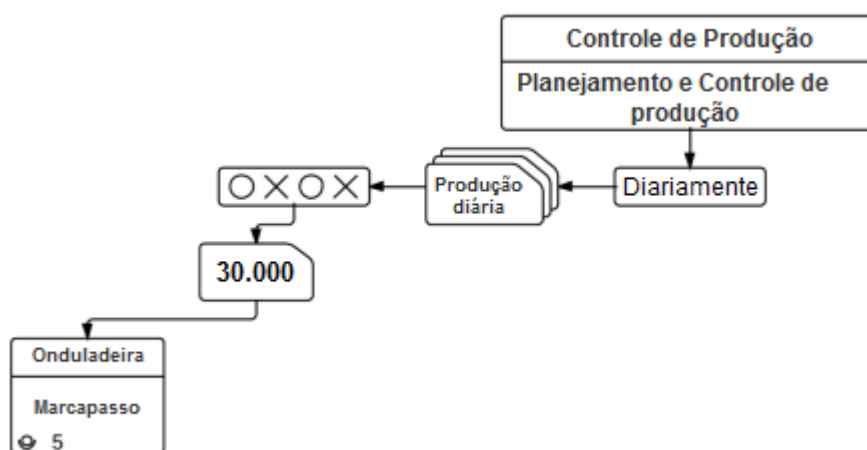


B B C C C B B B DC D

Com isso, a empresa não será significativamente afetada no processo de conjugação e nem aumentará significativamente a quantidade de resíduos gerados pelo reduzido. Por outro lado, o processo de conversão não sofre aumento perceptível em nenhum aspecto de sua produção, uma vez que a mudança é feita por encomenda e não por tipo de onda.

Por fim, conforme mencionado anteriormente, toda a produção será controlada por *kanbans*. Cada *kanban* representará 30.000 chapas no processo de ondulação. Para equilibrar a produção do processo de ondulação, cada palete conterà 1.000 chapas, independentemente da estria ou dimensão da folha. A Figura 18 está ilustrando o nivelamento da produção no processo de marca-passo.

**Figura 18** - Nivelando a produção com kanban de 30.000 chapas e a onduladeira como marca passo



Fonte: A autora (2020)

Para garantir que em cada palete haja 1.000 chapas, pode ser aplicado um sistema *poka-yoke*, que se configura como um gabarito. Na saída da chapa ondulada será montada uma balança onde será pintada a altura exigida que indica 1.000 chapas. Se a altura do palete corresponder à parte pintada da escala, é muito provável que tenha 1.000 chapas. Esse sistema é possível porque o tipo de onda padroniza a altura de uma chapa ondulada e a altura do palete é padronizada pela indústria.

Lembrando que devido ao esmagamento da onda, a altura do palete pode variar. Para atender a essa variação, a parte pintada mostrará uma faixa de níveis em vez de um único valor. A faixa de valores deve ser determinada pela amostragem dos

paletes no final da máquina de ondulação e análise dos dados coletados com os métodos estatísticos apropriados. Um exemplo simplificado da escala e seu uso é ilustrado na Figura 19.

**Figura 19** - Exemplo de escala *Poka-Yoke*



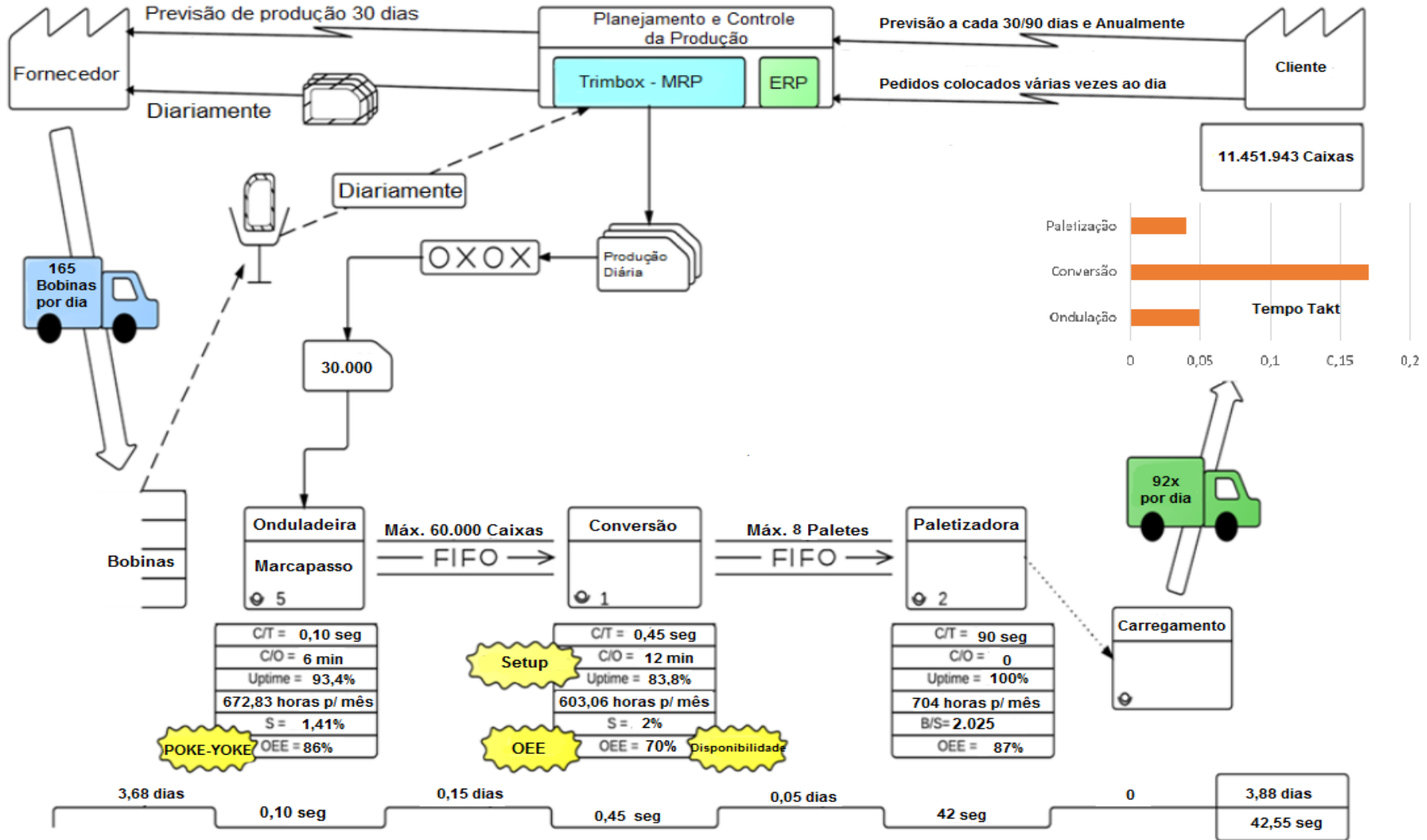
Fonte – A autora (2020)

Além disso, usando a mesma escala, será possível demonstrar uma amplitude para todos os tipos de onda. Para facilitar a leitura, cada onda terá uma cor diferente.

No entanto, no processo de conversão não é possível simplesmente fazer o mesmo balanceamento da quantidade de caixas por pallet. A quantidade de caixas no pallet é resultado da dimensão das caixas, do tamanho do pallet utilizado e do padrão de empilhamento das caixas. Todas essas condições são fundamentais para utilizar a área máxima disponível no caminhão.

Portanto, a quantidade de caixas por pallet deve ser tratada separadamente com um estudo adequado das condições explicadas acima. É preferível que a empresa mantenha a utilização de múltiplos de 1.000 sempre que possível. Tal medida facilitará a próxima etapa da criação do mapa do estado futuro; o incremento do trabalho. A seguir na Figura 20, apresenta-se o mapa de estado Futuro com as soluções abordadas acima.

Figura 20 - Mapa de fluxo de valor futuro



Fonte – A autora (2020)

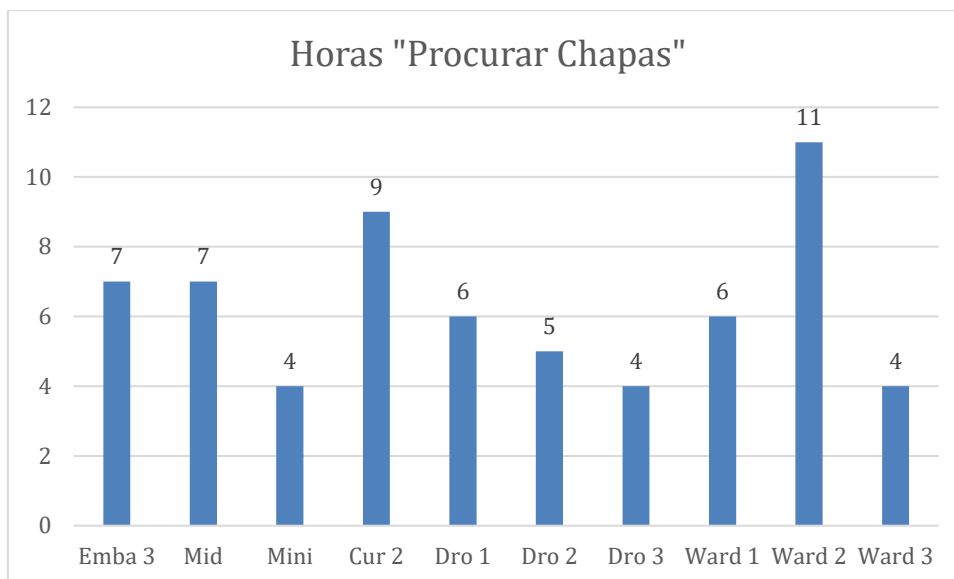
#### 4.4.4 Implementações realizadas

Devido ao curto tempo de pesquisa, e as soluções apresentadas serem complexas uma vez que exigem mudanças a níveis gerenciais envolvendo mais de um setor, foi implantado primeiramente o sistema de localização de quadras por *QR Code*.

Quando as chapas saem do processo de ondulação as mesmas devem ser posicionadas próximo a impressora onde será realizada a conversão das mesmas. No *layout* de fábrica existem quadras pintadas no chão com a identificação de letras e números. Cada impressora possui um conjunto de quadras localizadas a partir da introdução da máquina, todo esse espaço é considerado o estoque intermediário,

Conforme mencionado o estoque intermediário muitas vezes apresenta-se com seus níveis elevados, ocasionando problemas como a localização correta dos pedidos para seguir a fila de programação. Alguns pedidos chegam a ser formados por dezesseis paletes de chapas conforme observado durante o estudo, sendo ideal a acomodação de todos os paletes nas quadras localizadas atrás impressora que realizará o processo de conversão. Porém, com o estoque cheio nem sempre é possível deixar o pedido agrupado e devido a isso o mesmo é distribuído conforme surgem espaços e quadras desocupadas.

Quando estas chapas começam a ser convertidas e os paletes devem ser trazidos próximo a unidade de alimentação da máquina começam a aparecer as dificuldades. Alguns paletes não são encontrados apesar de identificados, outros acabam sendo misturados a outros pedidos e a máquina muitas vezes fica horas paradas. A seguir na Figura 21, consta o gráfico de horas de parada de máquina para se localizar as chapas no salão, o mesmo totalizou 63 horas no mês de setembro.

**Figura 21** - Horas paradas na procura pelas chapas

Fonte: A autora (2020)

Para melhorar a produtividade da máquina conversou-se com o suporte do *software Trimbox®* sobre a possibilidade de se instalar um módulo em que fosse possível fazer a ligação das quadras com o palete de chapas, por meio das etiquetas de identificação de cada pedido. Este módulo deveria estar presente para qualquer pessoa que possua acesso ao sistema e que queira realizar a localização dos pedidos dentro da fábrica.

O processo para cadastro deveria ser fácil, para que todos os operadores de empilhadeira pudessem realizar sem efetuar movimentações excessivas ou que perdessem mais tempo. A ideia proposta foi a de elaborar placas com QR Codes que identificassem cada quadra do processo e pendura-las próximo ao telhado para que fosse fácil realizar a leitura delas, sem precisar sair da empilhadeira. Na Figura 22 verifica-se as placas de identificação das quadras.

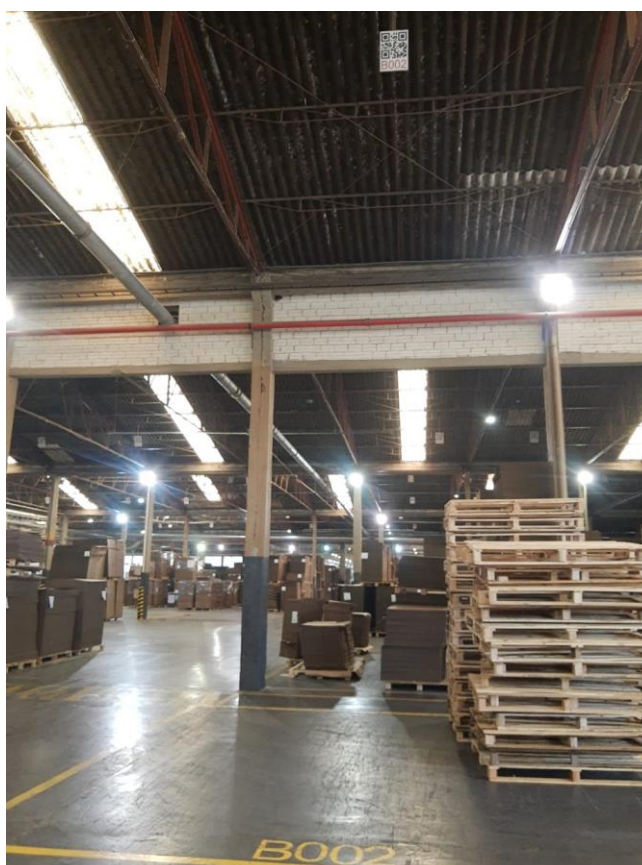
**Figura 22** - Placas de Identificação das Quadras



Fonte: A autora (2020)

Enquanto as placas de identificação eram posicionadas, as quadras eram pintadas com a mesma identificação das placas e o sistema ia sendo implementado dentro do *software*. Na Figura 23, pode ser observado o conjunto de placa e identificação da quadra.

**Figura 23** - Identificação de quadra e placa



Fonte: A autora (2020)

Foram adquiridos seis *tablets* em conjunto com leitores para realizar a leitura das etiquetas e das placas. Os *tablets* foram instaladas em cada empilhadeira de uso dos organizadores e transportadores de chapas por meio de suportes confeccionados na empresa que além de proteger facilitam o manuseio.

**Figura 24** - Leitor, *tablets* e suportes

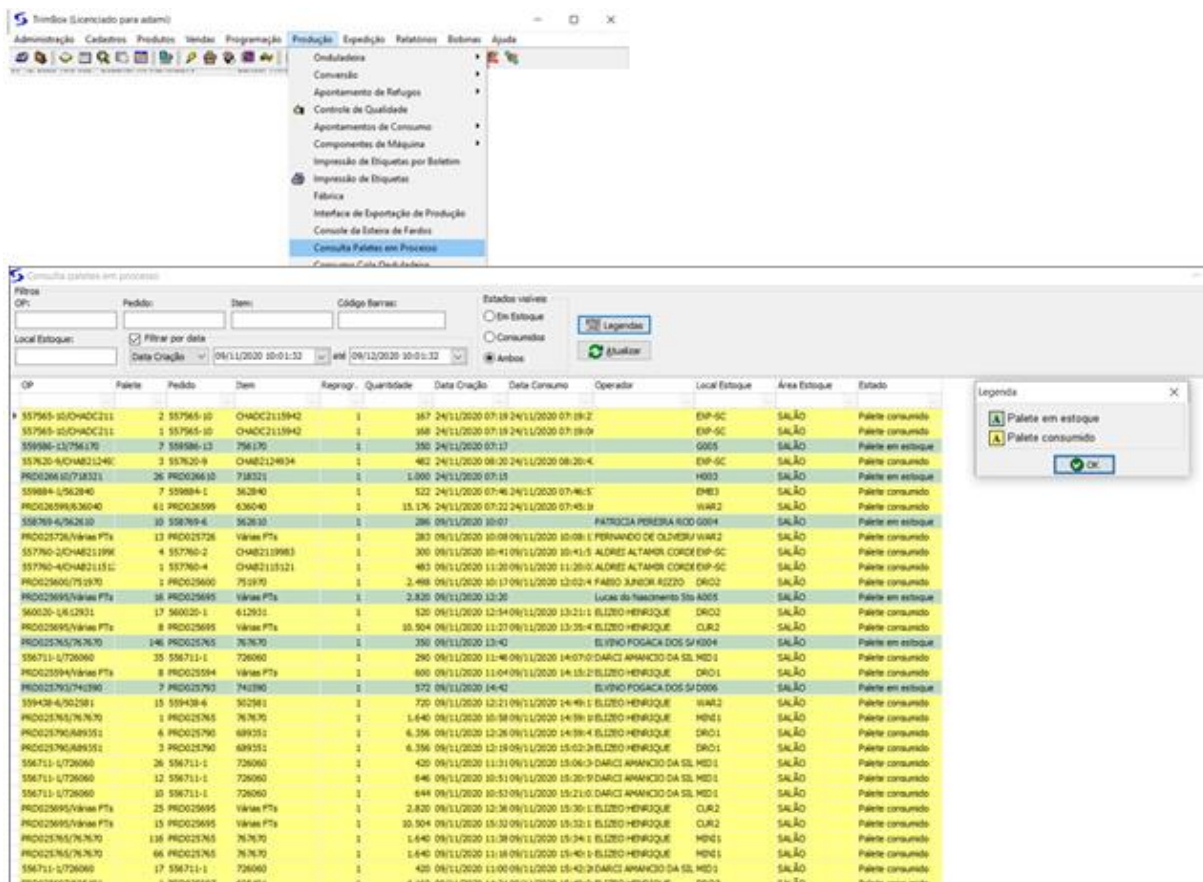


Fonte: A autora (2020)

Após a aquisição e instalação de todos os componentes partiu-se para os testes em sala, para posteriormente serem repassadas as instruções e treinamento a todos os operadores. Os testes funcionaram corretamente, sendo assim foi habilitado no *Trimbox*® na aba referente a produção “Consulta de paletes no processo”. Ao abrir esta tela informações como ordem de produção, quantidade de paletes, quantidade de caixas, pedido, operador, local e área de estoque e estado se apresentam. O sistema é simples se o palete não passou por nenhum processo de conversão o mesmo irá aparecer como “Palete em estoque” com a cor verde claro, os paletes que já foram convertidos aparecem em amarelo com a legenda “palete consumido”. Na Figura 25, tem-se o módulo instalado no software e a tela de identificação dos paletes.



Figura 25 - Consulta de Paletes no Processo

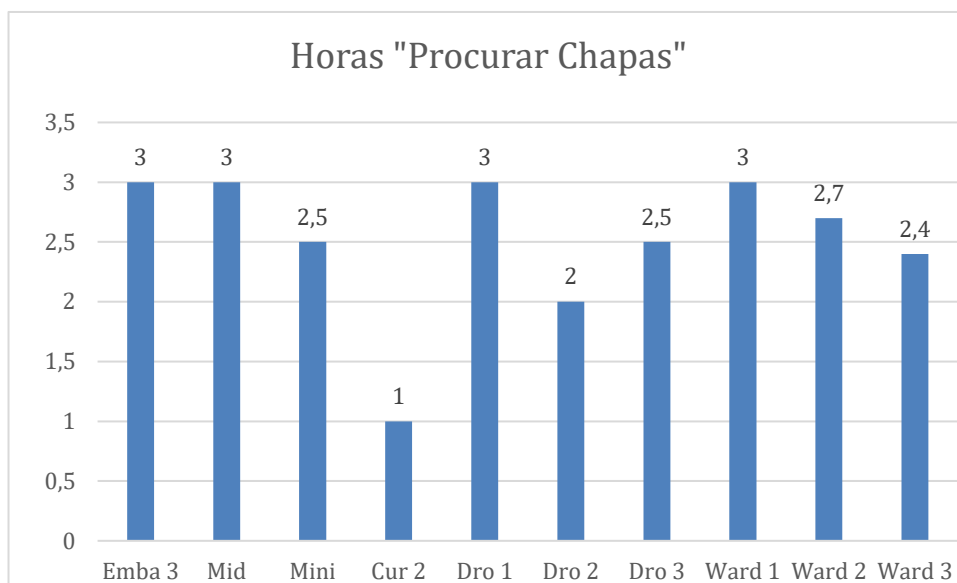


Fonte: Trimbox® (2020)

O sistema ainda está passando por adaptações e existem alguns pontos a serem ajustados como, por exemplo, quando o palete é movido pela segunda vez de lugar e não é registrado pelo colaborador.

A princípio houve redução das horas em um mês a redução foi de 37,9 horas, conforme o gráfico atualizado de horas paradas da Figura 26.



**Figura 26** - Gráfico de horas paradas atualizado

Fonte: A autora (2020)

Esta é apenas uma das melhorias que podem ser implementadas cujo custo de implementação não é alto, oferecendo resultados rápido.

#### 4.5 Resumo das descobertas

Se a implementação do mapa de fluxo de valor do estado futuro apresentado aqui for seguida com sucesso, a empresa será capaz de melhorar significativamente seus processos e ganhar vantagem em relação aos seus concorrentes. No Quadro 2 apresenta-se um apanhado das principais mudanças para o mapa atual.

Quadro 2 - Principais mudanças do mapa atual para o futuro

Descrição	Mapa Atual	Mapa Futuro
Lead time	5,81 dias	3,81 dias
Estoque Matéria-Prima	4,31 dias	3,68 dias
Estoque Intermediário	0,67 dias	0,15 dias
Estoque Produtos acabados	0,81 dias	0
Uptime Conversão	75,40%	83,80%
OEE Conversão	56%	70%
Setup Conversão	15 min	12 min

Fonte: A autora (2020)

Além das mudanças acima, podem ser considerados os seguintes benefícios com a implementação do mapa futuro:

- Implementação de pistas FIFO entre processos.
- Economia de R\$560.000,00 pela eliminação da largura de 2.080 mm de bobinas de papel de seu estoque de matérias-primas.
- Economia de R\$679.516,20 com a venda do estoque de produtos acabados e R\$434.335,00 do estoque intermediário.
- Economia, em média, de R\$14.633,67 por mês com a eliminação da manutenção corretiva.
- Introdução de um sistema puxado através de Kanbans no processo de ondulação.
- Introdução do programa TPM para melhorar a confiabilidade da impressora;
- Redução de 37,9 horas de paradas para procurar chapas, não apenas no processo da família escolhida.

## 5. CONCLUSÃO

Como resultado deste trabalho tem-se a união da instituição de ensino com o ambiente industrial, para que seja apresentada um pouco da realidade do dia a dia das empresas e sejam aplicados novas abordagens e métodos aprendidos para melhorias do processo. Esta interação é de extrema importância para o fortalecimento das relações entre a instituição e a comunidade, vindo trazer benefícios a ambas as partes. Com o desenho do mapa de fluxo de valor do estado atual e futuro, foram encontradas algumas fontes de desperdício que constam no processo produtivo e apresentar sugestões para que as mesmas fossem reduzidas ou até eliminadas.

O presente estudo demonstrou que são possíveis realizar melhorias, como redução do *lead time*, estoques intermediários e de produtos acabados, redução tempo de setups com pequenas mudanças, além de gerar economias significativas para a empresa. Para assegurar o sucesso desta aplicação, deve-se considerar uma equipe pronta e disposta a pôr em prática as melhorias apresentadas, ter apoio de toda a gestão para a tomada de decisões, mostrando a importância do projeto para a empresa.

No decorrer da condução desta pesquisa, surgiram em alguns momentos uma série de percepções que, se exploradas mais detalhadamente, teriam gerado dados interessantes e acrescentado mais descobertas aos resultados gerais da pesquisa. Essas percepções foram:

- Um olhar mais atento sobre os aspectos de treinamento dos funcionários e o papel desempenhado pela administração em uma implementação enxuta não foi totalmente abordado.
- Devido a restrições na coleta de dados, foi necessário utilizar médias. O número médio exclui a variação natural em certos processos e deve ser contabilizado. Portanto, para melhorar a precisão dos achados, é aconselhável utilizar métodos estatísticos.
- O mapa de fluxo de valor apresentado não considera a distância percorrida pelos produtos e funcionários e, portanto, os desperdícios por ele causados foram comentados apenas brevemente.
- As políticas e práticas de manutenção da empresa foram comentadas apenas

brevemente. O uso do TPM é um aspecto-chave do *Lean* e teria fornecido resultados adicionais na pesquisa.

- A implementação bem-sucedida das melhorias propostas só pode ser alcançada com o envolvimento total da administração da empresa e dos funcionários, portanto, apenas um comprometimento parcial pode distorcer o quadro.
- A implementação realizada do sistema de leitura dos paletes para alocação em suas respectivas quadras demonstrou excelentes resultados, pois agora a localização é dada via sistema por meio de *tabletes* instalados em empilhadeiras. Em três meses os níveis de paradas foram reduzidos em 90%.
- O impacto sobre os níveis de desperdício pela utilização de pistas FIFO em vez inventário convencional não é considerado neste trabalho. Esses impactos também são submetidos a procedimentos externos e internos e requerem um estudo mais aprofundado.

Esta pesquisa se concentrou na revisão e melhoria de uma família de produtos na empresa estudada, como a maioria das propostas não foi implementada, alguns resultados não puderam ser verificados e os que foram alcançados com a pesquisa identificaram outros temas potenciais para pesquisas futuras. Esses assuntos são:

- Esta pesquisa pode ser estendida para a outras famílias de produtos e ao processo de fabricação de papel.
- Mais pesquisas podem ser realizadas em que o estado futuro é verificado pelo uso de *software* de simulação.
- Pesquisas adicionais podem ser conduzidas em que os resíduos não discutidos nesta pesquisa sejam abordados.
- O aspecto filosófico por trás do *Lean* e sua implementação na empresa pode ser um assunto para pesquisas adicionais.

Conclui-se que com o aprendizado acadêmico foi possível observar a realidade de uma indústria, de como funcionam os seus processos e da dificuldade de implementar novas metodologias. Pode-se contextualizar e realizar análises para sugerir possíveis alterações na cadeia de valor.

Buscou-se, dentro dos objetivos, ser fiel na abordagem do problema, já que o assunto é de grande valia para os negócios da empresa, no que tange a sua forma de trabalhar e que partindo do exposto, o pensamento enxuto auxilia na melhoria da qualidade da produção, uma vez que seu maior princípio é a eliminação de

desperdícios, e assim, torna a produção mais rentável, mais rápida e com maior confiabilidade. Acredita-se que as ferramentas e princípios da Indústria enxuta auxiliariam positivamente no aumento da produção por meio da redução dos desperdícios.

## REFERÊNCIAS

ABPO – Associação Brasileira do Papelão Ondulado. **Anuário Estatístico 2017**. 1ª ed. – São Paulo: ABPO – Associação Brasileira do Papelão Ondulado, 2018.

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Papel e Celulose. Disponível em: <<https://www.abtcp.org.br/quem-somos/osetor/o-setor>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

ALVES FILHO, A. G. RACHID, A. IANNONI, A. P. **Gestão da produção e Operações – abordagem integrada**. São Paulo, Atlas, 2019.

BAUTISTA, L., *et al.* **Coatings and inks for food packaging including nanomaterials. Emerging Nanomaterials in Food Science**. Emerging Nanotechnologies in Food Science, cap. 8, p. 161, 2017. BAYER, O. Patent 728981, Deutsches Patentamt, 1937. BOCK, M. Polyurethanes for Coatings. Hannover, Ulrich Zorll, 2001.

BHS CORRUGATED, 2020. **Maquinário**. Disponível em: <<https://www.bhs-world.com/maschinen>> Acesso em: 18 out. 2020.

COLLIS, J. HUSSEY, R. **Pesquisa em administração. Um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.349 p.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada. Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

Mercado de embalagens de papelão ondulado deve relatar crescimento maciço e receita deve subir para US \$ 317 bilhões em 2023. **Zion Market Reserach**. New York, 2018. Disponível em: <<https://www.zionmarketresearch.com/news/corrugated-packaging-market>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M.. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

ROTHER, M.; SHOOK, J.. **Aprendendo a enxergar – Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo,:Lean Institute Brasil, 2003.

SEIBEL, S. **Manufatura enxuta | Princípios da filosofia Lean Metodologia Kaizen**, 2014. 118 slides. Disponível em: < <https://pt.slideshare.net/Sustentare/manufatura-enxuta-lean-slides-prof-silene-seibel>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da produção**. 3 ed..

São Paulo: Atlas, 2009.

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