

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

RENAN BORSATO

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM
LINHA DE RECAPAGEM DE PNEUS**

CAXIAS DO SUL

2017

RENAN BORSATO

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM
LINHA DE RECAPAGEM DE PNEUS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade de Caxias do Sul como requisito
parcial à obtenção do grau de Engenheiro de
Produção. Área de concentração: Engenharia
de Produção

Orientador: Prof. Ms. Paulo Klafke

CAXIAS DO SUL

2017

RENAN BORSATO

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM
LINHA DE RECAPAGEM DE PNEUS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade de Caxias do Sul como requisito
parcial à obtenção do grau de Engenheiro de
Produção. Área de concentração: Engenharia
de Produção

APROVADO EM 28, 06, 2017.

Banca Examinadora:



Prof. Ms. Paulo Klafke
Universidade de Caxias do Sul – UCS



Prof. Ms. Ivandro Ceconello
Universidade de Caxias do Sul – UCS



Prof. Ms. Elton Fabro
Universidade de Caxias do Sul – UCS



Sr. Danastor Borsato
DN Pneus LTDA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente minha família, que foi fundamental para a obtenção deste feito, que não deixaram de me apoiar em nenhum momento de minhas escolhas, em especial meus pais Cleoci e Danastor, que são exemplos de pessoas batalhadoras e determinadas.

A Tauana Tonietto, minha noiva, por todo suporte, apoio e compreensão durante o período de minha graduação e execução deste trabalho.

Aos colaboradores da DN Pneus, que prestaram todo os auxílios e informações necessárias para a realização deste trabalho, colaborando para meu crescimento profissional.

Ao Prof. Paulo Klafke, pelas orientações prestadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho e pelo comprometimento, contribuindo no meu aprendizado. E mesmo a empresa estudada estar distante, se disponibilizou para viagem e visita da mesma.

Por fim, a todos os meus amigos e colegas que me apoiaram e estiveram do meu lado nessa jornada, auxiliando desde o primeiro dia que decidi residir em Caxias do Sul, auxiliando no crescimento profissional e pessoal.

RESUMO

O presente trabalho propõe a investigação dos desperdícios de produção em uma linha de recapagens de pneus através da ferramenta do Mapeamento do Fluxo de Valor. O Mapeamento de Fluxo de Valor é uma ferramenta da produção enxuta que permite às empresas visualizar seus desperdícios e buscar melhorias no fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 2003). O conhecimento do processo e contato com a empresa despertou o interesse em analisar os dados produtivos e identificar os principais motivos que geram desperdício e WIP, com a proposta de melhorias no fluxo produtivo e redução do *lead time*. O possível aprimoramento do processo só é conseguido a partir de uma análise criteriosa, um diagnóstico preciso, e decisões de melhoria acertadas, obtidas da observação *in loco* do sistema fabril. Para a realização do estudo, trabalhou-se com o mês de fevereiro de 2017 pela maior disponibilidade de dados. Com a obtenção dos dados, foi possível desenvolver o Mapeamento de Fluxo de Valor Atual e na sequência foram identificadas oportunidades de melhorias, gerando uma redução estimada de 11% no *lead time* e 34,4% de redução no *takt time* e então foram sugeridas propostas, como possibilidades da redução de estoques intermediários através de um plano de implementação.

Palavras-chaves: Desperdício. Mapeamento de Fluxo de Valor. Recapagens de Pneus. WIP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos do Sistema de Produção	17
Figura 2 – Etapas iniciais do MFV	32
Figura 3 – Exemplo de estado atual.....	34
Figura 4 – Exemplo de estado futuro	36
Figura 5 – Exemplo de GBO	37
Figura 6 – Pneu radial x pneu diagonal	43
Figura 7 – Máquina de limpeza de pneus	44
Figura 8 – Máquina de raspagem	45
Figura 9 – Escariação	46
Figura 10 – Etapas para desenvolvimento do trabalho.....	48
Figura 11 – Produção por medida de pneu em 2016	55
Figura 12 – Mapeamento de Fluxo de Valor Atual	60
Figura 13 – Identificação de melhoria.....	63
Figura 14 – Mapeamento de fluxo de valor futuro.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplos de desperdícios	22
Quadro 2 – Produção anual 2016	42
Quadro 3 – Plano de ação etapa 1.....	49
Quadro 4 – Plano de ação etapa 2.....	50
Quadro 5 – Plano de ação etapa 3.....	51
Quadro 6 – Plano de ação etapa 4.....	52
Quadro 7 – Plano de ação etapa 5.....	53
Quadro 8 – Plano de implantação.....	54
Quadro 9 – Linha de produção a frio 2016.....	56
Quadro 10 - Tempos de operação (T/C).....	58
Quadro 11 – Tempo de espera e WIP.....	59
Quadro 12 – Identificação de melhorias no MFV atual	64
Quadro 13 – Tempo médio para preparação da banda	65
Quadro 14 – Comparação estado atual e futuro	65
Quadro 15 – Plano de implantação.....	68

LISTA DE SIGLAS

ABR	Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus
ALAPA	Associação Latino Americana de Pneus e Aros
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
GBO	Gráfico de Balanceamento de Operadores
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IT	Instrução de Trabalho
JIT	<i>Just-in-Time</i>
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
PCP	Planejamento e Controle da Produção
RJ	Recuperação Judicial
ROI	<i>Return On Investment</i> – Retorno Sobre Investimento
ROA	<i>Return On Assets</i> – Retorno Sobre Ativos
T/C	Tempo de Ciclo
TQM	<i>Total Quality Management</i> – Gestão da Qualidade Total
STP	Sistema Toyota de Produção
WIP	<i>Work In Progress</i> – Trabalho em Processo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	11
1.2	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	12
1.3	OBJETIVOS	13
1.3.1	Objetivo geral.....	13
1.3.2	Objetivo específico.....	13
1.4	PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO	13
1.5	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	17
2.1.1	Tipos de sistemas de produção	18
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	20
2.2.1	Objetivos do sistema Toyota.....	21
2.3	MANUFATURA <i>LEAN</i>	22
2.3.1	Desperdícios da produção.....	22
2.4	PRINCÍPIOS ENXUTOS	27
2.4.1	Valor do produto	27
2.4.2	Fluxo de valor	27
2.4.3	Fluxo do processo	28
2.4.4	Sistema puxado	28
2.4.5	Perfeição	29
2.5	LEAD TIME.....	29
2.6	TAKT TIME.....	30
2.6.1	Tempo de ciclo	31
2.7	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR	31
2.7.1	Estado atual.....	33
2.7.2	Estado futuro	35
2.8	GRÁFICO DE BALANCEAMENTO DE OPERADORES.....	36
2.9	PROCESS MANAGEMENT	38
2.9.1	Gestão de processos	38
2.9.2	Gestão por processos	38
2.10	TOTAL QUALITY MANAGEMENT	39
2.11	REFORMA DE PNEUS	39
2.11.1	Recapagem	39
2.11.2	Recauchutagem.....	40
2.11.3	Remoldagem.....	40
3	PROPOSTA DE TRABALHO	41
3.1	INTRODUÇÃO.....	41
3.2	PROCESSO ATUAL DE PRODUÇÃO	41
3.2.1	Destino do pó de borracha e pneus não conforme.....	47
3.3	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO	48
3.3.1	Etapa 1 - Escolher uma família de produtos.....	49
3.3.2	Etapa 2 – Analisar o processo atual.....	50
3.3.3	Etapa 3 – Desenhar o processo atual	50
3.3.4	Etapa 4 – Verificar oportunidade de melhoria	51
3.3.5	Etapa 5 – Desenhar o estado futuro	52

3.3.6	Etapa 6 - Plano de implantação.....	53
3.4	CONSIDERAÇÕES	54
4	IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO	55
4.1	ETAPA 1 – ESCOLHER A FAMÍLIA DE PRODUTO.....	55
4.2	ETAPA 2 – ANALISAR O PROCESSO ATUAL	56
4.3	ETAPA 3 – DESENHAR O PROCESSO ATUAL	57
4.4	ETAPA 4 – VERIFICAR OPORTUNIDADE DE MELHORIA	61
4.5	ETAPA 5 – DESENHAR O ESTADO FUTURO	64
4.6	ETAPA 6 - PLANO DE IMPLANTAÇÃO	67
5	CONCLUSÃO.....	69
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DO PROCESSO	74
	APÊNDICE B – COLETA DE DADOS	75
	ANEXO A – ÍCONES DO MFV	76

1 INTRODUÇÃO

Em um país em que a grande maioria dos transportes de mercadorias são realizados por meios rodoviários, um setor da economia brasileira que vem se destacando cada vez mais no mercado é a recapagem de pneus. Mesmo em pleno clima de instabilidade econômica, a reforma de pneus se mostra como uma alternativa de mercado viável garantindo qualidade e maior vida útil ao produto.

Segundo o economista e consultor Ricardo Amorim (apud Revista Pnews, 2015), três grandes problemas agravados desde o começo de 2011 contribuíram para o cenário de crise atual: o incentivo ao consumo, sem paralelamente garantir estimular a produção, o que desequilibrou as contas externas e o déficit da balança comercial; o agravamento da inflação; e os embates políticos, que abalaram a confiança do país como um lugar de bons investimentos. Por conta deles, o ano de 2015 registrou queda de 3,8% na soma das riquezas do país (REVISTA PNEWS, 2015).

De acordo com a ABR (Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus) (2016), o Brasil é o segundo mercado mundial no ramo da reforma de pneus, ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América, uma vez que, a reforma de pneus apresenta baixos índices de problemas com qualidade e emprega apenas 20% do material utilizado na produção de um pneu novo, proporcionando a mesma durabilidade de um pneu novo.

As organizações de todos os setores, aos poucos têm usado o sistema *lean* (filosofia de gestão em práticas e resultados do Sistema Toyota) como meio fundamental para transformar realidades gerenciais, potencializar resultados e aproveitar de modo mais qualificado o potencial humano. A essência é a capacidade de eliminar desperdícios continuamente e resolver problemas de maneira sistemática, que implica em repensar a maneira de liderança, gerenciamento e desenvolvimento dos colaboradores. É através do pleno engajamento do grupo de pessoas envolvidas no trabalho que se consegue vislumbrarem as oportunidades de melhoria e ganhos sustentáveis, obtendo melhorias consideráveis de produção (LEAN, 2016).

Para sustentar o esforço de transformação, mecanismos gerenciais precisam ser criados ou modificados e o comportamento das lideranças deve ser condizente com as novas premissas fundamentais. Se estes importantes elementos forem considerados, aumenta-se a chance de sucesso e sustentação dos esforços de transformação, tornando possível a incorporação do pensamento *lean* às práticas do dia a dia de maneira perene (LEAN, 2016).

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A reforma de pneus é a solução mais econômica e segura, seja para reposição de frota de uma empresa que rodou com a carcaça até o fim de sua vida útil ou mesmo para recuperar uma carcaça foi danificada de possíveis danos provenientes das péssimas condições das pistas de rolamento, bem como um serviço de qualidade em que se adéqua para qualquer cenário econômico e orçamento do cliente, mantendo a mesma segurança que o pneu novo (GOODYEAR, 2016).

Para melhorar a eficiência de sistemas de gestão e estratégias de negócios, seguindo os cinco princípios do *Lean Thinking*, faz-se necessário, o estudo do mapeamento do fluxo de valor, onde é fundamental identificar os possíveis problemas e redefinir os processos, restando apenas o que gera valor ao cliente, buscando a verticalização da produção (LEANTI, 2016).

Este trabalho apresentará um mapeamento de fluxo de valor em uma linha de recapagem de pneus na empresa DN Pneus LTDA, empresa que atua no ramo de prestações de serviços e recapagem de pneus.

O mapeamento de fluxo de valor é a representação visual de uma sequência de operações e etapas que ocorre em um processo de produção, tanto de produto ou serviço. A análise acompanha uma determinada família de produto, do fornecedor e até o consumidor, mostrando a entrega do fornecedor e os requerimentos dessa entrega, a constituição do estoque de matéria-prima na empresa e todos os processos de produção individuais, tempos de ciclo, tempos de setup, pessoas, turnos, estoque de produtos acabados e requisitos de entrega para o cliente (ORTIZ, 2010).

Diante deste cenário econômico em que o país vive ao longo dos últimos anos, a necessidade de reduzir os gastos e aperfeiçoar os processos se torna uma necessidade imprescindível para a sobrevivência das empresas, bem como, para reduzir o alto custo operacional. Por conta disso faz com que as empresas busquem cada vez mais uma tecnologia de ponta e se mantenham estáveis em um mercado cada vez mais concorrente e inovador, fazendo assim, com que as empresas lutem para sobreviver neste vasto e acirrado mercado.

Por conta disso, será realizado um trabalho em uma empresa de recapagens de pneus onde será aplicada a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor no processo, no qual, o presente trabalho inicia sua primeira parte com a introdução e a contextualização sobre o assunto proposto, seguido da justificativa geral para sua realização do trabalho de conclusão de curso.

Posteriormente são apresentados os tópicos referentes a: objetivos, perfil da empresa e delimitação do trabalho. O segundo capítulo é destinado à apresentação da revisão teórica sobre o assunto abordado. O capítulo 3 apresenta a proposta de trabalho, métodos utilizados para obtenção de dados e etapas que serão seguidas para a elaboração da análise. O quarto capítulo, aborda a execução das etapas descritas no capítulo 3, gerando a estruturação da proposta e uma possível implementação da ferramenta mapeamento de fluxo de valor no processo de recapagem de pneus.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Por ser altamente competitivo, o cenário atual exige das organizações melhoria constante de seus processos e resultados a fim de assegurar sua sobrevivência no mercado. Neste contexto, o desperdício tem papel fundamental visto que sua eliminação ou diminuição afeta diretamente na redução dos custos, tornando a organização mais competitiva no mercado.

Para a realização do trabalho, visando a redução de desperdícios e definir o *lead time* da linha de reforma de pneus, será utilizada a ferramenta mapeamento de fluxo de valor. Uma vez que, por ser uma empresa considerada jovem e pequena, não possui controles apurados quanto ao planejamento e controle de produção.

Como plano estratégico, a DN Pneus adota dois fatores considerados fundamentais, ligados à manufatura, para o desenvolvimento e o crescimento constante da empresa: redução de custo e qualidade produzida. Para reduzir o custo de seus produtos, aumentando as margens de lucro, a empresa passará a avaliar constantemente os processos produtivos, quanto à qualidade, a empresa busca sempre tecnologia de ponta para seus processos (DN Pneus, 2016).

De acordo com Werkena (2006), a *Lean Production* vem se tornando cada vez mais imprescindível dentro das indústrias brasileiras, baseando-se sempre no STP (Sistema Toyota de Produção), com a aplicação do MFV (Mapeamento de Fluxo de Valor) torna-se possível melhorar a eficiência da empresa que tem como objetivo principal na sua aplicação a redução do *muda* (desperdício) e do *lead time*.

Como veremos no decorrer do desenvolvimento do trabalho, o MFV possui uma linguagem simples, facilitando a visualização e interpretação sobre o fluxo, ajudando também a relacionar o fluxo de informação com o de material.

Na expectativa de melhor atender a necessidade da linha de produção, o estudo proposto será estruturado de acordo com os preceitos da manufatura enxuta para buscar melhorar o fluxo do processo e detectar a real capacidade produtiva da empresa.

O estudo justifica-se pelo fato de que atualmente o mapeamento de processos vem sendo utilizado por diversas empresas como uma estratégia de competição proveitosa no que diz respeito ao alcance dos objetivos organizacionais, possibilitando um maior aperfeiçoamento nos processos produtivos, a partir do delineamento do fluxo reduzir as falhas de processo (BOLSSON et al., 2012).

Posteriormente, são apresentados os objetivos, juntamente com o perfil da empresa, ambiente de trabalho e metodologia utilizada na realização do trabalho.

1.3 OBJETIVOS

O item 1.3 tem como desígnio apresentar os objetivos gerais e os objetivos específicos.

1.3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem o objetivo geral aplicar a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor na empresa DN Pneus LTDA, na linha de recapagem de pneus.

1.3.2 Objetivo específico

Na busca de atingir o objetivo geral foram criados os seguintes objetivos específicos:

- a) escolher uma família de produtos;
- b) analisar o processo atual;
- c) desenhar o estado atual;
- d) verificar oportunidade de melhoria;
- e) desenhar o estado futuro;
- f) realizar plano de implantação.

1.4 PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO

Em 25 de maio de 1993 a família Borsato decide deixar o ramo da agricultura para buscar novas oportunidades e melhores condições de vida, foi então, que saíram da cidade de Cacique Doble e se mudaram para Sananduva e em abril de 1994 foi fundada a Renovadora Sananduva, porém, sem condições financeiras na época, os fundadores e atuais

sócios/proprietários Danastor Borsato e Cleoci Garbin Borsato abriram o empreendimento apenas como prestações de serviços e borracharia.

Iniciar um novo empreendimento nos dias atuais não é nada fácil, é um grande desafio para as pessoas que buscam ter sua própria empresa, porém as possibilidades hoje em dia são maiores, uma vez que as condições financeiras apresentadas principalmente pelas agências bancárias são, de certa forma, acessíveis, mas nada comparado ao que era enfrentado a mais de duas décadas passadas. Com recursos e informações precárias, a empresa batalhava para ganhar a confiança de seus clientes. E foi com este enfoque que a família decidiu deixar o aluguel da casa e morar dentro da própria empresa e trabalhar com plantões 24 horas e aos poucos começar a ganhar mercado na região.

No entanto, como não havia condições financeiras na época, os pneus a receberem a reforma eram então encaminhados para uma empresa terceirizada localizada em São José do Ouro para prestar os serviços. Mas a visão empreendedora que é um alicerce dos proprietários, fez com que no dia 04 de março de 2002 o projeto de montar junto com a borracharia uma renovadora de pneus é então concretizado, é fundada então a DN Pneus LTDA que passou a oferecer serviços de recapagem de pneus de passeio e caminhões. A compra da matéria-prima (banda de rodagem) era então fornecido pelas Borrachas Vipal.

Com o crescimento imediato da empresa, os concorrentes pressionaram a então fornecedora, fazendo com que houve o corte da entrega das bandas de rodagem em 2003. Neste mesmo ano, na busca de um novo fornecedor e de aperfeiçoamento no sistema de gestão de suas atividades, foi então criada uma parceria com a empresa Moreflex¹ (DN PNEUS, 2016).

Com o passar do tempo a empresa foi superando as dificuldades e evoluindo no atendimento e na qualidade dos produtos, mas o sonho ainda não estava completo. Foi então que em 2008 a empresa passa a oferecer a recapagem a quente de pneus da linha agrícola, sendo que, a agricultura é uma área forte na região, possibilitando assim, uma gama maior de clientes.

Desde então, a Moreflex vem atuando junto a sua Rede Autorizada no sentido de fornecer todo o suporte necessário para a empresa na obtenção do registro do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) através de orientação, capacitação das equipes e suporte técnico.

¹ Moreflex é uma das principais empresas brasileiras dedicadas à produção de bandas de rodagem e demais produtos destinados à reforma de pneumáticos. A empresa foi fundada em 1992 em Portão/RS, atuando através de suas redes credenciadas para todo o Brasil e também em diversos países das Américas do Sul, Central, Norte e no Caribe (MOREFLEX, 2017).

O sucesso da empresa se dá, principalmente, pela versatilidade em atender as demandas específicas de cada cliente, desde o atendimento a domicilio, quanto atendimento imediato, buscando sempre eficiente e eficaz. Desde o início a empresa adotou uma postura que cativa o cliente, as portas sempre estiveram abertas para sugestões e críticas em relação aos seus serviços prestados a comunidade.

Atualmente a empresa apresenta uma ampla gama de serviço para as mais diversas necessidades. Para atender os diversos mercados, a DN Pneus possui os seguintes serviços: recapagem a frio, recauchutagem (recapagem a quente), revenda de pneus novos das principais marcas, tanto nacionais como importados, borracharia com atendimento no local do cliente se necessário e balanceamento para automóveis e camionetes.

Visando a qualidade assegurada da reforma dos pneus em 2012 a empresa recebeu o Registro de Declaração de Conformidade do Fornecedor do Inmetro com a inclusão dos processos de reforma de pneus seguindo a Portaria nº 444, com o objetivo de obter a autorização na comercialização do serviço oferecido e a utilização do selo de identificação de conformidade, conforme previsto na Resolução CONMETRO (Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) nº 05/2008 (DN PNEUS, 2016).

Este processo de adequação aos requisitos do Inmetro traz diversas melhorias ao mercado de reforma de pneus e ao segmento de transporte. Caminhoneiros e frotistas passam a contar com um padrão cada vez melhor na reforma de pneus, por meio de produtos e serviços que garantem uma maior vida útil do pneu com mais desempenho e segurança.

Nos dias atuais, a produção total da empresa gira em torno de 250 pneus/mês e conta com 16 colaboradores e 1671 metros quadrados de área construída.

No ano de 2017, na busca em aumentar sua participação no mercado, a empresa tem como meta eliminar suas dívidas com os bancos e fornecedores que é de aproximadamente R\$ 200.000,00 e investir entre R\$ 15.000,00 a R\$ 30.000,00 em matrizes para novos modelos de desenho para a recapagem na linha agrícola, no qual é a linha que tem um maior lucro no ramo da recapagem de pneus se comparado com a linha de automóveis e caminhões.

Com uma vasta concorrência de outras empresas na região, se faz necessário a empresa focar em um ponto de referência, foi então que a DN Pneus determinou o foco principal em fornecer qualidade e agilidade no atendimento para seus clientes, para então, ter seu nome bem posicionado no mercado.

Com objetivo a longo prazo, a direção da empresa já estuda a abertura de um novo empreendimento no ramo de *Auto Center* e *Truck Center*, no qual, o terreno para a realização

do empreendimento já foi adquirido ao lado da empresa atual, como o foco de poder fornecer uma gama ainda maior de serviços prestados ao cliente em um só local.

1.5 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho será desenvolvido diretamente na área de Produção, uma vez que a empresa não possui as áreas de auxílio a produção por ser uma empresa de pequeno porte, a partir da necessidade da empresa estudada em obter o conhecimento da real capacidade produtiva do processo de recapagem de pneus. No qual, será necessário a participação e colaboração dos proprietários da empresa e dos colaboradores da empresa, tanto nas informações apresentadas, quanto a dedicação em buscar sempre o melhor para a empresa.

Para a DN Pneus este trabalho apresenta como foco principal a possibilidade de redução de custos e redução de *lead time*. Além disso, a empresa espera alcançar melhor eficiência no processo.

Dentro desse estudo, o problema foi abordado em forma de uma pesquisa qualitativa. O propósito foi mapear o fluxo produtivo de uma empresa de recapagem de pneus situada na região norte do Rio Grande do Sul.

A pesquisa, no ponto de vista da forma de abordagem, será apresentada de maneira qualitativa. De acordo com Yin (2016), a pesquisa qualitativa é guiada por um desejo de explicar os acontecimentos, por meio de conceitos existentes ou emergentes.

A metodologia adotada do ponto de vista dos procedimentos técnicos para a realização do trabalho é o estudo de caso, que segundo Gil (2008, p.54), “...é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais...”.

O estudo de caso consiste na análise profunda de um ou poucos objetivos, de forma que permita seu amplo e detalhado conhecimento com diferentes propósitos, tais como: explorar situações da vida real, cujos limites não estão claramente definidos; preservar o caráter unitário do objeto estudado; descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; formular hipóteses ou desenvolver teorias; e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (GIL, 2008).

No ponto de vista de seus objetivos, será utilizada a pesquisa exploratória que é útil para desenvolver conceitos de forma mais clara, estabelecer prioridades, desenvolver definições operacionais e melhorar o projeto final da pesquisa, além de possibilitar economizar tempo e dinheiro (COOPER; SCHINDLER, 2016).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

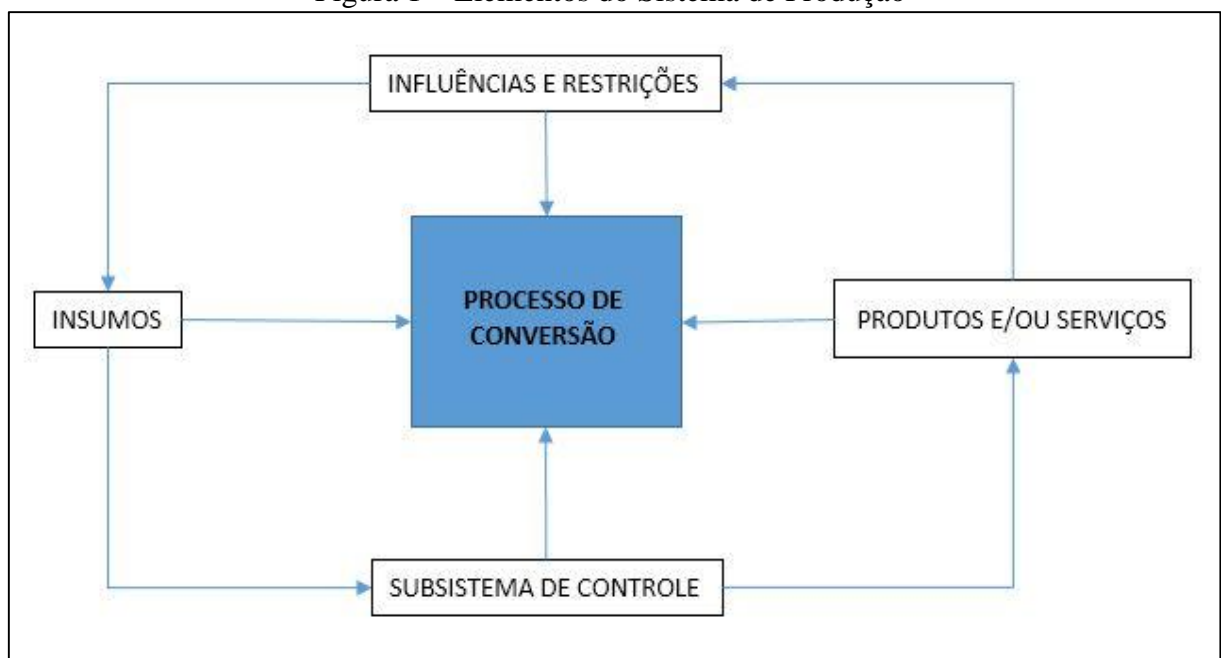
Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica utilizada como base para a construção deste trabalho.

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

De acordo com Moreira (1993), sistema de produção é definido pela relação de um conjunto de atividades e operações, envolvidas na transformação de materiais produzindo bens dentro da indústria ou serviços. No sistema de produção destaca-se alguns elementos fundamentais, são eles, insumos, o processo de conversão, os produtos ou serviços gerados e o subsistema de controle (MOREIRA, 1993).

A Figura 1 apresenta os elementos que compõem o sistema de produção. Além disso, expressa a posição que cada elemento ocupa no sistema.

Figura 1 – Elementos do Sistema de Produção



Fonte: adaptado de Moreira (1993).

Os insumos são todos os recursos que são transformados diretamente em produtos, tais como, matéria-prima e os recursos que movem o sistema (mão-de-obra, máquinas e equipamentos, instalações, entre outros). O processo de conversão tem por objetivo mudar a

forma da matéria prima ou muda a composição e a forma de recursos, transformando-a nas características do produto final especificado (MOREIRA, 1993).

Moreira (1993), destaca que o sistema de controle é um conjunto de atividades que visa assegurar o cumprimento de todas as etapas do sistema de produção conforme a programação estabelecida. Atuando na verificação da utilização dos recursos, tanto na qualidade da matéria-prima, quanto no produto, e na quantidade de componentes que é produzido de cada produto.

O último elemento do sistema de produção é representado pelas influências e restrições, sendo assim, pode-se destacar que o sistema de produção não atua no vazio. O sistema de produção atua dentro de um contexto no qual pode sofrer influências devido a movimentações externas e internas ao sistema. No ambiente interno, outras áreas funcionais (Marketing, Financeiro, RH, etc.) possuem o poder de influenciar no andamento do sistema. Já no ambiente externo, alterações políticas do governo, mudança na economia, estão entre os principais fatores de influências (MOREIRA, 1993).

Conforme Chiavenato (2014), cada empresa adota um sistema de produção para realizar as suas operações e produzir seus produtos ou serviços da melhor maneira possível, garantindo assim, sua eficiência e eficácia. O sistema de produção é a maneira pela qual a empresa organiza seus órgãos e realiza suas operações de produção, adotando uma interdependência lógica entre todas as etapas do processo produtivo, desde o momento em que os materiais e saem do almoxarifado até chegar ao depósito como produto acabado.

2.1.1 Tipos de sistemas de produção

De acordo com Moreira (1993), com a finalidade de melhorar o processo de classificação tradicional de técnicas de auxílio à gestão, o sistema de produção deve ser dividido em três tipos. Esta divisão, que se dá principalmente em função do fluxo do produto, auxilia no momento de selecionar as melhores ferramentas gerenciais, e a forma com que o sistema deve ser trabalhado. Moreira (1993) apresenta três tipos de sistemas de produção, os quais estão apresentados a seguir.

2.1.1.1 Sistemas de produção de fluxo em linha

Neste sistema de produção a principal característica é a sequência linear que o processo apresenta na produção de um produto ou serviço. O processo de fluxo em linha pode ser

dividido em produção em linha de montagem, geralmente utilizados para os processos de produção em massa, e produção contínua, bastante utilizada na produção de produtos com elevado grau de padronização (MOREIRA, 1993).

Chiavenato (2008) destaca que a produção contínua é o sistema de produção utilizado por empresas que produzem um determinado produto, sem mudanças, por um longo período de tempo. Por conta disso, o processo de produção não sofre mudanças e pode ser aperfeiçoado continuamente. É possível observar este tipo de sistema de produção em fábricas de automóveis, papel e celulose.

2.1.1.2 Sistemas de produção intermitente

Moreira (1993) afirma que neste sistema é realizada a produção de lotes especificados, caracterizando assim uma produção intermitente por encomenda. Neste caso, os equipamentos são do tipo genérico, pois permitem adaptações dependendo das características de operações a ser realizada pelo produto. O processo intermitente pode ganhar em flexibilidade diante da produção contínua, porém perde no volume final de produção.

A produção sob encomenda é o sistema utilizado mediante o recebimento de um pedido ou encomenda de seus produtos. Após o contrato ou a encomenda de um determinado produto é que a empresa vai produzi-lo. O caso mais simples para este tipo de produção é uma oficina no qual a produção é realizada por unidades ou por pequenas quantidades (CHIAVENATO, 2008).

2.1.1.3 Sistemas de produção por projeto

Este processo diferencia dos processos vistos anteriormente, utilizado na produção de um produto único, grandes projetos como, por exemplo, produção de navios e aviões, não havendo um fluxo de produto. Este sistema se caracteriza pelo alto custo e por possuir pouca, ou nenhuma, na maioria das vezes, repetitividade durante o processo (MOREIRA, 1993).

Chiavenato (2008) afirma que a produção em lotes é o sistema de produção utilizado por empresas que produzem uma quantidade limitada de um produto a cada vez e que essa quantidade é denominada lote de produção. Neste caso, cada lote de produção é dimensionado para atender a um volume de vendas previsto para um período de tempo. Após o término de um lote de produção, a empresa inicia imediatamente a produção de outro lote, e assim por diante.

Moreira (1993) destaca também a classificação cruzada de *Schroeder* que é voltada mais especificamente para sistemas industriais, mais não sendo eficiente quando utilizada para serviços. Esta classificação apresenta a orientação para estoque e a orientação para encomenda.

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção tem origem no grupo Toyota, fundado por Sakichi Toyoda, com as empresas *Toyoda Automatic Loom Works Ltda* e *Toyoda Spinning and Weaving*, ambas atuantes no ramo da indústria têxtil. E foram nestas indústrias que surgiram as primeiras técnicas e práticas que consolidaram o STP. Ainda na década de vinte, Sakichi e seu filho Kiichiro, criaram o primeiro tear mecânico de alta velocidade do mundo, aperfeiçoando o processo de tecelagem (OHNO, 1997).

A crise do petróleo em 1973 fez com que a indústria japonesa, antes acostumada com as altas taxas de crescimento, apresentasse crescimento zero e decréscimo de produção. Contrariando o cenário da época, a *Toyota Motor Company*, mesmo com a redução dos lucros em relação a períodos anteriores à crise, apresentava ganhos maiores do que as outras empresas durante o período de 1975 a 1977. Esta diferença que aumentava progressivamente chamou a atenção das pessoas que buscavam explicações para entender o que acontecia com a Toyota (OHNO, 1997).

O Sistema Toyota de Produção, na forma como é conhecido atualmente, teve seu início de implantação logo após a Segunda Guerra Mundial, mas sem chamar muita atenção, precisou batalhar apenas para evitar a falência, mas cresceu durante as décadas seguintes se tornar a maior indústria do Japão. Na medida que a empresa cresceu, começou a buscar mercados fora de seu país, no começo da década de 1980, a Toyota estava firmemente estabelecida no mercado americano (SOBEK; SMALLEY, 2016.)

De acordo com Sobek e Smalley (2016), o sistema Toyota surgiu à medida que o pessoal da Toyota encontrou problemas ou oportunidades, solucionou os problemas de maneira agressiva e sistemática para encontrar uma maneira melhor de trabalhar e, então, verificou rigorosamente que essa nova maneira era mesmo melhor. Se a solução melhorava mesmo o sistema, a nova maneira se tornava o modo padrão para realizar o trabalho, caso contrário, a solução de problemas e a verificação continuam até que o problema seja resolvido satisfatoriamente.

2.2.1 Objetivos do sistema Toyota

O objetivo básico do STP é aumentar dos lucros ou dos “fluxos de caixa operacionais” pela redução dos custos ou dos “desembolsos monetários” mediante a eliminação do desperdício, como o excesso de estoques ou de trabalhadores. Para alcançar a redução de custos, a produção precisa se adaptar de forma ágil e flexível às mudanças na demanda do mercado sem com isso apresentar um tempo ocioso (MONDEN, 2015).

Segundo Monden (2015), o STP é analisado pela apresentação de suas ideias e objetivos básicos, com as diversas ferramentas e métodos usados para alcançá-las:

- a) lucro pela redução de custos;
- b) eliminação da superprodução;
- c) controle e garantia da qualidade e respeito à condição humana;
- d) *just-in-time* e *jidoka*;
- e) mão de obra flexível e originalidade e engenhosidade;
- f) produção *Just-in-time*.

O objetivo final do sistema Toyota de produção é aumentar a eficiência ou produtividade da companhia em termos de ROI (*Return On Investment*) ou ROA (*Return On Assets*). Essa medida é uma meta corporativa, e, por isso, será o parâmetro de avaliação para a alta gerência da companhia que precisam usar as demonstrações financeiras consolidadas (MONDEN, 2015).

A produção JIT (*Just-in-Time*) segundo Dennis (2007, p.83), “...produção *just-in-time* significa produzir o item necessário na hora necessária na quantidade necessária. Qualquer outra coisa acarreta *muda...*”. O JIT está sendo cada vez mais estudado dentro das empresas atuais, a busca por um produto cada vez mais versátil faz com que as empresas invistam em tecnologia avançada.

Se o JIT for realizado na empresa como um todo, haverá então uma eliminação completa dos estoques desnecessários na fábrica, tornando desnecessários também os prédios e armazéns. No entanto, é muito difícil implementar o JIT em todos os processos para um produto. Sendo assim, é necessário examinar o fluxo de produção e as pessoas envolvidas em um determinado processo a fim de retirar as unidades necessárias e no momento necessário. Esse método é chamado de sistema puxar, o qual se baseia no sistema descentralizado (MONDEN, 2015).

2.3 MANUFATURA LEAN

O *Lean Manufacturing* remonta sua origem ao STP. Na década de 50, Taiichi Ohno iniciou a criação e implementação de um sistema de produção cujo principal foco era a identificação e a posterior eliminação de desperdícios, com o objetivo de reduzir custos e aumenta a qualidade e a velocidade de entrega do produto aos clientes. O STP, por representar uma forma de produzir cada vez mais com cada vez menos, foi denominado produção enxuta (*Lean Production* ou *Lean Manufacturing*). O quadro 1 mostra alguns exemplos de desperdícios em áreas administrativas e de prestação de serviços (WERKEMA, 2006).

Quadro 1 – Exemplos de desperdícios

Tipo de desperdício	Exemplos
Defeitos	Erros em faturas, pedidos, cotações de compra de materiais.
Excesso de produção	Processamento e/ou impressão de documentos antes do necessário, aquisição antecipada de materiais.
Estoques	Material de escritório, catálogos de vendas, relatórios.
Processamento desnecessário	Relatórios não necessários ou em excesso, cópias adicionais de documentos, reentrada de dados.
Movimento desnecessário	Caminhadas de fax, copiadora, almoxarifado.
Transporte desnecessário	Anexos de e-mails em excesso, aprovações múltiplas de um documento.
Espera	Sistema fora do ar ou lento, demora de aprovação de um documento.

Fonte: adaptado de Werkema (2006).

A seguir, no item 2.3.1 serão comentados os tipos de desperdícios de acordo com o pensamento enxuto.

2.3.1 Desperdícios da produção

Pensamento enxuto significa eliminar as perdas, que segundo Liker; Meier (2007, p.52), “...O verdadeiro sucesso vem de um processo de melhoria para identificação das perdas

– compreender a raiz do problema e colocar em prática verdadeiras contramedidas para essa causa...”.

Desperdício (*muda* em japonês), nada mais é do que qualquer atividade que o cliente não está disposto a pagar, sendo o oposto de valor, que é, o que o cliente está disposto a pagar. Seu significado está exatamente ligado ao som que tem: pesado e desagradável, gruda na boca (DENNIS, 2007).

Dentro do *Lean Manufacturing* está a redução dos sete tipos de desperdícios que são os defeitos nos produtos, excesso de produção de mercadorias desnecessárias, estoques de mercadorias à espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário, movimento desnecessário de pessoas, transporte desnecessário de mercadorias e espera dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior (WERKEMA, 2006).

2.3.1.1 Superprodução

Está perda por superprodução, comparando-a com as demais, é a que mais causa problemas, pois ela é capaz de esconder outras perdas. Existem dois tipos de superprodução, a quantitativa, que ocorre quando o número de itens produzidos é maior que a demanda, e a superprodução antecipada, quando os itens são produzidos antes do necessário, gerando estoques entre a sequência de processo e também de produto final (GHINATO, 1996).

A superprodução resulta em faltas, uma vez que os processos estão ocupados fazendo as coisas erradas. Isto significa dizer que é necessário operadores e capacidade de equipamento extras. Isto também faz aumentar o *lead time*, o que prejudica sua flexibilidade em responder as necessidades dos clientes (ROTHER; SHOOK, 2003).

As perdas geradas através da superprodução são aquelas quando a produção de peças e componentes são superiores a demanda, gerando estoques elevados e excesso de mão de obra. A solução mais plausível para este desperdício de produção seria a fabricação conforme a demanda, porém, não é o que ocorre nas empresas devido a vários fatores.

2.3.1.2 Espera

Origina-se de um intervalo de tempo em que nenhum processo ou operação é executado pelo operados ou pelas máquinas. Este tipo de perda pode ser classificado de duas formas: as perdas por espera dos equipamentos, devido à baixa utilização dos mesmos ou por

atrasos no suprimento de matéria-prima; e perdas por espera dos trabalhadores, geradas pela baixa utilização das pessoas devido à baixa multifuncionalidade ou quando o operador tem que permanecer junto à máquina acompanhando o processamento até o fim (GHINATO, 1996).

O desperdício de espera é quando um operador fica com tempo ocioso sem gerar valor com sua mão de obra. Esta ociosidade do operador é geralmente gerada pela falta de matéria prima, espera pelo processamento das máquinas, em etapas do processo após os gargalos da produção. Afim de evitar este desperdício, as empresas deveriam treinar seus colaboradores a executar suas atividades em paralelo ao invés de apenas em série.

O tempo a disposição nada mais seria do que trabalhadores meramente servindo como vigias de uma máquina automatizada ou tendo que ficar esperando pela próxima etapa do processamento ou próxima ferramenta, suprimento, peça, etc. ou, ainda, simplesmente não tendo trabalho por falta de estoque (por diversos motivos, tais como falta de capital de giro para compra de matéria-prima), atrasos de processamento, paralisação do equipamento e gargalos de capacidade (LIKER; MEIER, 2007).

2.3.1.3 Transporte

Estas perdas são geradas pela movimentação de peças ou produtos prontos entre as fases do processo. Para Ghinato (1996), os procedimentos de transporte não agregam valor ao produto. A eliminação deste tipo de perda deve ser encarada como uma das prioridades, pois segundo ele, o transporte ocupa 45% do tempo de processamento de um item.

Lembrando que o transporte é necessário ao processo. Uma solução seria configurar as linhas de montagem no qual os itens fossem conduzidos automaticamente ao parque fabril, automatizando assim o processo.

O transporte ou transferência refere-se à movimentação de trabalho em processo de um local para outro, mesmo se for em uma curta distância. Este desperdício pode ser encontrado em movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para estocá-los ou retirá-los do estoque ou entre processos (LIKER; MEIER, 2007).

2.3.1.4 Processamento

As perdas de produção ocasionadas pelo processamento em si, são as atividades realizadas durante o processo de fabricação de um item que não agrega valor ao produto. Ghinato (1996) destaca que as atividades que geram perda por processamento são aquelas que

poderiam ser eliminadas sem que as características e funções básicas do produto fossem afetadas.

O desperdício de processamento, de modo geral, é apenas percebido no momento da mensuração da produtividade. Que pode ser evitado eliminando algumas tarefas desnecessárias no processo de fabricação ou também sistematizar as atividades inerentes aos processos.

De acordo com Liker e Meier (2007), o superprocessamento ou processamento incorreto seria a realização de atividades e tarefas desnecessárias para processar os componentes de fabricação. Seria em outras palavras, o processamento ineficiente devido à descaroável qualidade das ferramentas e do projeto do produto, causando deslocamentos desnecessários ou produzindo defeitos. Esta perda é gerada quando são oferecidos produtos de maior qualidade do que o necessário.

2.3.1.5 Estoques

Na filosofia do STP a estocagem não é tratada em termos de produtividade, mas em termos de fluxo de caixa. A estocagem é rejeitada como sendo um tipo de miopia, mesmo quando está a serviço da produtividade de linha, que é determinada pelas perdas de longo prazo, ocorridas quando os problemas se sucedem continuamente. Portanto, a Toyota adota uma forma de olhar os estoques a partir de uma perspectiva de gestão empresarial, em vez de uma perspectiva de produtividade de fábrica (HINO, 2009).

A perda por excesso de estoque está relacionada ao excesso de matéria-prima, de estoque em processamento e estoque de produtos acabados. Ghinato (1996) cita que o STP adota a diminuição gradativa dos estoques em processamento como uma forma de identificar outros tipos de perdas que ficam ocultas com os altos estoques.

O desperdício na produção ocasionado a partir do estoque acontece quando a empresa possui estoques de produtos acabados ou semiacabados maiores que o mínimo necessário para atender a demanda de produção. Esse desperdício representa a ocupação de grandes áreas para estocagem de materiais e componentes, manutenção dos itens estocados, além de necessidade de inventários cíclicos, entre outros.

2.3.1.6 Deslocamentos

As perdas por deslocamento são resultado de movimentos dispensáveis realizados pelos operadores na execução de operações. As eliminações destes tipos de perdas devem ser

feitas através da racionalização dos movimentos nas operações, que pode ser alcançada através de melhorias baseadas nos estudos de tempos e movimentos e também por mecanização de operações (GHINATO, 1996).

Alguns exemplos comuns a esse desperdício são a procura por equipamentos, peças de montagem, documentos e desenhos, ferramentas, etc. Os mesmos podem ser evitados rearranjando o layout dos postos de trabalho, reduzindo a movimentação desnecessária dos colaboradores.

O deslocamento desnecessário pode ser qualquer movimento que os funcionários têm que fazer durante seu período de trabalho que não seja para agregar valor à peça, tais como localizar, procurar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Além disso, caminhar também é perda (LIKER; MEIER, 2007).

2.3.1.7 Produtos defeituosos

A partir da fabricação de produtos defeituosos, gera a necessidade de execução de operações extras para corrigir os defeitos do produto, estas operações, conhecidas como retrabalhos, são consideradas perdas, uma vez que não agregam valor ao produto. Sendo que a circulação de produtos defeituosos dentro da fábrica pode acarretar perdas secundárias.

Para Ghinato (1996), a perda por fabricação de produtos defeituosos é a mais comum e de fácil visualização, comparando-a com as outras perdas, pois os sinais se evidenciam exatamente no produto.

Liker e Meier (2007) destacam que a produção ou correção de peças defeituosas geram desperdícios de produção, alguns exemplos podem ser destacados, conserto ou retrabalho, descarte, produção para substituição e inspeção significam desperdício de tempo, de manuseio e de esforço.

Importante ressaltar que as fabricações de produtos defeituosos geram retrabalhas, mas também, dependendo do tipo de defeitos, o produto pode ser diretamente sucateado. Ocasionalmente a perda de material, custo de fabricação e tempo de processo.

Liker e Meier (2007) mencionam também o oitavo desperdício de produção que seria a não-utilização da criatividade dos funcionários. Ocasionalmente perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou não escutar seus funcionários.

2.4 PRINCÍPIOS ENXUTOS

O entendimento da mentalidade enxuta, de forma geral, procura atender as necessidades do cliente, entregando os produtos de acordo com a data de planejamento de entrega, com qualidade e baixos custos, através da eliminação de desperdícios ao longo do fluxo de valor. Womack e Jones (2004) classificam o pensamento enxuto em cinco princípios básicos.

2.4.1 Valor do produto

O ponto de partida para o pensamento enxuto é o valor, que só pode ser definido pelo cliente final. É tudo aquilo que o cliente esteja disposto a pagar, ou seja, não é uma determinação interna da empresa e é expresso em termos de um produto específico que atenda às necessidades do cliente em um momento específico (WOMACK; JONES, 2004).

De acordo com Womack e Jones (2004), a prestação de serviços deve ser enxergada da mesma forma, identificar qual o produto que está sendo oferecido, e qual é, da perspectiva do cliente, o valor desse produto. A partir deste ponto pode-se partir para o próximo passo, identificar o fluxo de valor.

2.4.2 Fluxo de valor

O segundo conceito da Mentalidade enxuta é o Fluxo de valor. O Fluxo de Valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio abordado: a tarefa de solução de problemas que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia, a tarefa de gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um detalhado cronograma, e a tarefa de transformação física, que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente (WOMACK; JONES, 2004).

O fluxo de valor consiste em demonstrar a adequação de processos necessários para levar o produto ou serviço para o cliente ao invés de departamentos de processos específicos. Na sua ausência, departamentos podem aperfeiçoar medidas em sua área sem levar em consideração o impacto que isso terá em outras áreas, ou no negócio como um todo. Essa otimização pontual é frequentemente vista em *kaizens* não são coordenados com um propósito maior (DENNIS, 2007).

Um fluxo de valor é toda ação, que agrega valor ou não, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto. Apresentando o fluxo de produção desde a matéria-prima até o consumidor, e o fluxo do projeto do produto, da concepção até o seu lançamento (ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Womack e Jones (2004), a identificação do fluxo de valor inteiro para cada produto é o próximo passo no pensamento enxuto, um passo que as empresas dificilmente tentaram abordar, mas que quase sempre expõe quantidades expressivas de desperdício.

2.4.3 Fluxo do processo

Estabelecer o fluxo significa, após definido o valor do produto, e definir o fluxo de valor, criar um fluxo sem estoques intermediários, onde o produto flua continuamente pelas atividades. Womack e Jones (2004) indicam algumas abordagens que devem ser consideradas para o estudo do fluxo, que são:

- a) focalizar o projeto geral, em outras palavras, identificar o produto do início ao fim do processo (após a definição do valor e o fluxo de valor);
- b) ignorar as fronteiras tradicionais de tarefa, tais como, as divisões entre departamentos/empresas e atribuições funcionais, eliminando os obstáculos para criar uma empresa enxuta;
- c) repensar as práticas e ferramentas de trabalho específicas (eliminar retro fluxos, sucata e paralisações).

2.4.4 Sistema puxado

Womack e Jones (2004) afirmam que a capacidade de projetar, programar e fabricar o que o cliente quer quando o cliente quer significa que você pode jogar fora a projeção de vendas e simplesmente fazer o que os clientes lhe dizem que precisam, trabalhando conforme a demanda. Ou seja, você pode deixar que o cliente puxe o produto de você, quando necessário, em vez de empurrar os produtos, muitas vezes indesejados, para o cliente. Além disso, as demandas dos clientes se tornam muito mais estáveis quando eles sabem que podem conseguir o que querem imediatamente sem esperar.

O sistema puxar significa que nenhum fluxo acima deve produzir bens ou serviços sem que o cliente fluxo abaixo tenha feito o pedido. No sistema puxado mais comum, o cliente retira o produto e a empresa preenche a lacuna criada a partir disso. Os sistemas puxados controlam

o WIP (*Work In Progress*), estabelecendo um limite superior de WIP no sistema, reduzindo assim o T/C (Tempo de Ciclo), despesas com operações e melhoria na qualidade, ergonomia e segurança (DENNIS, 2007).

Puxar, utilizando um termo mais simplificado, significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite (WOMACK; JONES, 2004).

2.4.5 Perfeição

Womack e Jones, (2004) definem perfeição como o quinto e último conceito básico. A perfeição deve ser guia em todas as ações de melhoria. Na Mentalidade enxuta a perfeição tem caráter dinâmico. A cada estágio atingido, estabelece-se uma nova perfeição a ser alcançada.

Conseguindo aplicar os quatro primeiros conceitos, pode-se observar que os processos envolvidos em sua produção terão uma redução de tempo, esforço, custo e erros. A perfeição fornece suporte aos outros princípios. A contínua busca da perfeição significa que, para ter sucesso, as empresas enxutas devem pensar no serviço ou no produto, a partir do ponto de vista do consumidor (WOMACK; JONES, 2004).

Womack e Jones (2004) destacam que o ponto principal para o sucesso da busca pela perfeição, é a transparência em tudo, independente das consequências. O desdobramento da política deve operar como um processo aberto designado a alinhar pessoas e recursos com tarefas de melhorias.

2.5 LEAD TIME

Hoje em dia é muito comum ouvir falar que todos os desperdícios de tempo, tais como, produção antecipada para estoque, esperas, movimentos e processos desnecessários, representam um aumento do *lead time* e dos custos da fabricação do produto.

O *lead time* é o tempo total que uma peça leva para mover-se desde o começo do processo de fabricação até o fim de todo um processo ou um fluxo de valor. Uma forma de determiná-lo é marcar uma peça e cronometrar do início até o fim, a mesma deve mover-se por todo o processo (ROTHER; SHOOK, 2003).

Dennis (2007) define o *lead time* como a soma do tempo de processamento com o tempo de retenção conforme a Equação 1.

$$\text{Lead time} = \text{Tempo de processamento} + \text{Tempo de retenção} \quad (\text{Eq. 1})$$

O *lead time* está relacionado à flexibilidade do sistema produtivo em atender uma solicitação do cliente, quanto mais rápido, menor o tempo de transformação da matéria-prima em produto final para o cliente e menor será o custo do sistema para atender as necessidades do cliente. O tempo de processamento seria o tempo necessário para processar o produto e o tempo de retenção o tempo de fila (ROTHER; SHOOK, 2003).

2.6 TAKT TIME

O *takt time* é um conceito fundamental relacionado ao *Just-in-time*, que trata de uma palavra alemã (embora já adotada como japonesa) que significa ritmo. No *Just-in-time*, *takt* é a taxa da demanda do cliente (LIKER; CONVIS, 2013).

Takt time (ritmo de produção) é a taxa que demonstra a demanda de consumo para uma família de produtos criado por um processo que é empregado com uma maior frequência nos processos do tipo montagem que atendem os consumidores externos. O *takt time* é calculado através da divisão do tempo de operação efetivo de um processo que pode ser por turno ou dia, pela quantidade de itens que os consumidores exigem do processo no intervalo de tempo definido, conforme a Equação 2. O tempo de operação efetivo é o tempo disponível menos as paralisações planejadas, tais como refeições, intervalos, reuniões, limpeza e manutenção programada (corretiva ou preventiva), as paralisações não planejadas e os tempos de troca de ferramenta não são subtraídos nesse ponto, já que são variáveis que você deseja reduzir (ROTHER, 2010).

$$\text{takt time} = \frac{\text{tempo disponível}}{\text{quantidade exigida pelo consumidor por turno}} \quad (\text{Eq. 2})$$

De acordo com Rother (2010), o *takt time* se torna ainda mais interessante quando se é utilizado como algo que devemos buscar, que apresenta duas maneiras de fazer isso, a primeira é tentar produzir consistentemente no tempo de ciclo planejado e a segunda maneira é tentar aproximar o tempo de ciclo planejado do *takt time*.

Deste modo, pode-se entender o *takt time* como: de quanto em quanto tempo uma peça ou produto é finalizado dentro da fábrica ou em um determinado processo pré-estabelecido.

2.6.1 Tempo de ciclo

Rother e Harris (2002) destacam que o tempo de ciclo T/C é a frequência com que uma unidade acabada sai do final da célula no processo puxador onde na maioria das vezes encontram-se processos operados com tempos de ciclos menores que o *takt time*.

Tempo de ciclo, também conhecido como tempo de ciclo médio, tempo de fluxo ou tempo de produção, para uma rota específica é o tempo médio desde a saída de uma peça ou unidade de trabalho até sua chegada ao fim da rota. Podemos utilizar como exemplo o tempo que levar para um paciente a passar por internamento, triagem, avaliação geral, avaliação de especialista, tratamento e alta (DENNIS, 2007).

2.7 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

A metodologia MFV (conhecido pelo STP como Diagrama de Fluxo de Material e Informação) foi transmitida na Toyota através do processo de aprender, fazendo com que os mentores treinassem seus alunos fazendo-lhes trabalhar em projetos. Não havia nenhuma documentação sobre como desenvolver o Diagrama de Fluxo de Material e Informação e o nome surgiu muito depois de o método já estar sendo usado. Mike Rother e John Shook (2003) mudaram a situação ao redigirem *Learning to See* (Lean Enterprise Institute), no qual, ensinam a metodologia através de um estudo de caso, aprendendo como desenvolver um mapa do estado atual que mostra o fluxo do material e o fluxo de informação. Também é possível visualizar as perdas no fluxo de valor, calculando a razão de valor agregado a razão do tempo com valor agregado e o *lead time* do processo e conseqüentemente a desenvolver um mapa de estado futuro, junto ao fluxo de material e de informação com base no fluxo e no puxar e fabricar de acordo com a taxa de demanda do cliente, ou *takt time*. A partir daí os autores desenvolvem um plano de ação detalhado (LIKER; MEIER, 2007).

Para Rother (2010), essa ferramenta é altamente útil uma que que, quando utilizada mapeia o fluxo de material e informações, além do tempo de execução associado (*lead time*), por meio de múltiplos processos. Entretanto, o tempo de execução através de um fluxo de valor é um resultado correlacionado ao estoque, sendo que, por sua vez, o estoque é um resultado proveniente dos atributos de desempenho dos processos individuais no fluxo de valor. Portanto, para reduzir o tempo de execução, deve-se melhorar os processos.

O mapeamento do fluxo de valor não tem a finalidade de ser um método para a melhoria do processo, mas sim um método para ajudar a assegurar que os esforços de melhoria

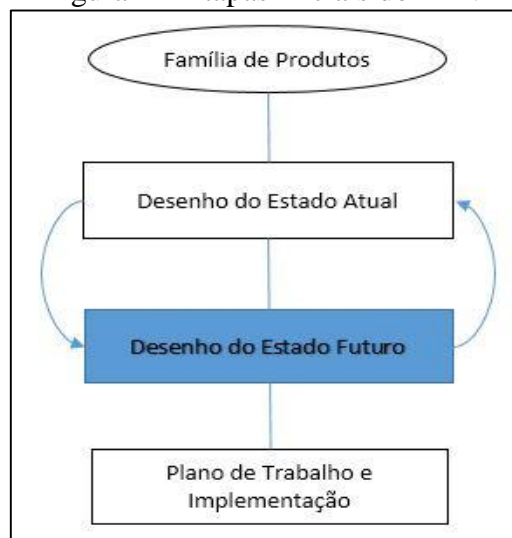
no nível de processo se ajustem de processo para processo de modo que seja desenvolvido um fluxo de valor fluente, se compatibilizem com as metas da organização e que satisfaçam as exigências dos consumidores externos (ROTHER, 2010).

O MFV (em inglês, *Value Stream Mapping – VSM*) é uma ferramenta da metodologia Toyota e não pode ser utilizado somente como uma ferramenta de mapeamento, deve-se identificar e desenhar o mapa de valor do estado futuro, no qual o mesmo deve ser implementado e revisado constantemente. Por isto, a partir do desenho do estado futuro, é estabelecido um plano descrevendo o que e como fazê-lo. O mapa do estado futuro é o objetivo a ser alcançado, e mesmo após ter sido obtido pode ser refeito na busca da melhoria contínua do fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 2003).

No entanto, Rother (2010) destaca que, um mapa de fluxo de valor pode revelar tantos potenciais de melhoria em tantos lugares que é difícil saber o que precisa ser feito. Concentrar as atenções em problemas aqui e ali no fluxo de valor, em vez de se concentrar nas condições alvo específicas no nível do processo e buscá-las aprimorá-las, dilui a capacidade de melhoria dispersando-a nesse fluxo de valor. Os mapas de fluxo de valor, mesmo sendo úteis e necessários, ainda se concentram mais na superfície e, assim, não desenvolvem a nossa capacidade de enxergar profundamente a situação real dos processos.

Rother e Shook (2003) destacam que, o mapeamento do fluxo de valor inicialmente segue as etapas mostradas na Figura 2. Nota-se que o desenho do estado futuro está destacado porque a sua meta é projetar e introduzir um fluxo enxuto de valor. Uma situação atual sem um estado futuro não é muito útil.

Figura 2 – Etapas iniciais do MFV



Fonte: adaptado de Rother e Shook (2003).

2.7.1 Estado atual

O primeiro passo é definir a família de produtos que a ser implementado o estudo e posteriormente desenhar o estado atual do processo, que é obtido a partir da coleta de informações no chão de fábrica, refletindo o fluxo de materiais, informações junto com a situação atual dos recursos disponíveis na empresa, deslocamentos e possíveis estoques desnecessários (ROTHER; SHOOK, 2003).

O mapeamento de fluxo de valor não pode ser definido se a pessoa ou grupo de pessoas estabelecidas para desenhar o estado atual deixar de ir ao *Gemba*².

As informações referentes aos clientes, a fornecedores e ao PCP (Planejamento e Controle da Produção) devem ser buscadas em cada setor, porém, os dados referentes aos processos produtivos devem ser obtidos diretamente no chão de fábrica para reproduzir o atual fluxo de valor com maior exatidão. Rother e Shook (2003), destaca algumas dicas para obter estas informações:

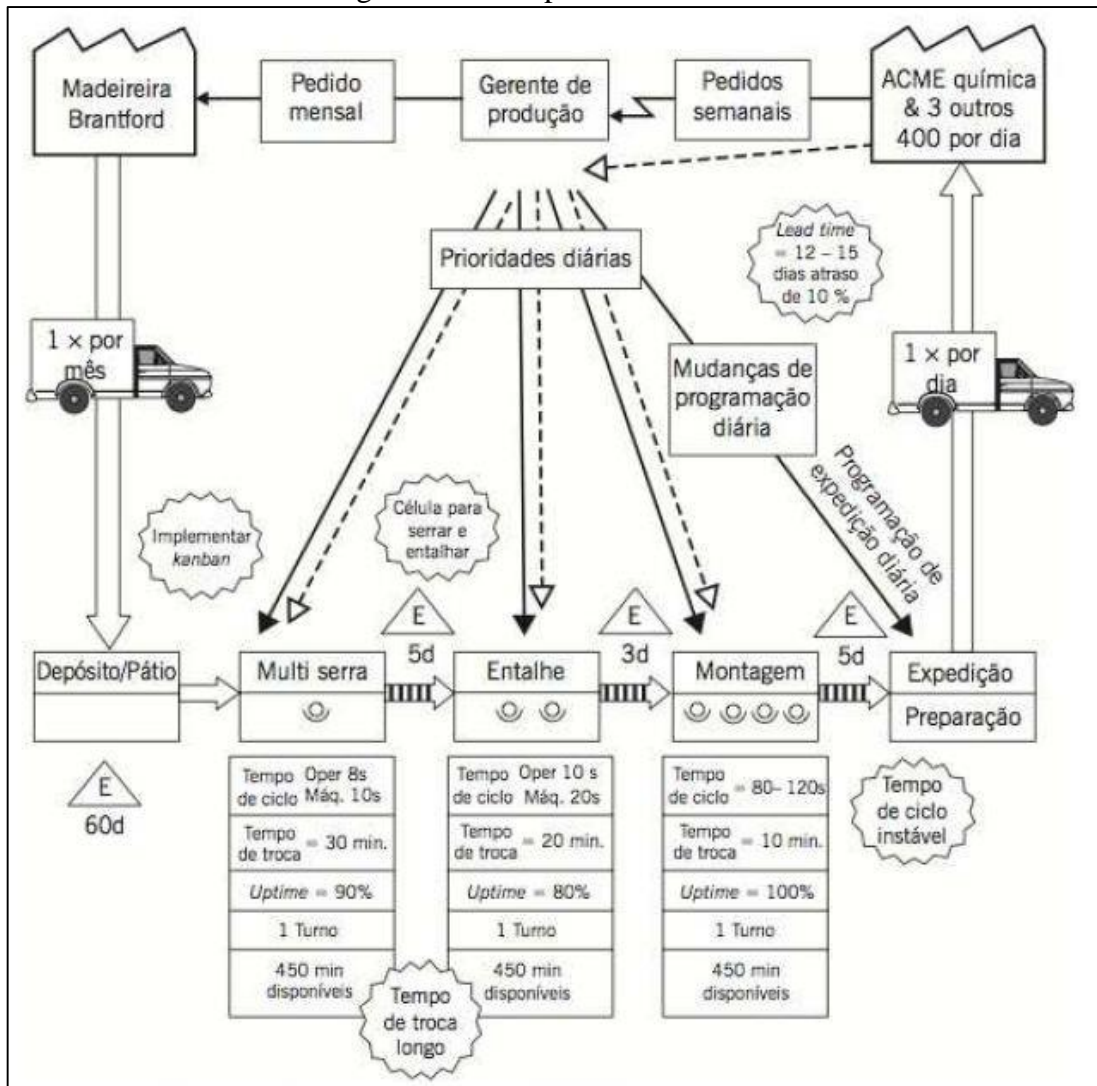
- a) coletar as informações do estado atual no momento em que caminhar diretamente na fábrica junto aos fluxos reais de material e de informação;
- b) efetuar uma rápida caminhada por todo o fluxo de valor "porta-a-porta";
- c) começar pela expedição final e em seguida nos processos anteriores;
- d) não se basear em tempos padrões, realizar análise com cronometro;
- e) mapear o fluxo de valor completo;
- f) realizar o desenho do MFV a lápis.

O mapa do estado atual, também registra o fluxo de matérias e informações durante o processo, sendo possível identificar a quantidade de estoque parado, o tempo que estes materiais permanecem parados em cada processo, bem como se a produção é puxada ou empurrada. Ao término do mapa atual é possível fazer uma comparação entre o *lead time* de produção com o tempo de processamento, este último sendo a soma dos tempos efetivamente gasto em cada etapa. Quanto maior os estoques e desnivelamento da produção, maior a diferença entre o *lead time* e o tempo de processamento (ROTHER; SHOOK, 2003).

Abaixo, na Figura 3, segue um exemplo de mapa de fluxo de valor do estado atual, relacionando o fluxo de materiais e informações. Pode-se verificar detalhadamente cada etapa do processo.

² *Gemba* significa literalmente “local real” ou, “lugar verdadeiro”. Esse termo é similar a expressão *Genchi Genbutsu* (“Vá Ver”), que por sua vez representa uma atitude (DENNIS, 2007).

Figura 3 – Exemplo de estado atual



Fonte: Dennis (2007).

De acordo Rother e Shook (2003), a simbologia utilizada para ilustrar o mapeamento consiste em ícones padronizados para visualizar os fluxos de informação e materiais tanto no Estado Atual como no Estado Futuro. No ANEXO A é ilustrado esta simbologia, juntamente alguns ícones de ferramentas.

O desenvolvimento de um mapa do estado atual parece ser uma tarefa simples, é só sair e documentar o que se vê. Mostrar os processos e o fluxo de material de um processo a outro. O que acontece na realidade são pessoas atoladas num lamaçal, onde muitas tentam fazer o mapa de acordo com o processo, quando, na verdade, o propósito do mapeamento é ver as coisas que estão erradas. Pode-se então destacar que o objetivo do mapa do estado atual é compreender a natureza dos processos de forma que um mapa do estado futuro possa ser criado (LIKER; MEIER, 2007).

2.7.2 Estado futuro

O objetivo de mapear o fluxo de valor e destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor através do estado futuro que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais são articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo ou puxada, e cada processo se aproxima o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam (ROTHER; SHOOK, 2003).

Após a realização o desenho do estado atual e a análise do MFV, é possível identificar melhorias em algumas etapas, para a elaboração do MFV futuro. Conforme Rother e Shook (2003), existem algumas questões-chaves que devem ser consideradas para construção do mapa futuro. A partir destas questões é possível desenhar o mapa do estado futuro, o qual é dividido em passos que são comentados na sequência:

- a) qual o *takt time*;
- b) a produção é para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição;
- c) onde posso usar fluxo contínuo;
- d) onde é necessário introduzir sistemas puxados com supermercados;
- e) em que ponto da cadeia será programada a produção (processo puxador);
- f) como você nivelará o mix de produção no processo puxador;
- g) quais as melhorias necessárias.

Na realização desta etapa é importante o olhar crítico de cada etapa, para que seja definido o melhor estado possível dentro das circunstâncias encontradas quando determinado o estado atual.

A partir destes passos é possível montar o mapa do estado futuro, com todas as melhorias identificadas a ser implementadas. Nesta etapa é importante a eliminação de perdas desnecessárias, mas nem sempre é possível eliminar, mas é possível amenizá-las. Na Figura 4 é exemplificado um mapa de fluxo de valor no estado futuro.

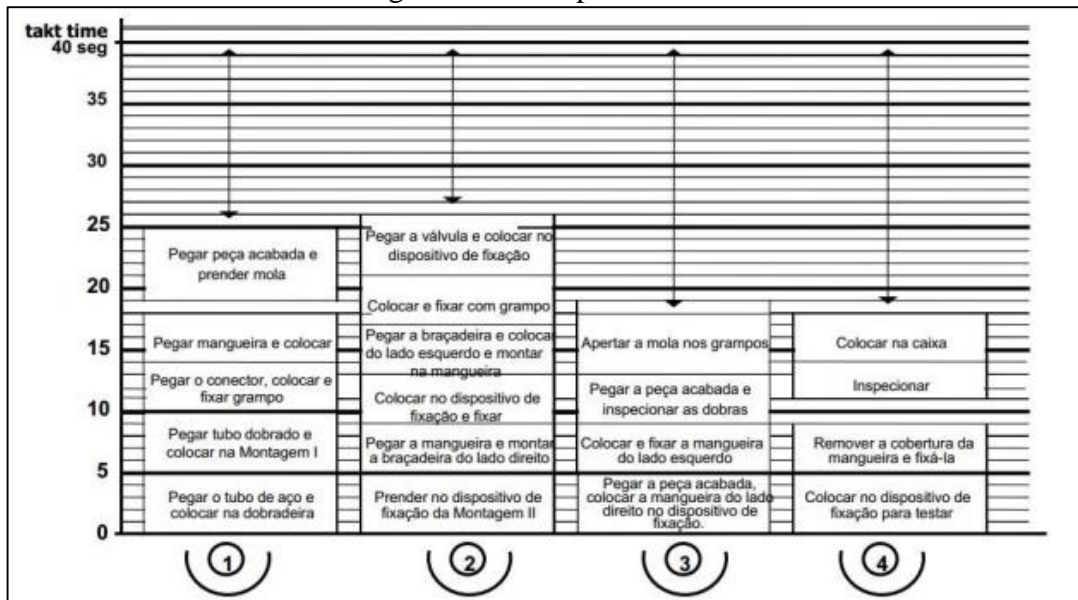
trabalho é possível identificar os desperdícios que podem ficar escondidos dentro do ciclo total do operador. Desperdícios estes como trabalho fora de ciclo, caminhadas e operadores esperando o término do ciclo da máquina não devem ser incluídos como elemento de trabalho, pois eles devem ser eliminados no estado futuro.

Após a cronometragem dos elementos de trabalho, pode-se utilizar o GBO (Gráfico de Balanceamento de Operadores) para distribuir de forma balanceada a carga de trabalho entre os operadores em relação ao *takt time*. O GBO irá permitir a identificação de gargalos, folgas e consequentemente superprodução dos postos de trabalho.

No GBO, cada operador é representado no eixo principal e o tempo no eixo secundário. O propósito de se equilibrar a carga dos operadores é evitar que o acúmulo estoque após operações mais rápidas, maximizando a ocupação do operador e da peça. Esse balanceamento garante o fluxo contínuo de peças permitindo produzir apenas quando a próxima estação precisa do material (ROTHER; HARRIS, 2002).

Na Figura 5 é destaca-se um exemplo de GBO que a partir do gráfico é possível encontrar um melhor caminho.

Figura 5 – Exemplo de GBO



Fonte: Rother e Harris (2002).

Caso alguma operação ultrapasse o *takt time*, ocorrerá um gargalo e a demanda não será atendida e se as operações ficarem abaixo do *takt time*, os postos ficam ociosos e significa que a empresa utiliza mais operadores do que o necessário para atender a demanda. Por conta disso, deve-se então redistribuir a carga de trabalho em relação ao *takt time* de forma que os

operadores possuam o mesmo tempo de atividade, assim diminuindo as perdas com o desbalanceamento (BONATO et al., 2013).

2.9 PROCESS MANAGEMENT

O termo *process management*, quando traduzido para o português pode apresentar duas formas, que representam propostas distintas, vêm sendo abordadas. Trata-se da gestão por processos e gestão de processos, que acabam por gerar alguns questionamentos (ARAÚJO; GARCIA; MARTINES, 2011).

2.9.1 Gestão de processos

Representa um tipo de gestão específica, no caso, a gestão de processos, onde se busca entender os processos que são geridos pela organização. Pode-se dizer que, diante de uma realidade onde todos têm de dar uma nova dinâmica à organização com maior velocidade, para ter maiores chances de alcançar a chamada excelência, a gestão de processos é uma proposta bastante coerente, principalmente quando a expressão presença de mercado requer aplicação da forma mais ampla possível. Nesse sentido, a evolução da tecnologia da informação, sua facilidade de acesso e, neste contexto, a Internet, abriam espaços, oportunidades, perspectivas de curto, médio e longo prazo a todo e qualquer negócio (ARAÚJO; GARCIA; MARTINES, 2011).

2.9.2 Gestão por processos

Gerir a organização de acordo com os seus processos críticos, basicamente. Em suma, a organização passa a ser orientada por seus processos (ARAÚJO; GARCIA; MARTINES, 2011).

A gestão por processos coordena as tarefas e atividades pertinentes aos processos sob gestão da área de domínio delimitada como hierarquicamente incorporada a cada gerência de serviços e/ou processos estabelecida. Tamanha definição tem como ponto de partida a delimitação de todos os processos da organização feita a partir da aplicação da metodologia de standardização de processos, em suas fases de mapeamento global dos processos através de macro fluxograma e decorrente verificação dos processos-chave da organização (TACHIZAWA; SCAICO, 2006).

2.10 TOTAL QUALITY MANAGEMENT

TQM (*Total Quality Management*), que em inglês quer dizer a Gerência da Qualidade Total, é uma filosofia gerencial, isto é, podemos expressar o TQM de uma forma mais completa onde é uma filosofia integrada de gerência e um conjunto de práticas que salienta a melhoria contínua, a busca pelo atendimento das necessidades do cliente, o pensamento de longo prazo, a eliminação de refugo e retrabalho, envolvimento do trabalhador, trabalho em equipe, novos projetos do processo, *benchmarking* (busca e aplicação das melhores práticas conhecidas de trabalho), análise e solução de problemas pelos empregados, medida de resultados e relacionamento adjunto com fornecedores. Os eufóricos da TQM justificam que a filosofia pode ser implantada em qualquer tipo de empresa manufatura, serviços, empresas sem fins lucrativos, agências governamentais etc. (MOREIRA, 2008).

Moreira (2008) defende que não é muito fácil pautar a origem da TQM, pois não possui uma data ou um acontecimento peculiar para determiná-la. O que parece certo é que a TQM, como filosofia gerencial, se consolidou uma maneira particular de enxergar uma instituição, para que ela serve e como administrá-la. Também de 1980, com várias outras filosofias de administração, em função do ambiente concorrencial e da mundialização que então estavam sendo reconhecidos pela população. A TQM destaca de colocar sobre a qualidade entendida como o total atendimento às necessidades do cliente interno e externo o peso máximo possível.

2.11 REFORMA DE PNEUS

A reforma de pneus é maneira mais eficaz em relação a reutilização de pneus usados, pois, a reforma de pneus aumenta sua vida útil e torna-se mais econômico para o consumidor. Existem três tipos de reforma de pneus; recapagem, recauchutagem e remoldagem.

2.11.1 Recapagem

Também conhecida como recapagem a frio, é a substituição somente da borracha desgastada da banda de rodagem em contato com o solo. Na recapagem a frio a temperatura vai a aproximadamente 115°C e utiliza-se uma banda de rodagem pré-moldada, isto é, já pronta para ser aplicada a carcaça do pneu.

Entende-se por pneu recapado aquele que tem sua banda de rodagem (parte do pneu que entra em contato com o solo) substituída (INMETRO, 2016).

2.11.2 Recauchutagem

A recauchutagem é também conhecida como recapagem à quente, pois ocorre a substituição somente da borracha desgastada da banda de rodagem e dos ombros da carcaça dos pneus. Na recauchutagem também há aplicação do *camelback*, ou seja, uma banda de rodagem que no processo de vulcanização se juntará ao pneu a uma temperatura de aproximadamente 150°C, formando um desenho, conforme a matriz escolhida.

O recauchutado, além da banda de rodagem, substitui os seus ombros (parte externa entre a banda de rodagem e seu flanco, parte lateral do pneu) (INMETRO, 2016).

2.11.3 Remoldagem

O pneu remoldado além de substituir a banda de rodagem e seus ombros substitui também toda a superfície de seus flancos (INMETRO, 2016).

A remoldagem seria a substituição de toda a banda de rodagem e os flancos, sendo toda a parte externa do pneu revestida com nova camada de borracha. Nessa reforma, as informações do pneu original, como origem da data de fabricação, capacidade de carga, índice de velocidade e nome do fabricante são eliminadas pela nova camada de borracha. O processo “*remold*” também é feito em uma temperatura à quente.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

No capítulo 3 estão apresentadas todas as etapas necessárias para a definição, elaboração e conclusão deste trabalho, junto com uma breve introdução e considerações para a realização completa da proposta de trabalho.

3.1 INTRODUÇÃO

Baseado nos objetivos propostos e nos conceitos até o momento estudados, este capítulo apresenta as etapas a serem seguidas para a elaboração de uma proposta de melhoria de *lead time* para um processo produtivo, com foco no segmento de pneus, destinado à um sistema de reforma de pneus, mais precisamente, a recapagem, para uma indústria prestadora de serviços. Ao longo deste capítulo, principalmente na descrição das etapas de desenvolvimento, está apresentado os responsáveis pelas execuções de algumas ações e a maneira que os mesmos executam suas tarefas no dia-a-dia. O pesquisador deste trabalho é identificado como o filho mais novo dentre os três dos sócios fundadores Danastor e Cleoci da empresa em estudo.

O desenho do estado futuro se dá a partir de uma análise do processo atual de recapagens de pneus existente na DN Pneus, buscando identificar oportunidades de melhorias que possam ser implantados no estado futuro. Diante disso, surge a necessidade da apresentação dos dados técnicos e a forma de organização das etapas produtivas.

3.2 PROCESSO ATUAL DE PRODUÇÃO

Conforme mencionado no capítulo 1, a empresa DN Pneus possui duas linhas de reformas de pneus, uma é a recapagem a frio e outra é a recauchutagem a quente. O processo que em estudo refere-se a linha de recapagem a frio.

O departamento de reforma de pneus a frio, atualmente contém um supervisor de linha de produção e mais quatro colaboradores, o departamento possui boa parte de suas operações automatizadas. Esta automação é devida principalmente pelo nível de complexidade nas atividades de produção, pela acessibilidade e pelo respeito à condição humana, dois exemplos visíveis facilmente são a movimentação dos pneus de uma operação para a outra é realizada por meio de monovias e um elevador de carga utilizado para armazenamento das bandas de rodagem, que ajuda em diversos fatores, tanto na ergonomia, quanto na agilidade do processo.

O maior problema encontrado atualmente é a crise que o país vive, pois houve diminuição considerável na demanda de reforma de pneus a frio, isto, conseqüentemente faz com que a empresa pense em alternativas de médio e longo prazo, tais como, terceirizar a reforma de pneus a frio e investir pesado na reforma de pneus na linha agrícola, que demanda de menos pessoas no processo, é mais lucrativo e a região em si, tem uma maior demanda neste segmento.

No ano de 2016 a empresa produziu 3850 pneus. Para a linha de recapagem a frio são produzidos na mesma linha os serviços de cita de aço preenchimento, preenchimento automóvel, recapagem gaiola, vulcanização, vulcanização de automóvel e a recapagem a frio, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Produção anual 2016

Tipo de Serviço	Soma de Recusado	Soma de Produzido
Cinta de aço	1	0
Preenchimento	15	124
Preenchimento a quente	2	5
Preenchimento automóvel	0	2
Recapagem a Frio	637	2485
Recapagem a Quente	101	680
Recapagem gaiola	17	50
Vulcanização	55	212
Vulcanização a quente	17	152
Vulcanização de automóvel	5	140
Total Geral	850	3850

Fonte: adaptado de DN Pneus (2016).

Outro problema encontrado na empresa é o fato de ser uma empresa familiar, e administrar uma empresa familiar não é tarefa fácil, principalmente na conduta dos envolvidos na empresa a anos, que na maioria das vezes causam conflitos de ideias sem chegar em um denominador comum para ambas as partes.

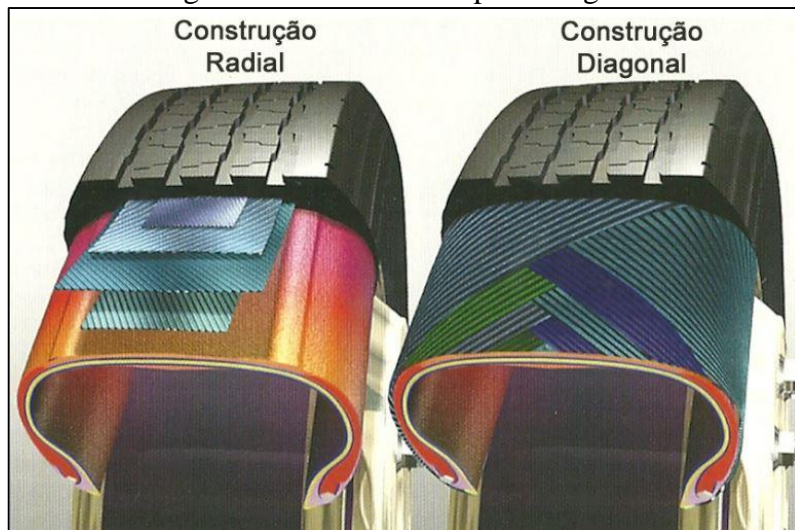
A linha a frio processa aproximadamente entre 10 e 20 pneus durante o dia, esta diferença refere-se a última operação do processo, pois a capacidade máxima da autoclave é de 10 pneus por processo que possui duração total de aproximadamente três horas. Com a demanda atual da empresa e a quantidade de colaboradores no setor, a autoclave é utilizada uma ou duas

vezes por dia, dependendo da quantidade de carcaças a serem processadas no dia e do tempo de mão-de-obra por etapa de processo que varia de acordo com a qualidade que a carcaça chega na empresa para realizar a recapagem.

Inicialmente, o operador ou vendedor registra manualmente um plano de coleta contendo as especificações de cada pneu que é encaminhando para a recapagem, no qual fica uma via para o cliente para fins de conferência no retorno de seus pneus e uma via é encaminhada para o setor do PCP que realiza o registro no *Software* utilizado pela empresa 4Recape³, no qual disponibiliza a ordem de produção para o supervisor, que inicia a operação do processo de acordo com a ordem de chegada e também a urgência.

O plano de coleta deve ser preenchido corretamente, para isso, todos os colaboradores da empresa devem saber as referências básicas de medidas de cada pneu. Um exemplo é a medida “295/80R22.5”, onde “295” é largura do pneu em milímetros, “80” é a altura da seção do pneu, “R” é o tipo de construção, neste caso é radial e “22.5” é o diâmetro do raio em polegadas. Existem dois modos de fabricação de pneus, o radial com armadura metálica e o diagonal, também conhecido como comum, que é composto por uma sobreposição de lonas cruzadas que se encontra com denominação de “X” no tipo de construção, conforme Figura 6.

Figura 6 – Pneu radial x pneu diagonal



Fonte: Tudo sobre pneus (2017).

O *Software* 4Recape utilizado pela empresa é considerado uns dos melhores para o segmento de pneus na atualidade, oferecendo como características na área de custos, comercial, administrativo-financeiro e produção, contudo, não está sendo aproveitado ao máximo.

³ 4Recape é um produto oferecido pela empresa DBS2 Soluções LTDA que foi desenvolvido exclusivamente para o gerenciamento de reforma de pneus (DN Pneus, 2016).

No APÊNDICE A, foi efetuado o fluxograma do processo de produção estudado. A sequência do fluxo do material durante o processo e a distribuição das atividades para cada uma das células é descrita a seguir:

- a) 1 – Limpeza: o processo começa com a limpeza do pneu que é reformado. Todo pneu que o cliente tem interesse em reformar passa pela limpeza, antigamente, este processo era realizado manualmente com esponja umedecida, porém, nos últimos anos, a empresa adquiriu um novo equipamento para a realização automática da limpeza conforme Figura 7, no qual é escovado o pneu, retirando todos os resíduos para evitar a contaminação. Com a aquisição deste equipamento, ocorrem diversos ganhos, o operador pode realizar o exame inicial em outra carcaça enquanto a máquina realiza o processo de limpeza e a carcaça não é molhada, quando a carcaça é molhada, pode ocasionar a não compactação necessária, a carcaça pode conter deslocamentos e estes não são vistos no exame inicial;

Figura 7 – Máquina de limpeza de pneus



Fonte: DN Pneus (2016).

- b) 2 – Exame inicial: posteriormente, para garantir o alto padrão de recapagem, as carcaças são inspecionadas; garantindo que só aquelas que estão em bom estado sejam reformadas. Neste processo visual, o profissional avalia as reais condições do pneu a ser recuperado. Cinco partes fundamentais do pneu são analisadas: a parte interna, o flanco ou lateral, o ombro, a banda de rodagem e o talão.

Lembrando que é uma inspeção visual, a carcaça pode ser rejeitada em operações seguintes ainda;

- c) 3 – Raspagem: Após o exame inicial, o pneu é encaminhado a processamento, que se inicia na máquina de raspagem, onde a banda de rodagem é desgastada, conforme Figura 8. A raspadeira ajusta a carcaça inflada com a máxima precisão. O objetivo dessa raspagem é obter uma rodagem uniforme e simétrica, reduzindo, com isso, a manutenção do veículo e ainda preparando a carcaça para receber a nova banda de rodagem. Desta forma, quanto mais perfeita ficar a circunferência do pneu, maior a sua quilometragem. Para cada referência de medida, o operador necessita ajustar o raio de circunferência que é definido de acordo com valores tabelados.

Figura 8 – Máquina de raspagem



Fonte: DN Pneus (2016).

- d) 4 – Escariação: Nesta etapa tratam-se cada um dos pequenos cortes encontrados no piso da carcaça. Tal qual uma obturação de dentes, é preciso que cada ponto

"careado" seja corrigido individualmente. Na Figura 9, pode-se observar o local onde é realizada a escariação e como é feito o procedimento na prática.

Figura 9 – Escariação



Fonte: DN Pneus (2016).

- e) 5 – Aplicação da cola⁴: A cola é aplicada sobre a carcaça proporcionando adesão e proteção à superfície raspada, evitando oxidação e contaminação. A cola apresenta a característica de ativação das propriedades da borracha.
- f) 6 – Aplicação do conserto: Após a escariação, se o pneu demandar de consertos irá seguir para esta estação. Nela, a carcaça é preparada internamente para a aplicação do reparo, que varia de acordo com o tamanho do dano e segue as determinações técnicas da ALAPA (Associação Latino Americana de Pneus e Aros).
- g) 7 – Enchimento: Nesta etapa, uma borracha especial é aplicada através de uma extrusora para tampar todos os orifícios escariados do pneu. Com este procedimento, a superfície da banda de rodagem fica totalmente nivelada. Depois disso, o pneu está pronto para a aplicação da nova banda.

⁴ A cola neste caso é uma solução de borracha natural, resinas, óxidos metálicos, solventes alifáticos e aceleradores de vulcanização utilizada para promover a adesão entre os diversos materiais empregados na reforma e/ou reparação dos pneus (DN Pneus, 2016).

- h) 8 – Preparação da banda: Nesta etapa a banda é cortada (preparada) conforme dimensões determinadas na raspagem e, segundo a solicitação do desenho específico de cada cliente.
- i) 9 – Aplicação da banda: Posteriormente, a carcaça recebe uma borracha de ligação, responsável pela adesão da banda à carcaça durante o processo de vulcanização. Uma máquina faz a adesão da banda à carcaça, assegurando a qualidade dos pneus reformados.
- j) 10 – Envelopagem: O pneu recebe um envelope (*Innlop*⁵) de borracha na parte externa/interna, que é succionado durante o processo de vulcanização, causando uma pressão de fora para dentro sobre o pneu.
- k) 11 – Teste: Após a envelopagem, o *Innlop* é testado utilizando-se um vacuômetro, no qual é verificado se existe algum vazamento antes do pneu ser colocado na autoclave.
- l) 12 – Vulcanização: O pneu é então colocado na autoclave, equipamento que utiliza temperatura e pressão em um determinado tempo para vulcanizar a nova banda sobre a carcaça. A autoclave controla e registra automaticamente as pressões se ocorrer o vazamento de uma ou mais carcaças durante o processo de vulcanização, a temperatura e tempo da vulcanização, com acionamento e manutenção simplificados, possibilitando garantir a segurança da operação e a qualidade do produto final.
- m) 13 – Desmontagem: Nesta etapa é realizada a retirada do envelope da carcaça.
- n) 14 – Inspeção final: Após a vulcanização, o pneu é desmontado e colocado em uma linha de checagem para a inspeção final. Nesta fase, verifica-se a parte interna, a parte externa, a nova banda e a integridade da carcaça. Na inspeção também é possível identificar se houve falha no processo de vulcanização. Passando por esta etapa, o pneu já pode ser entregue ao cliente.

3.2.1 Destino do pó de borracha e pneus não conforme

Na etapa da raspagem o pó de borracha é encaminhado para o silo de armazenagem e posteriormente é vendido para terceiros, reutilizando o material. A carcaça é recusada caso

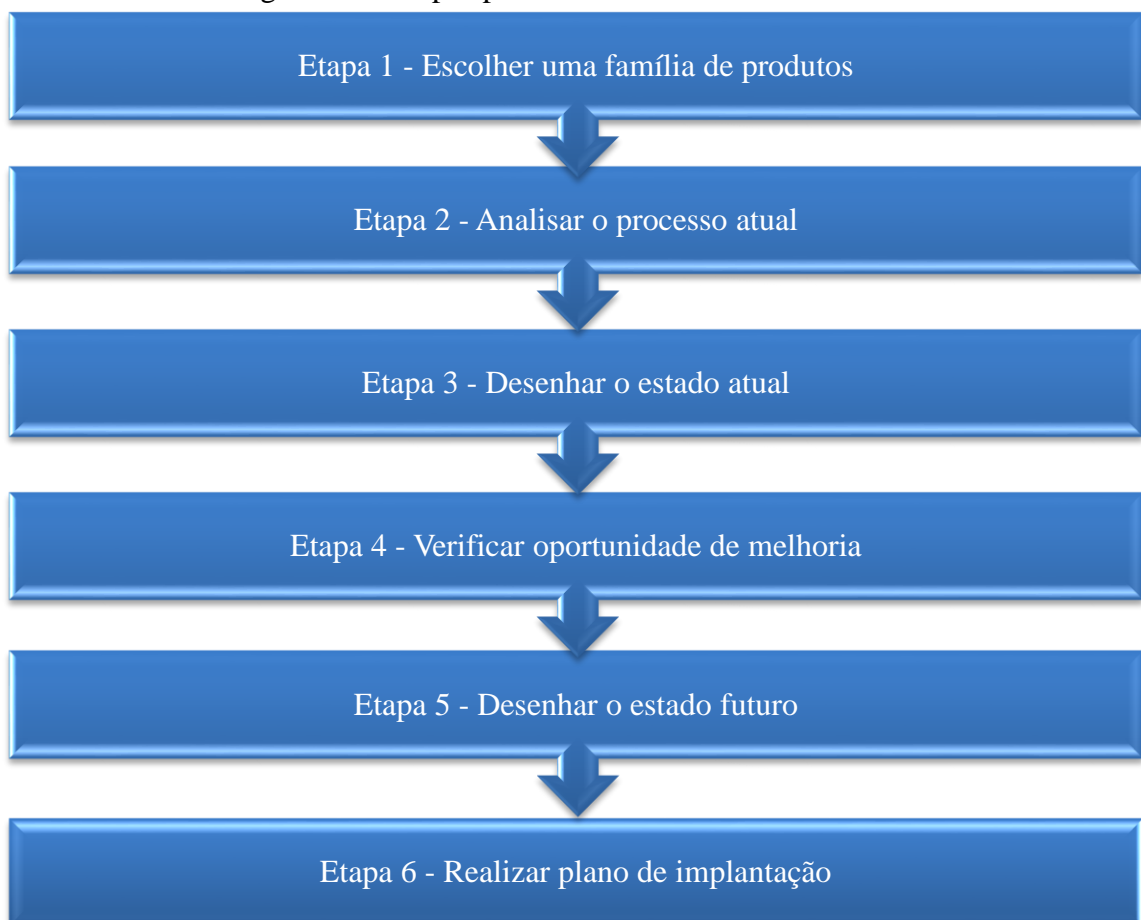
⁵ *Innlop* é um envelope interno que tem como finalidade a vedação dos pneus durante a vulcanização na autoclave, permitindo que a pressão exercida cumpra sua função no processo de reforma de pneus (DN Pneus, 2016).

ocorra uma não conformidade após o processo de raspagem, ocorrendo o fim de sua vida útil, esta carcaça é descartada onde posteriormente é encaminhado para terceiros.

3.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

O processo de recapagem de pneus, apresentado no início deste capítulo, tem como ponto de partida o mapeamento de fluxo de valor do estado atual da empresa. A ideia principal é aproveitar os pontos positivos do processo e identificar e atuar sobre os pontos que podem ser melhorados. Para realizar de forma organizada o desenvolvimento da proposta, para a implantação do estado futuro na empresa, é importante um planejamento estruturado. A Figura 10 apresenta, em forma de etapas, o planejamento seguido para o desenvolvimento do presente trabalho.

Figura 10 – Etapas para desenvolvimento do trabalho



Fonte: o autor (2016).

As etapas foram elaboradas para permitir que o desenvolvimento do trabalho seja realizado de forma organizada, auxiliando na execução dos objetivos propostos.

Cada etapa demonstra um plano de ação 5W1H, mesmo que algumas etapas sejam consideradas simples, mas para manter um padrão e maior controle no decorrer do trabalho.

3.3.1 Etapa 1 - Escolher uma família de produtos

Nesta etapa é realizada a análise do processo produtivo no setor de recapagens de pneus de carga, com o intuito de identificar pontos de melhorias e possíveis inovações que podem ser implantadas no processo. Para tornar isso possível, é necessária a participação dos colaboradores envolvidos.

O plano de ação para esta etapa é representado pelo Quadro 3, onde é direcionada um plano de ação 5W1H para a definição da família de produtos a ser estudado onde é escolhido o tamanho de pneu com maior volume produtivo.

Quadro 3 – Plano de ação etapa 1

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Definir a família de produtos	Padronização de dados	Sala da gerência	Sócio majoritário	Janeiro de 2017	Reunião e busca dos dados através de <i>Software</i>

Fonte: o autor (2016).

Para a realização desta etapa é necessário agendar uma reunião com o sócio majoritário da empresa para a definição da família de produtos que serão obtidos através do *software* utilizado pela empresa com maior fluxo produtivo e também será mostrada a ferramenta a ser implementada no setor escolhido.

A execução desta etapa é fundamental para as demais, uma vez que, está servirá de base para o desenvolvimento do presente trabalho.

3.3.2 Etapa 2 – Analisar o processo atual

Nesta etapa é analisado o estado atual do setor, será imprescindível ir ao *Gemba*. Também será necessário o uso de um caderneta para que seja possível realizar todas as anotações na hora.

Para a realização desta etapa do trabalho, o autor participa diretamente no processo de recapagem, onde observa todas as movimentações do processo, quantos operações serão analisadas dentre outras informações gerais do processo como um todo, tais como a cronometragem de cada etapa do processo.

Para iniciar a análise do processo atual é necessário alinhar as informações com os principais envolvidos no setor. Estas definições são realizadas com a presença de todos envolvidos no setor, conforme Quadro 4.

Quadro 4 – Plano de ação etapa 2

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Analisar o processo atual	Alinhamento de informações	Setor	Autor	Até Março de 2017	<i>Gemba</i>

Fonte: o autor (2016).

Os principais aspectos identificados nesta etapa, referente ao sistema de operação do setor, são: operadores, horas disponível diária, turnos de trabalho, disponibilidade de matéria-prima entre outras. Algumas definições são parâmetros quantitativos para a realização do mapeamento de fluxo de valor.

3.3.3 Etapa 3 – Desenhar o processo atual

Esta etapa é reservada para a avaliação dos dados obtidos na etapa anterior, e para o alinhamento da estratégia que será adotada para o decorrer do desenvolvimento.

O mapa deve ser desenhado a partir dos dados obtidos no chão de fábrica, desde o recebimento de materiais até a expedição final do produto, para se obter uma compreensão do fluxo e da sequência de processos.

Para a realização desta etapa, a partir dos dados obtidos na etapa anterior, é necessário primeiramente desenhar o estado do processo atual a mão, para então definir os tempos de processos.

Estas informações são indispensáveis para a elaboração da próxima etapa, por isso é importante que as datas sejam cumpridas no prazo estipulado para que não ocorram atrasos. Nessa etapa identificam-se pontos de acúmulo de *WIP*, retrabalhos e esperas.

O objetivo principal desta etapa é obter informações suficientes para realizar o mapeamento do processo de recapagens de pneus. Com a obtenção destas informações é possível determinar o *lead time* e o *takt time* do processo, conforme Quadro 5.

Quadro 5 – Plano de ação etapa 3

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Mapear o processo atual	Definir <i>lead time</i> e <i>takt time</i>	Setor estudado. Papel/ <i>Software</i>	Autor com auxílio de colaboradores e orientador.	Até Abril de 2017	Análise do processo. <i>Gemba</i>

Fonte: o autor (2016).

3.3.4 Etapa 4 – Verificar oportunidade de melhoria

Após o desenho do estado atual, é possível identificar e realizar melhorias no processo, quer seja pela eliminação das atividades que não agregam valor e otimização das atividades que não agregam valor, mas são necessárias, visando preservar e melhorar as atividades que agregam valor.

A etapa quatro é uma das mais importantes para obter um resultado positivo na aplicação da ferramenta estudada, no qual é verificado a oportunidade de melhoria juntamente com todos os envolvidos na proposta de trabalho.

Nesta etapa, é desenvolvido novamente o plano de ação, apesar de se tratar de uma etapa apenas de verificações de melhorias, para manter um padrão de desenvolvimento e manter o controle das etapas de desenvolvimento, no Quadro 6, pode-se observar o plano de ação.

Quadro 6 – Plano de ação etapa 4

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Verificar melhorias	Definir estado futuro.	Produção / MFV	Autor com auxílio de colaboradores e orientador.	Até Maio de 2017	Análise do estado atual

Fonte: o autor (2016).

Para a realização desta etapa do trabalho é importante enumerar todas as possíveis melhorias que podem ou ser realizadas.

O resultado deste relatório é o parâmetro principal para a realização da etapa 5, onde é realizado o desenho do estado futuro. Com isso, vale salientar que os dados informados ao desenvolvimento do trabalho, para a obtenção dos valores, precisam ser efetuados corretamente, caso contrário, é possível que o resultado sofra distorção de valores.

3.3.5 Etapa 5 – Desenhar o estado futuro

O desenho do estado futuro é definido posteriormente às definições de oportunidade de melhoria. A proposta desta etapa é obter visualmente novos tempos de produção com a finalidade de redução do *lead time*, *takt time* e os desperdícios encontrados nas etapas anteriores.

Para desenvolver o estado futuro, as informações são coletadas enquanto se caminha diretamente junto aos fluxos reais de material e de informação já estabelecidos nas etapas anteriores. Nesta etapa, algumas questões são levantadas, tais como:

- a) qual é o *takt time*;
- b) a produção será puxada ou atenderá à expedição diretamente;

- c) em que parte do processo pode-se estabelecer um fluxo contínuo de produção;
- d) será necessária a utilização de “supermercado” para puxar a produção;
- e) em que parte da cadeia de produção (“processo puxador”) a produção será programada;
- f) como nivelar o *mix* de produção no processo puxador;
- g) quais incrementos de trabalho são liberados e retirados uniformemente do processo puxador;
- h) quais melhorias de processos serão necessárias para fazer fluir o fluxo de valor conforme o mapa do estado futuro.

O plano de ação para a realização desta etapa é necessário afim de manter o controle e o padrão de organização de cada tarefa, conforme Quadro 7.

Quadro 7 – Plano de ação etapa 5

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?
Desenhar estado futuro	Oportunidade de melhoria	Papel/ Software	Autor	Até Maio de 2017	A partir das questões observadas

Fonte: o autor (2016).

3.3.6 Etapa 6 - Plano de implantação

Nesta etapa são definidas as metas, responsabilidades, prazos e preferencialmente planos que demandem poucos recursos para que as eliminações dos desperdícios sejam implementadas e para que o mapeamento do fluxo tenha atingido seu objetivo principal.

Vale ressaltar que é avaliado o processo atual da empresa, realizar as possíveis mudanças que demandam de pouco recurso, assim como é apresentado mudanças que demandam talvez de um maior recurso, porem estas mudanças ficam por conta da empresa em tomar as possíveis decisões de mudança ou simplesmente arquivá-las.

Esta etapa é considerada importante no desenvolvimento desta proposta, uma vez que, pela primeira vez é possível visualizar a proposta do processo de recapagens de pneus da DN Pneus LTDA. Com a conclusão das etapas de planejamento é possível iniciar o

desenvolvimento da proposta para implantação da ferramenta mapeamento de fluxo de valor na linha de recapagem de pneus.

No Quadro 8 é possível observar o plano de ação a ser seguido nesta etapa de desenvolvimento, onde é proposto um plano com as mudanças necessárias para a redução de desperdícios.

Quadro 8 – Plano de implantação

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Plano de implantação	Melhoria contínua	DN Pneus	Sócio majoritário/ profissional qualificado	Até Junho de 2017	A partir do plano apresentado

Fonte: o autor (2016).

3.4 CONSIDERAÇÕES

No presente capítulo foram apresentadas as sete etapas que são executadas no desenvolvimento da proposta para implementação da ferramenta mapeamento de fluxo de valor na linha de recapagem de pneus. Estas etapas são planejadas para facilitar e tornar organizado o processo de desenvolvimento, portanto são indispensáveis para que o objetivo principal seja alcançado.

Como mencionado no detalhamento das etapas, para a execução de cada uma delas, é preciso o cumprimento dos prazos, e a precisão das informações que devem ser levantadas, são os principais fatores que irão permitir obter o sucesso no final do desenvolvimento da proposta.

A expectativa de dificuldades é existente, podendo ocorrer atrasos nos cumprimentos dos prazos. Este problema deve ser enfrentado com maturidade e não deixar que se agrave, pois é imprescindível a colaboração de todos os envolvidos na proposta para que o objetivo seja alcançado com sucesso no final do desenvolvimento desta proposta.

4 IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO

Neste capítulo é apresentado de forma detalhada os dados encontrados e a implementação da proposta de trabalho na empresa DN Pneus LTDA.

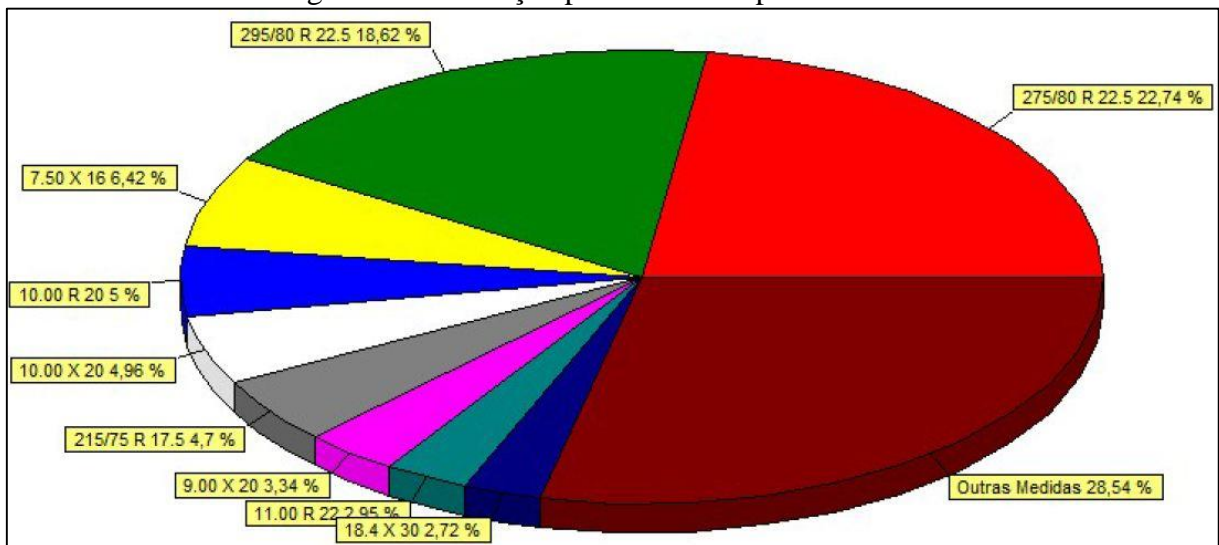
4.1 ETAPA 1 – ESCOLHER A FAMÍLIA DE PRODUTO

Para iniciar a primeira etapa para o desenvolvimento da ferramenta MFV, foi realizada uma reunião com o sócio majoritário, no qual foi colocado em pauta o objetivo principal do trabalho e quais os procedimentos são tomados para a realização da proposta de trabalho.

Para definir a família de produtos foi necessária a utilização do *software* 4Recap. No qual foram obtidos relatórios de produção para identificar a família de produto mais adequada para a realização e identificação dos dados para o mapeamento de fluxo de valor, com a participação do sócio majoritário para acompanhar o processo.

Neste relatório utilizado, encontra-se todos os modelos recapados e recauchutados pela empresa no ano de 2016, onde é possível observar na Figura 11, em diferentes cores, as principais medidas que foram processadas.

Figura 11 – Produção por medida de pneu em 2016



Fonte: adaptado de DN Pneus (2017).

Pode-se observar que as medidas destacadas são, na maioria delas, carcaças radiais, devido ao maior volume de produção anual em comparação com as carcaças recauchutadas. A linha de recapagem a frio corresponde à 78,2% da produção total no ano de 2016.

Para a realização da etapa 2 (análise do processo atual), foram utilizadas medidas com maior percentual de produtos recapados, no período de 2016, que são as medidas 275/80R22.5 na cor verde e 295/80R22.5 na cor vermelha, que estão destacadas na Figura 11, no qual, correspondem a 22,74% e 18,62% respectivamente.

4.2 ETAPA 2 – ANALISAR O PROCESSO ATUAL

Em concordância com a averiguação na etapa 3.2 onde foi identificado o processo atual de produção, a linha de recapagem de pneus a frio pode transcorrer outros tipos de serviços, analisando apenas a produção anual desta linha, conforme Quadro 9.

Quadro 9 – Linha de produção a frio 2016

Tipo de Serviço	Qtd	Percentual
Preenchimento	124	4,12%
Recapagem a Frio	2485	82,53%
Recapagem gaiola	50	1,66%
Vulcanização	212	7,04%
Vulcanização de Automóvel	140	4,65%
Total produzido	3011	100%

Fonte: o autor (2017).

Em conformidade com o quadro acima, pode-se identificar que na DN Pneus a linha a frio conta com aproximadamente 82% de recapagens das mais variadas medidas de pneus de carga e automóveis, os demais serviços compõem o restante da produção anual da empresa nesta linha.

Foi considerado 20 dias por mês trabalhado efetivo, com isso, a linha a frio possui uma produção diária de 12,5 pneus/dia, correspondendo a aproximadamente 250 pneus/mês com base no total produzido. Analisando apenas as carcaças que são recapadas a frio, a linha tem uma produção diária de 10,5 pneus/dia correspondendo a 207 pneus/mês. No entanto, os demais serviços realizados na linha de recapagem devem ser considerados no MFV, pois estes serviços aumentam o tempo de espera nas etapas do processo.

Foram dois dias de análise do processo na empresa DN Pneus, onde obtiveram-se os tempos de cada operação, WIP, deslocamentos desnecessários entre outros aspectos. Lembrando que em dois dias de análise é difícil de apontar todos os pontos positivos e negativos

do processo, portanto, o desenho do estado atual foi efetuado a partir dos dados encontrados neste período, podendo assim, que os dados estabelecidos possam ter alguma divergência de informação.

Identificou-se que há uma falta de comprometimento em questões simples, tais como, a falta de anotação realizada pelo operador na ficha de serviço, quando é efetuado um conserto na carcaça e o cadastro nos coletores quando o colaborador realiza a operação. Em um dos dias da análise do processo atual, a fábrica estava sem internet, por conta disso, não houve cadastro da realização de cada operação, esse cadastro é então realizado posteriormente a sua produção na etapa da revisão final.

Outro fator a destacar, é o fato de o supervisor da linha ser um colaborador que faz parte família, há algumas regalias, isso dentro de um âmbito profissional pode acarretar em problemas internos com os demais colaboradores. Um ponto negativo encontrado durante a visita realizada na empresa foi que o supervisor estava operando a caldeira, o supervisor da área deve se preocupar com fatores mais importantes no dia-a-dia no processo produtivo do que operar a caldeira, este fator pode ser levado em pauta em uma reunião futura.

O estoque de bandas de rotação encontrava-se em desorganização, isso provavelmente originário da falta de treinamento do colaborador, onde o mesmo perde tempo com movimentações desnecessárias para encontrar a banda específica de cada carcaça. A autoclave, com capacidade total de 10 pneus estava com uma mangueira com problemas, impossibilitando de utilizar sua capacidade máxima.

4.3 ETAPA 3 – DESENHAR O PROCESSO ATUAL

Para a laboração desta etapa do trabalho, foram desconsideradas as etapas 1, 2 e 14, que são limpeza, exame inicial e inspeção final respectivamente descritas no item 3.2. Esta decisão foi tomada pelo fato de que as etapas são realizadas por um colaborador em específico que desempenha outras funções na empresa, tais como, atendimento ao cliente, vendas e compras, caracterizando assim, que é de responsabilidade de outro setor da empresa estas tarefas. Portanto, não foram realizadas medidas nestes processos, no qual foi considerado o início do processo a etapa da raspagem.

É importante ressaltar que as carcaças podem ficar no fluxo de produção de um dia para o outro, contudo, há uma restrição para este caso, a carcaça deve necessariamente estar na fase 9 (Aplicação da banda), para que se mantenha o padrão de qualidade imposto pela empresa, uma vez que, após a aplicação da cola e o enchimento, é aplicada uma ligação na carcaça que

fica com a região de raspagem “coberta” com um plástico, possibilitando assim, que o operador ao iniciar seu turno de trabalho no dia seguinte, retire o plástico de proteção e aplique a banda de rodagem, posteriormente, seguindo para as demais operações.

Durante o período da visita, foram verificados os tempos de cada etapa do processo de recapagem de pneus a frio para as medidas definidas na etapa 4.1. No quadro 10, podemos verificar os tempos médios cronometrados durante a visita na empresa realizada no início de fevereiro de 2017, conforme APÊNDICE B. Lembrando que os prazos pré-estabelecidos no capítulo 3 foram respeitados.

Quadro 10 - Tempos de operação (T/C)

Processo	Tempo médio (min.)
3 - Raspagem	6,0
4 - Escariação	19,0
5 - Aplicação de cola	0,2
6 - Aplicação de conserto	2,7
7 - Enchimento	7,5
8 - Preparação da Banda	5,4
9 - Aplicação da Banda	7,5
10 - Envelopagem	1,0
11 - Teste/Montagem	3,8
12 - Autoclave	160,0
13 - Desmontagem	4,2

Fonte: o autor (2017).

A entrega de banda de rodagem é realizada no máximo três dias após o encaminhamento do pedido realizado junto ao fornecedor, este pedido pode ser realizado semanalmente, de acordo com a demanda e com o estoque de bandas.

Atualmente, a Moreflex se encontra em RJ⁶ (Recuperação Judicial), e efetua a manufatura de seus produtos apenas mediante o recebimento de pedidos de seus clientes.

⁶ Recuperação Judicial: De acordo com o artigo 47 da Lei 11.101/05, “a **recuperação judicial** tem por objetivo viabilizar a superação da situação de crise econômico-financeira do devedor, a fim de permitir a manutenção da fonte produtora, do emprego dos trabalhadores e dos interesses dos credores, promovendo, assim, a preservação da empresa, sua função social e o estímulo à atividade econômica” (JUSBRASIL, 2017).

Por conta disso, a DN Pneus adotou uma postura alinhada junto com a empresa fornecedora de matéria-prima em realizar seus pedidos semanais, contando que o pedido seja encaminhado na terça-feira até o meio dia, assim a Moreflex realiza a entrega na sexta-feira, esta entrega é realizada via transportadora.

Na análise do processo atual, foram obtidos os tempos de espera de um processo para o outro, este tempo é devido ao baixo número de colaboradores no processo de recapagem, uma vez que a empresa não possui um colaborador para cada etapa de processo. Assim como foi possível identificar o WIP acumulado entre as operações. Conforme Quadro 11, no qual apresenta o tempo de espera em minutos e os trabalhos em processo.

Quadro 11 – Tempo de espera e WIP

Intervalo	Tempo de espera (min.)	WIP
(3 - 4)	4	2
(4 - 5)	7	1
(5 - 6)	26	3
(6 - 7)	1	3
(7 - 9)	3,7	2
(9 - 10)	4,1	3
(10 - 11)	-	-
(11 - 12)	-	5

Fonte: o autor (2017).

Inicialmente, na área do processo de raspagem, contém um estoque inicial, para a produção diária até a revisão final, na média de 12 carcaças. As entregas são diárias para clientes que estão aguardando na empresa o seu produto final, e para clientes que há necessidade de deslocamentos de vendedores para a devolução do produto, as entregas são realizadas duas vezes por semana ou com entregas programadas.

Com o desenho do mapa atual, é possível visualizar de forma sucinta cada operação no processo de recapagem de pneus. A programação no 4Recap é realizada diariamente conforme os pedidos firmes de clientes, neste caso, a empresa não consegue realizar uma programação semanal por exemplo, pelo fato da empresa depender dos pedidos de clientes que variam diariamente.

Com os dados encontrados na visita realizada na empresa, é possível desenhar o mapa atual do processo de recapagem de pneus, conforme a imagem ilustrada na Figura 12.

Figura 12 – Mapeamento de Fluxo de Valor Atual



Fonte: o autor (2017).

De acordo com a Eq.1 e Eq. 2 destacadas na revisão bibliográfica, é possível definir o *lead time* do processo atual assim como o *takt time*.

$$\text{Lead time} = T/C + \text{Tempo de espera}$$

$$\text{Lead time} = 217,3 \text{ min.} + 45,8 \text{ min.}$$

$$\text{Lead time} = 263,1 \text{ min. ou } 4,385 \text{ horas}$$

$$\text{Takt time} = (8 \text{ horas/dia} - 20 \text{ min. de intervalo}) / 10,5 \text{ pneus/dia}$$

$$\text{Takt time} = 460 \text{ min.} / 10,5 = 43,81 \text{ min./pneu}$$

4.4 ETAPA 4 – VERIFICAR OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Com a identificação do processo atual através da ferramenta MFV, é possível identificar alguns aspectos que podem ser trabalhados e melhorados a médio e a longo prazo, dependendo da situação e colaboração da empresa e seus colaboradores.

Inicialmente, é possível destacar o WIP em processo, há um grande acúmulo em processo devido ao desbalanceamento das operações e demanda dos demais serviços estabelecidos anteriormente. É possível identificar a eliminação do estoque antes das atividades 4, 5, 6, 9 e 10, pois se ocorrer um balanceamento nas operações e um maior treinamento de seus colaboradores, estes estoques desnecessários podem ser eliminados, ocorrendo um processo com fluxo contínuo. E também a diminuição de estoque antes das atividades 7 e 12, pelo mesmo fator, considerando que a empresa trabalhe em mundo atual.

Outro aspecto identificado é na preparação de banda de rodagem, no acompanhamento realizado sobre o processo, o colaborador demorou mais que o normal para esta operação. Nesta etapa foi possível constatar três critérios, sendo eles:

- a) O operador desloca-se até o processo de pré-escariação para identificar o desenho, largura e comprimento da banda de rodagem;
- b) O operador não encontrou o desenho especificado no estoque de bandas de rodagem;
- c) O estoque de bandas encontrava-se desorganizado e havia material no qual foi efetuado o recebimento do fornecedor e não foi destinado ao seu devido lugar.

Da mesma forma, foi possível apontar que a empresa não possui a área de PCP especificamente, pois o colaborador que realiza o trabalho de criação das ordens de produção desenvolve diversas atividades auxiliares no escritório, devido ao fato da empresa ser de

pequeno porte. A informação das carcaças que são prioridades de produção são identificados no plano de coleta mencionado no capítulo 3, e fica sobre responsabilidade do supervisor do departamento em indicar aos operadores o sequenciamento a ser seguido dia-a-dia. A ação proposta é determinar uma área onde pode ser realocadas as carcaças com prioridade de produção, assim, é possível obter um ganho de tempo diário, pois as carcaças que o cliente solicitou prioridade são identificadas na ordens de produção que o PCP disponibiliza e ficam disponibilizadas em um local próximo, visível e adequado no início do processo.

Um aspecto importante que não está ligado com o processo é o trabalho de pós-vendas, mas atualmente a empresa não possui um colaborador específico para desempenhar a função. Uma vez que a empresa adotar este trabalho de pós-vendas e controla-lo, é possível planejar seus pedidos de bandas de rodagem com antecedência evitando que a carcaça fique em espera de manufatura para efetuar a recapagem por falta de matéria-prima.

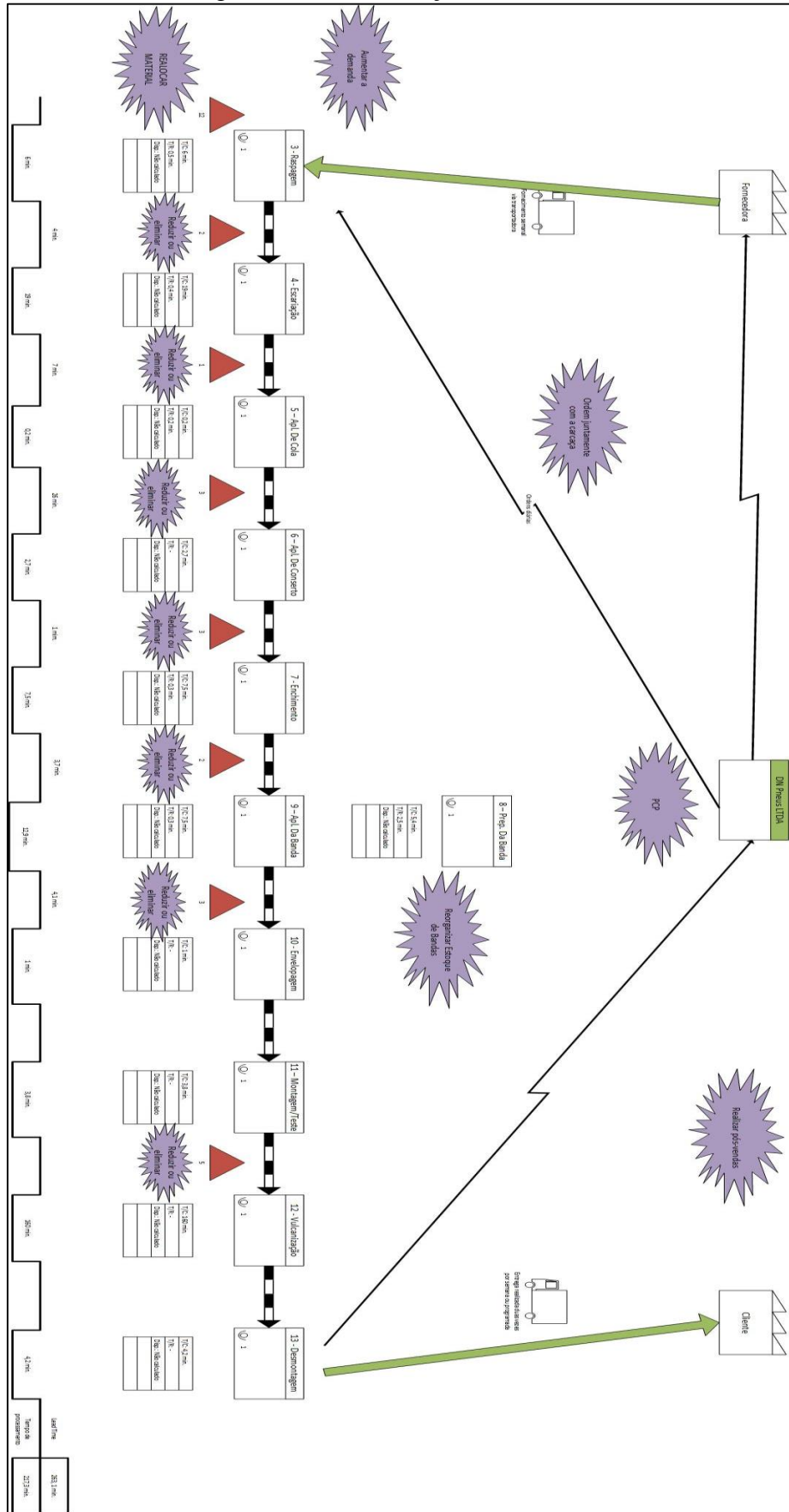
Há também a possibilidade da troca do equipamento de raspagem, no qual realiza automaticamente o processo, ocasionando ganhos mensuráveis no *lead time* de produção, uma vez que o operador colocaria a carcaça no local indicado para o início da operação e no momento que a máquina realizaria o processo, o operador poderia desempenhar outras atividades como auxiliar na etapa seguinte (escariação). Porém, o alto custo do equipamento e a baixa demanda atual da empresa, não viabiliza tal melhoria. Este equipamento é ideal para empresas com alta demanda de recapagem na linha a frio, preferencialmente empresas que possuem dois turnos de trabalho.

O operador que realiza o encaminhamento das carcaças para a recapagem após o exame inicial desempenha outras funções no dia a dia, conforme mostrado no item anterior, este fator não garante um fluxo contínuo no processo. Por conta disso, o estoque inicial, que foi considerado anteriormente como a raspagem, foi mantido com 12 carcaças, garantindo que no início do dia de trabalho não ocorra ociosidades no processo.

Assim como mencionado na etapa 2, a caldeira é um fator que deve ser assunto nas reuniões de supervisão da empresa, pois deve ser levado em consideração a perda de calor nas tubulações e equipamentos a vapor utilizados na linha de produção da empresa. A empresa não possui nenhum sistema de isolamento térmico em suas instalações, isso acarreta em uma maior queima de madeira para a geração de vapor, ocasionado a verificação com maior frequência do operador no funcionamento da caldeira.

Os principais aspectos de melhoria observados foram destacados no mapeamento de fluxo atual definido na etapa anterior, na Figura 13 é possível visualizar os pontos principais de melhoria.

Figura 13 – Identificação de melhoria



Fonte: o autor (2017).

Também, é possível a averiguação no layout atual do processo produtivo, uma vez que, pode ser realizada uma análise e verificar se há possibilidades de melhorar o fluxo do processo com relação a diminuição de espaço entre máquinas, ocorrendo uma menor movimentação da carcaça durante todo o processo.

Um aspecto importante que não é possível identificar no desenho do MFV, mas foi visível durante a visita é que a empresa necessita de uma maior qualificação profissional de sua atual gestão e como sugestão, a realização de reuniões semanais ou quinzenais.

No quadro 12 é possível verificar as melhorias identificadas na linha de recapagem estudada de forma detalhada.

Quadro 12 – Identificação de melhorias no MFV atual

Identificação das melhorias na empresa estudada
Eliminar o estoque antes das atividades 4, 5, 6, 9 e 10.
Diminuir o estoque antes das atividades 7 e 12.
Reavaliar o procedimento de trabalho na operação de preparação de banda.
Encaminhar a carcaça para a produção juntamente com a ordem de produção.
Identificar um local adequado para as carcaças prioridades.
Identificar claramente o setor de PCP.
Realizar trabalho de pós-vendas.
Avaliar possibilidade de substituição da máquina de raspagem.
Verificar possibilidade de isolamento das instalações a vapor.
Qualificação da gestão.
Estabelecer reuniões semanais ou quinzenais.

Fonte: o autor (2017).

4.5 ETAPA 5 – DESENHAR O ESTADO FUTURO

Para a realização desta etapa de trabalho, foram identificados os novos parâmetros de dados para o desenho do estado futuro, com as melhorias destacadas na etapa anterior, pode-se calcular o novo valor para o *lead time* futuro assim como o *takt time*. No Quadro 13, podemos observar uma diferença de três minutos, esse ganho pode ser evidenciado se ocorrer uma reestruturação no controle e estoque de bandas de rodagem.

Quadro 13 – Tempo médio para preparação da banda

MFV	Processo	Tempo médio (min.)
Atual	8 - Preparação da Banda	5,4
Futuro	8 - Preparação da Banda	2,4

Fonte: o autor (2017).

Para a proposta de estado do mapeamento de fluxo de valor futuro, foram retirados os tempos de espera possíveis, exceto após a aplicação da cola na carcaça, pois é obrigatório um tempo de espera de no mínimo 20 minutos, pois é o tempo médio determinado para que a cola possa secar e seja possível realizar a próxima operação.

$$\text{Lead time} = T/C + \text{Tempo de espera}$$

$$\text{Lead time} = 214,3 \text{ min.} + 20 \text{ min.}$$

$$\text{Lead time} = 234,3 \text{ min. ou } 3,9 \text{ horas}$$

$$\text{Takt time} = (8 \text{ horas/dia} - 20 \text{ min. de intervalo}) / 16 \text{ pneus/dia}$$

$$\text{Takt time} = 460 \text{ min.} / 16 = 28,75 \text{ min./pneu}$$

Com a definição do estado futuro e com os novos parâmetros de cálculo, é possível identificar uma comparação de *lead time* e *takt time* atual e futuro. Esta comparação é realizada com base nos dados obtidos durante a visita na empresa e na definição do estado futuro realizada pelo autor. Pode-se observar uma redução percentual de aproximadamente 11% no *lead time* e 34,4% de redução no *takt time*, conforme o Quadro 14.

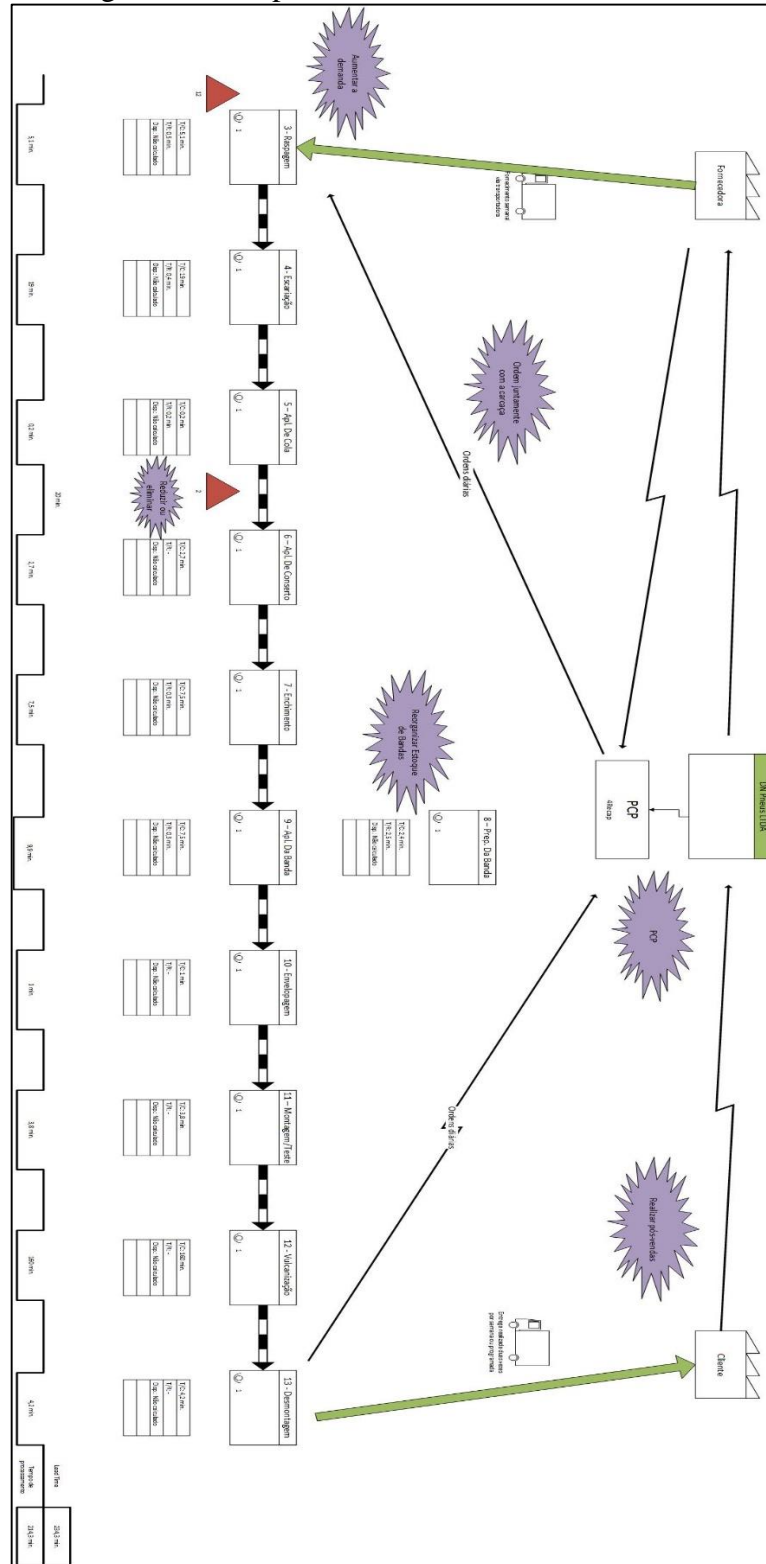
Quadro 14 – Comparação estado atual e futuro

	<i>Lead Time</i> (min.)	<i>Takt Time</i> (min./pneu)
Atual	263,10	43,81
Futuro	234,30	28,75
Δ min.	-28,80	-15,06
Δ %	-10,94	-34,37

Fonte: o autor (2017).

Após o desenho do MFV atual e a identificação dos pontos com possíveis melhorias no processo destacadas nas etapas anteriores, é possível realizar o mapeamento de fluxo de valor futuro, conforme Figura 14.

Figura 14 – Mapeamento de fluxo de valor futuro



Fonte: o autor (2017).

Diariamente, 16 carcaças devem ser designadas para a recapagem a frio, uma vez que, os dados estudados no ano de 2016, cerca de 20% da linha de produção é abastecida por carcaças que recebem outro tipo de serviço, garantindo assim a meta de produção que a empresa almeja de 20 pneus/dia. Lembrando que o estudo foi desenvolvido com base na quantidade de carcaças que são recapadas, mas a linha de recapagem a frio comporta demais tipos de serviços, conforme visto no item 4.2, no qual o Quadro 9 destaca os tipos de serviços da linha estudada.

4.6 ETAPA 6 - PLANO DE IMPLANTAÇÃO

Foi definido, juntamente com o sócio majoritário, em identificar o estado futuro do MFV e propor um plano de implantação para a empresa. Pelo motivo da empresa não estar tecnicamente preparada e qualificada para absorver informações novas em seu cotidiano.

Este plano de implementação elaborado ficou como projeto a ser desenvolvido pela empresa, foram estabelecidos prazos futuros nos quais é imprescindível a consultoria de um profissional da área para o auxílio no plano de implantação. Assim como na averiguação após as medidas tomadas.

No plano elaborado, foram identificados os principais ajustes que a empresa deve tomar uma ação, o motivo da realização da etapa, onde deve ser efetuada, quem deve realizar, o prazo estipulado para a inicialização e como deve ser procedido o plano de implantação.

A implementação deve ser iniciada com o auxílio de um profissional qualificado que possa auxiliar nas melhorias, o time de produção envolvido no processo e sem sombra de dúvidas, o apoio e comprometimento dos sócios majoritários da empresa. Com o desenvolvimento de cada etapa, o grau de participação dos demais colaboradores é ainda maior.

Como sugestão para trabalhos futuros, a realização de um 5S⁷ em todas as áreas da empresa com o auxílio de um profissional qualificado e a criação de IT (Instrução de Trabalho) para cada operação.

Para colocar em prática o estudo desenvolvido na empresa foi desenvolvido um plano de ação 5W1H para a implementação da proposta para de trabalho na empresa, conforme Quadro 15.

⁷ 5S: É uma metodologia de organização, limpeza, elaboração e sustentação de um ambiente de trabalho produtivo, fazendo parte da produção enxuta. Os 5S são: seiri (classificar), seiton (organizar), seiso (limpar), seiketsu (padronizar) e shitsuke (manter) (DENNIS, 2007).

Quadro 15 – Plano de implantação

Plano de Ação - 5W1H					
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>
Estabelecer reuniões de produção	Identificar retrabalhos e melhorias.	Sala de reunião	Gestores e Supervisores	Imediato.	Adotar como hábito.
Estoque inicial	Garantir um fluxo contínuo de produção.	Produção	Gestores e vendedores	Imediato.	Realizar trabalho de pós-vendas. Definir metas para os vendedores.
Qualificação da Supervisão	Aumento de produtividade	Ambientes externos	Sócios majoritários	Imediato.	Buscar a compreensão da qualificação da gestão.
Realizar um Kaizen ⁸ na etapa de preparação de banda	Reduzir o tempo de ciclo na etapa de trabalho.	Produção	Integração entre as áreas.	Agosto de 2017.	Com auxílio de profissional qualificado.
Realizar novo MFV	Analisar se o plano implementado está gerando resultados.	Produção	Com auxílio de profissional qualificado.	Após a realização das etapas anteriores.	Gemba.

Fonte: o autor (2017).

⁸ Kaizen: É uma palavra japonesa para a definição de “melhoria contínua”. Para formar uma equipe geralmente é convocado um colaborador de cada área para participar, os quais, com ideias diferentes, se concentram nas melhorias do processo (DENNIS, 2007).

5 CONCLUSÃO

A implementação do MFV permite a empresa identificar as etapas que levam a excelência em suas operações, melhoria contínua e redução de atividades que não agregam valor no processo. No entanto, quando a ferramenta estudada neste trabalho for aplicado erroneamente, pode gerar resultados desnecessários acarretando em decisões falhas, tanto tecnicamente como financeiramente e por conta disso, deve-se fazer o uso racional da ferramenta, proporcionando resultados adequados e confiáveis, principalmente na coleta de dados para a definição do processo estudado.

O método mostrou-se muito útil para a análise e diagnóstico de problemas no fluxo produtivo de materiais e informações da empresa estudada, no qual foi possível a partir da utilização do mapeamento de fluxo de valor avaliar o desempenho em uma linha de recapagem de pneus. Por exemplo, o MFV mostrou que há várias etapas que apresentam WIP, o que aponta para um estudo visando eliminá-lo ou diminuí-lo.

A principal característica abordada foi a redução de *lead time* e *takt time* no processo, visto que, se o plano proposto pelo autor for implementado, possibilitará uma redução de 11% no *lead time* e 34,4% de redução no *takt time*, sendo que a redução do tempo *takt* está relacionada com o aumento da demanda, uma vez que a linha comporta este aumento de demanda diária. É importante ressaltar que é imprescindível o acompanhamento de um profissional qualificado da área de Engenharia de Produção para acompanhamento ao longo dos prazos sugeridos na implementação de tais melhorias.

Como propostas para trabalhos e estudos futuros, seria interessante, primeiramente realizar o plano de implementação proposto, posteriormente, dando sequência no trabalho, realizar o mapeamento do fluxo de valor em outros setores, acompanhar o processo de mudança para a produção enxuta. Por exemplo, no processo de limpeza e exame inicial, garantindo que ocorra um equilíbrio nas operações e seja eliminado o WIP nestas etapas, garantindo um fluxo contínuo no processo como um todo.

REFERÊNCIAS

ABR – Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus. **Dados do Segmento.**

Disponível em: <<http://www.abr.org.br/dados.html>>. Acesso em: 24 ago. 2016.

ARAÚJO, Luis César G. de: GARCIA, Adriana Amadeu: MARTINES, Simone. **Gestão de Processos: Melhores resultados e excelência organizacional.** São Paulo: Atlas, 2011.

BOLSSON, Daniele et al. **Administração da Produção: o Mapeamento do Processo Produtivo de Recapagem de Pneus em uma Concessionária de Veículos.** IX SEGET, 2012. Disponível em <www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/681654.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2016.

BONATO, Franciele et al. **Análise e proposições de melhorias em uma pequena indústria do ramo moveleiro através de conceitos e ferramentas da manufatura enxuta.** XXXIII ENEGEP, 2013. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_013_22473.pdf>. Acesso em: 30 set. 2016.

CHIAVENATO, Idalberto. **Planejamento e controle da produção.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2008.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão da Produção: Uma abordagem introdutória.** 3. ed. São Paulo: Manole, 2014.

COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração.** 12. ed. Tradução de Scientific Linguagem Ltda. Porto Alegre: AMGH, 2016.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo.** 2. ed. Tradução de Rosalia Angelita Neumann Garcia. Porto Alegre. Bookman, 2007.

DN Pneus. **Informações da Empresa: Renovadora de pneus Sananduva,** 2016.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul, EDUCS, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOODYEAR – Quilômetros de Histórias. **Recapagem Goodyear**. Disponível em: <www.goodyear.com.br/pneus-recapagem-goodyear/recapagem-goodyear/>. Acesso em 27 ago. 2016.

HINO, Satoshi. **O pensamento Toyota**: princípios de gestão para um conhecimento duradouro. Tradução de Patrícia Lessa Flores da Cunha. Porto Alegre: Bookman, 2009.

INMETRO, Instituto nacional de metrologia, qualidade e tecnologia: **Sala de imprensa**: Releases: Pneus novos e reformados. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/imprensa/releases/pneusRefor.asp>>. Acesso em 19 out. 2016.

JUSBRASIL – Tópicos. **Art. 47 da Lei de Recuperação Judicial e Extrajudicial e de Falência – Lei 11101/05**. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10943409/artigo-47-da-lei-n-11101-de-09-de-fevereiro-de-2005>>. Acesso em 20 mai. 2017.

LEAN – Institute Brasil. **O QUE É LEAN**: Definição. Disponível em: <www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>. Acesso em 27 ago. 2016.

LEANTI – Lean Thinking. **O que é o Lean Thinking?**. Disponível em: <www.leanti.com.br/conceitos/4/O-que-e-Lean-Thinking.aspx>. Acesso em: 27 ago. 2016.

LIKER, Jeffrey K.; CONVIS, Garay, L. **O modelo Toyota de liderança Lean**: Como conquistar e manter a excelência pelo desenvolvimento de lideranças. Tradução de Raul Rubenich. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O modelo Toyota**: Manual de aplicação. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao just-in-time**. 4. ed. Tradução de Ronald Saraiva de Menezes. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MOREFLEX, Borrachas. **A Moreflex: Nossa história**. Disponível em: <<http://www.moreflex.com/>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1993.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORTIZ, Chris A. **Kaizen: E implementação de eventos kaizen**. Tradução de Luiz Claudio de Queiroz Faria. Porto Alegre: Bookman, 2010.

REVISTA PNEWS. **Uma Aposta no Futuro: Em meio à crise, reforma de pneus é sinônimo de economia e sustentabilidade**. Ed 95. 2015. Disponível em: <<http://www.abr.org.br/>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

ROTHER, Mike. **Toyota kata: Gerenciando pessoas para melhoria, adaptabilidade e resultados excepcionais**. Tradução de Luiz Claudio de Queiroz Faria. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ROTHER, Mike; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil - Artsgraph, 2002.

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

SOBEK, Durward Li; SMALLEY, Art. **Entendendo o Pensamento A3**: Um Componente Crítico do PDCA da Toyota. Tradução de Francisco Araújo da Costa. Porto Alegre: Bookman, 2016.

TACHIZAWA, Takeshy; SCAICO, Oswaldo. **Organização flexível**: Qualidade na gestão por processos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006

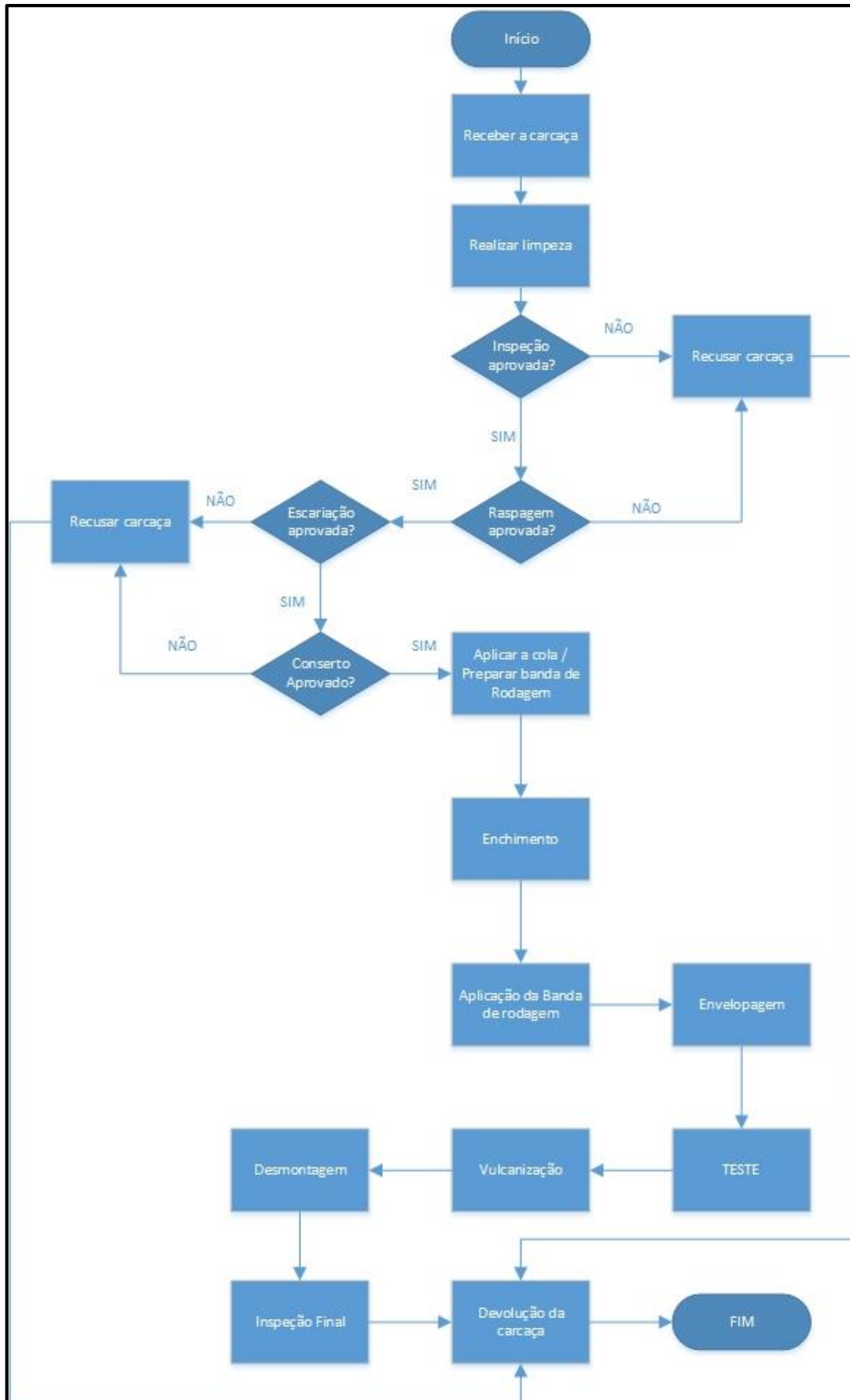
TUDO SOBRE PNEUS. **Tipos de construção**: Estrutura. Disponível em: <<http://www.tudosobrepneus.com.br/si/site/010012>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

WERKEMA, Cristina. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. 4.vol. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas empresas** – Elimine o Desperdício e Crie Riquezas. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YIN, Robert K. **Pesquisa Qualitativa**: do início ao fim. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2016.

APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DO PROCESSO



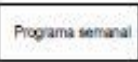
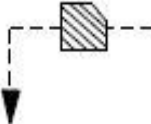
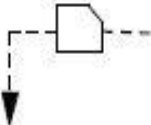



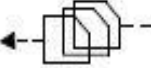
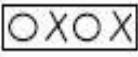



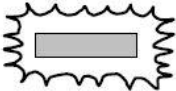



APÊNDICE B – COLETA DE DADOS

Processo	PNEU 01 (min.)	PNEU 02 (min.)	PNEU 03 (min.)	PNEU 04 (min.)	PNEU 05 (min.)	Tempo médio (min.)
3 - Raspagem	5,9	6,3	5,9	5,8	6,1	6
4 - Escarificação	18,9	19,1	18,8	18,9	19,3	19
5 - Aplicação de cola	0,18	0,22	0,3	0,15	0,15	0,2
6 - Aplicação de conserto	2,6	2,7	2,9	2,8	2,5	2,7
7 - Enchimento	7,2	7,8	7,6	7,4	7,5	7,5
8 - Preparação da Banda	5,3	5,7	5,1	5,3	5,6	5,4
9 - Aplicação da Banda	7,7	6,9	7,6	7,7	7,6	7,5
10 - Envelopagem	0,8	1,3	0,8	1	1,1	1
11 - Teste/Montagem	3,2	4,1	3,5	4,1	4,1	3,8
12 - Autoclave	160	160	160	160	160	160
13 - Desmontagem	4,6	3,7	3,9	4,6	4,2	4,2

ANEXO A – ÍCONES DO MFV

Ícones de Materiais	Representa	Notas
	Processo	Uma caixa de processo equivale a uma área de fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também usado para departamentos como o de controle da produção.
	Empresa	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
	Caixa de Dados	Usado para registrar informações relativas a um processo de manufatura, departamento, cliente etc.
	Estoque	Quantidade e tempo devem ser anotados.
	Entrega via caminhão	Anotar a frequência de entregas.
	Movimento de materiais da produção Empurrado	Material que é produzido e movido frente antes do processo seguinte precisar; geralmente baseado em uma programação.
	Movimento de produtos acabados para o cliente	
	Supermercado	Um estoque controlado de peças que é usado para a programação da produção em um processo anterior.
	Retirada	Puxada de materiais, geralmente de um supermercado.
	Transferência de quantidades controladas de material entre processos em um sequência "primeiro a entrar - primeiro a sair"	Indica um dispositivo para limitar a quantidade e garantir o fluxo de material (FIFO) entre os processos. A quantidade máxima deve ser anotada.

Ícones de Informação	Representa	Notas
	Fluxo de informação manual	Por exemplo: programação da produção ou programação da entrega.
	Fluxo de informação eletrônica	Por exemplo via "Troca eletrônica de dados".
	Informação	Descreve um fluxo de informação.
	Kanban de produção (linhas pontilhadas indicam a rota do kanaban)	O kanban "um por container". Um cartão ou dispositivo que avisa um processo quanto do que pode ser produzido e dá permissão para fazê-lo.
	Kanban de retirada	Um cartão ou dispositivo que instrui o movimentador de material para obter e transferir peças.
	Kanban de sinalização	Kanban "um por lote". Sinaliza quando o ponto de reposição é alcançado e outro lote precisa ser produzido. Usado quando o processo provedor deve produzir em lotes por causa de trocas necessárias.
	Bola da puxada sequenciada	Dá instrução para produzir imediatamente uma quantidade e tipo pré-determinado, geralmente uma unidade. Um sistema puxado para processos de submontagem sem usar um supermercado.
	Posto de kanban	Local onde o kanban é coletado e mantido para transferência.
	Kanban chegando em lotes	
	Nivelamento de carga	Ferramenta para interceptar lotes de kanban e nivelar o seu volume e mix por um período de tempo.
	Programação da produção "vá ver"	Ajuste da programação com base na verificação dos níveis de estoque.

Ícones Gerais	Representa	Notas
	Necessidade de Kaizen	Destaca as melhorias necessárias em processos específicos que são fundamentais para se chegar ao fluxo de valor desejado. Pode ser usada para planejar os workshop kaizen.
	Estoque de segurança ou Pulmão	"Pulmão" ou "estoque de segurança" devem ser anotados.
	Operador	Representa uma pessoa vista de cima.
	Problema de quantidade	