

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

WILLIANS RAPHAEL FRANCELINO

**ANÁLISE DE GARGALOS DE PRODUÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIAS BASEADAS NOS
CONCEITOS DE *LEAN MANUFACTURING***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

WILLIANS RAPHAEL FRANCELINO

**ANÁLISE DE GARGALOS DE PRODUÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIAS
BASEADAS NOS CONCEITOS DE *LEAN MANUFACTURING***

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica da Coordenação de Engenharia Mecânica – COEME – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. Douglas da Costa Ferreira

PATO BRANCO

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE GARGALOS DE PRODUÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIAS BASEADAS NOS CONCEITOS DE *LEAN MANUFACTURING*

WILLIANS RAPHAEL FRANCELINO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 20/06/2018 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

Prof. Dr. Fabio Rodrigo Mandello Rodrigues
(UTFPR)

Prof. Me. Maurício Pegoraro
(UTFPR)

Prof. Dr. Douglas da Costa Ferreira
(UTFPR)
Orientador

Prof. Dr. Paulo Cezar Adamczuk
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, por me ceder sabedoria e determinação para realizar este trabalho.

Aos meus pais que não estão presentes, mas que me ensinaram que o caminho, por mais duro que seja, nos faz forte, e que de onde estiverem, sempre se fizeram presentes nas minhas atitudes. Dedico também a minha irmã, que sempre me apoiou em minhas escolhas e sempre foi minha inspiraç

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por me proporcionar a oportunidade de realização desse trabalho e me iluminar com discernimento e energia para chegar nas etapas finais do curso de graduação. Agradecer também ao professor Douglas da Costa Ferreira, que com todo o seu conhecimento na área me instruiu na execução do estudo.

Aos professores participantes da banca examinadora, que puderam dispor de seu tempo e conhecimento para comigo, e auxiliar com críticas e sugestões construtivas ao trabalho.

A minha família e amigos, que se fizeram presentes e essenciais em todos os momentos da graduação me dando incentivo e acreditando em meu potencial, e com palavras de conforto, sempre me fizeram seguir em frente.

A minha irmã Eliane Francelino e meu sobrinho Bernardo Francelino, que foram os meus principais pilares dentro da graduação nunca me deixando desistir.

“Somos o que fazemos repetidas vezes. Portanto a excelência não é uma questão de ser, é uma questão de hábito. ”
(Aristóteles)

RESUMO

FRANCELINO, Willians Raphael. Análise de gargalos de produção e proposta de melhorias baseadas nos conceitos de *lean manufacturing*. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

Este trabalho de conclusão de curso de graduação aborda o sistema produtivo de uma empresa de eletrodomésticos. O objetivo é identificar os gargalos no sistema produtivo por meio de análise de fluxo, cronoanálise e quantificação de lead time e takt time e após sua identificação, propor soluções para redução ou eliminação desses gargalos baseando-se nos conceitos de *Lean Manufacturing*. Com a aplicação dos conceitos levados em conta, instaurou-se as propostas de melhorias, obtendo-se um aumento produtivo de cerca de 20% em diversos setores da indústria, obtendo também uma indústria mais enxuta e com valores melhor estabelecidos.

Palavras-chave: Gargalo. Lean Manufacturing. Eletrodomésticos. Produtividade.

ABSTRACT

FRANCELINO, Willians Raphael. Analysis of production bottlenecks and improvement proposal using concepts concepts of Lean Manufacturing – Graduation work – Mechanical Engineering, Federal Technological University of Parana. Pato Branco, 2018.

This graduate completion work addresses the productive system of an appliance company. The objective is to identify the bottlenecks in the production system through flow analysis, chronoanalysis and quantification of lead time and takt time and after its identification, propose solutions to reduce or eliminate these bottlenecks based on the concepts of Lean Manufacturing. With the application of the concepts taken into account, proposals for improvements were introduced, resulting in a productive increase of around 20% in several sectors of the industry, also obtaining a leaner industry and with better established values.

Keywords: Bottlenecks. Lean Manufacturing. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EXEMPLO DE CADEIA DE VALORES APLICADO A GESTÃO AMBIENTAL.....	24
FIGURA 2 - ETAPAS DO MFV.....	28
FIGURA 3 - GRÁFICO ANÁLISE DE PRIORIZAÇÃO.....	33
FIGURA 4 - FLUXO DE PRODUTOS.....	38
FIGURA 5 - SIMBOLOGIA MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR.....	42
FIGURA 6 – MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR.....	44
FIGURA 7 - FICHA DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.....	55
FIGURA 8 - ROTEIRO DE PREVENTIVA GABARITOS E DISPOSITIVOS.....	58
FIGURA 9 - CHECKLIST DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE EQUIPAMENTOS.....	59
FIGURA 10 - FICHA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE EQUIPAMENTOS PNEUMÁTICOS.....	62

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - SIGLAS DA CAIXA DE DADOS	43
TABELA 2 - DADOS DE PRODUTIVIDADE LINHA DE MONTAGEM.	53

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - GRÁFICO DE BALANCEAMENTO OPERACIONAL BATERIAS.....	50
GRÁFICO 2 - GRÁFICO DE BALANCEAMENTO OPERACIONAL LINHAS DE MONTAGEM.....	52
GRÁFICO 3 - GRÁFICO PROPOSTA DE BALANCEAMENTO OPERACIONAL DE MONTAGEM DE BATERIAS.....	61
GRÁFICO 4 - GRÁFICO PROPOSTA DE BALANCEAMENTO OPERACIONAL DE LINHA DE MONTAGEM.....	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 CONCEITOS E FERRAMENTAS	16
2.1.2 Conceito de Manufatura Enxuta	16
2.1.3. Os oito desperdícios de produção	20
2.2. PRINCIPIO DE ELIMINAÇÃO DE PERDAS	22
2.2.1 A especificação de valor	23
2.2.2 Cadeia de valores	23
2.2.3 Fluxo de valor	24
2.2.4 Produção puxada	25
2.2.5 Busca pela perfeição	25
2.3 PRINCIPAIS FERRAMENTAS	26
2.3.1 VSM (<i>Value Stream Map</i>): Mapeamento de fluxo de valor	26
2.3.2 O “5 S”	29
2.3.3 <i>Kanban</i>	30
2.3.4 Takt Time	31
2.3.5 Curva de priorização ABC: Análise de Pareto	32
3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)	34
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
4.1. A EMPRESA	36
4.2. PROCESSO ESTUDADO	36

4.3 DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS PARA MAPEAMENTO.....	40
4.4 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL	40
4.5. MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALORES	41
4.5.1 Mapa de Fluxo Atual	43
4.5.2 Oportunidades de melhoria	46
4.5.2.2 Baterias	48
4.5.2.3 Montagem final.....	51
5 PROPOSTAS DE MELHORIA.....	54
5.1 ESTAMPARIA	54
5.2 BATERIAS.....	59
5.3 LINHA DE MONTAGEM.....	62
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os processos de produção, por mais planejados que o sejam, não são perfeitos e precisam de constante revisão para sua adequação. Considerando as variações nos volumes de produção e entrada de novos produtos, por vezes os processos produtivos se tornam obsoletos e precisam de revisão de seu fluxo, melhoria no seu layout e adequação na distribuição das cargas de trabalho entre os postos produtivos.

Uma das falhas mais usuais nos processos produtivos é o surgimento de gargalos, ou seja, processos de produção de acumulam uma grande quantidade de trabalho, limitando a capacidade de toda a linha de produção.

A identificação de gargalos de produção não é tarefa simples, pois exige que sejam verificados os fluxos, o tempo de trabalho dos postos, o volume de produção, o tempo de cada tarefa nos postos de trabalho, a demanda atual e futura e as perdas de produção. Para a identificação dos gargalos de produção usa-se uma ferramenta chamada MFV (Mapeamento de fluxo de valor) que segundo (ROTHER e SHOCK, 2003, p. 3) é toda a ação que agregando valor ou não, necessita para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto. Uma mesma definição por Werkema (2012) diz que o fluxo de valor é constituído por três elementos, o fluxo de materiais, do recebimento dos fornecedores até chegarem aos clientes, incluindo a transformação da matéria prima em produtos acabados e todo o fluxo de informações necessários para direcionar e apoiar estes elementos.

Portanto o fluxo de valor são as atividades necessárias para a transformação da matéria-prima em produto acabado, desde o recebimento do pedido até a sua entrega ao cliente.

JUSTIFICATIVA

Qualquer corporação deve-se ter um sistema de produção robusto e eficiente, para que com os recursos que tem em mãos consiga retirar o melhor desempenho com o mínimo de esforços, e com esse tipo de filosofia, e com este pensamento consolidado, escolheu-se a metodologia do sistema *Lean Manufacturing*,

sistema esse cujo o foco principal é trabalhar na redução de desperdícios. Este sistema envolve mudanças nas práticas de gestão de qualidade, mudanças no sistema produtivo e conscientização de todos os sistemas que ao fim agregam valor ao produto final. Ao término deste trabalho poderá se observar os gargalos produtivos associados a família de produtos escolhida e propor melhorias, possibilitando assim analisar a viabilidade de aplicação em outras linhas da empresa.

Quando se tem como foco uma indústria com capacidade produtiva relativamente alta, e com um grande número de funcionários, a aplicação do sistema enxuto de produção apresenta algumas dificuldades, uma delas, e talvez a principal, são as dificuldades de adequação cultural, acrescentar a consciência aos funcionários da eliminação do desperdício e mudança de hábitos de produção, pode apresentar grandes dificuldades, necessitando também de ferramentas da gestão de pessoas para um desenvolvimento eficaz.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como principal objetivo realizar um estudo de caso aplicado em uma indústria metalmecânica com foco na produção de eletrodomésticos e identificar os gargalos de produção; em seguida propor melhorias para reduzir ou eliminar esses gargalos baseando-se nos conceitos de *Lean Manufacturing*.

1.2.2 Objetivos Específicos

Afim de complementar e melhor explicar o objetivo geral desse trabalho de conclusão de curso de graduação, são apresentados os seguintes objetivos específicos:

- a. Mapeamento do fluxo de produção real e comparação com os dados planejados na fábrica;
- b. Observação crítica de pontos que podem limitar ou reduzir a produtividade;
- c. Cronoanálise aplicada aos postos de trabalho de uma família específica de produtos

- d. Montagem e avaliação do mapeamento de fluxo de valor de um produto analisado;
- e. Identificação de gargalos de produção por meio de análise de dados coletados e analisados anteriormente;
- f. Proposta de melhorias no processo produtivo analisado para a eliminação ou diminuição dos gargalos de produção identificados;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITOS E FERRAMENTAS

A seguir serão apresentados alguns conceitos essenciais aplicados ao desenvolvimento do trabalho em campo e análise dos dados obtidos.

2.1.2 Conceito de Manufatura Enxuta

O Surgimento do conceito de manufatura enxuta se deu no advento da segunda guerra mundial com surgimento no Japão. Após a segunda grande guerra, o Japão dispunha de recursos limitados para o desenvolvimento de uma nova produção em massa, porém tinha a necessidade de acompanhar o desenvolvimento dos outros sistemas de produção que estavam em ascensão em um mesmo momento, sistemas implantados por Henry Ford e General Motors. Além dos problemas enfrentados pelo Japão pós-guerra, alguns dos motivos que levaram o desenvolvimento deste novo sistema de produção foram os desafios impostos pelo país, como: posição geográfica limitada, mercado interno lesionado e com alta demanda de diversos produtos essenciais, caracterizando a venda de automóveis como não prioridade no momento, mão-de-obra organizada, dentre outros.

Tendo em vista o cenário atual, viu-se a necessidade da criação de um novo sistema gerencial que pudesse otimizar os recursos em questão, a mão de obra disponível e as necessidades de mercado, surgindo então dentro da Toyota o conceito de manufatura enxuta, estruturado por Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota. O novo processo de gestão tinha como principais pilares conceituais a flexibilidade do processo, afim de ampliar suas capacidades produtivas de maneira a recuperar a

economia fragilizada, e qualidade, com o intuito de tomar parte do mercado que era dominada por outras montadoras a nível mundial.

Em pouco tempo o conceito da manufatura enxuta tomou grandes proporções por ter alta eficácia na otimização de recursos e redução de desperdícios, a filosofia em questão tem como definição segundo Womack e Jones (1998), é um sistema que deve conferir ao seu colaborador o maior número de funções e responsabilidades que possam agregar valores ao produto final e posteriormente o acoplamento de um sistema de solução de problemas, capaz de identificar, e atuar na causa raiz do mesmo, afim de eliminar qualquer resquício do problemas e evitar que o mesmo aconteça novamente.

O conceito de manufatura enxuta segundo Ohno (1988) é a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários com o fim de redução de custos de produção. Sendo assim uma produção ideal é aquela que produz apenas o necessário no momento necessário e na quantidade solicitada. Este conceito trata-se da busca da tecnologia de produção que utilize da menor quantidade de equipamentos e menor esforço de mão-de-obra para produzir os bens necessários sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, tratando como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requeridos pelo cliente, sendo assim deve-se eliminar todo o desperdício através da concentração dos esforços na administração, pesquisa e desenvolvimento da produção, e distribuição de todos os departamentos da companhia.

A combinação de técnicas gerenciais com a melhor utilização possível das máquinas afim de produzir mais gastando menos recursos é tratada como base da produção enxuta, este tipo de produção se diferencia tanto da produção artesanal quanto da produção em massa. Numa produção artesanal tem-se do colaborador alto nível de conhecimento e do domínio de ferramentas específicas, sendo que os produtos fabricados são diretamente construídos de acordo com a solicitação dos clientes, e produzidos em unidades separadas, diferindo-se da produção em massa, onde os trabalhadores não tem o mesmo nível de qualificação de uma produção artesanal, sendo que o mesmo necessita apenas do conhecimento para realizar a sua tarefa específica, a os produtos produzidos obedecem um padrão e em grandes quantidades. Neste tipo de produção, o tempo ocioso precisa ser evitado, pois o maquinário em questão tem um alto custo, o gerente da produção então estabelece

uma quantidade a ser produzida além da demanda, quantidade esta que é chamada de estoque, que serve principalmente caso ocorra eventuais manutenções em maquinários onde a produção pode ser pausada, este método favorece o cliente em relação a custos, como o produto final é produzido em grandes quantidades, o preço final do produto tem uma ligeira redução, porém, isso implica ao cliente aceitar o que é vendido no mercado, diminuindo assim a diversidade nas compras, ele pode comprar o que é produzido em massa, do contrário, terá que pagar um valor mais alto por um produto artesanal.

O conceito de produção enxuta engloba conceitos de uma produção artesanal e de produção em massa, agregando o baixo custo de uma alta produção e a flexibilidade na escolha de uma produção artesanal, para a realização de tal trabalho, este tipo de sistema agrega colaboradores com diversas habilidades em locais específicos da produção, agregados ao uso da tecnologia das máquinas, sendo assim possibilitando ao produto final uma maior diversidade, favorecendo assim o consumidor.

Para o perfeito funcionamento destes conceitos de manufatura enxuta, conta-se com algumas ferramentas no processo de produção, com a ideia de melhoria contínua introduz-se o conceito de *Kaizen*, pelos japoneses considerada a chave para o sucesso da aplicação da metodologia, o conceito da melhoria contínua é estendido a todas as etapas do processo de produção, sendo desde ao setor administrativo, passando pela produção e chegando ao setor de logística. Para o funcionamento perfeito do sistema de produção enxuta, os japoneses acreditam que o conceito de melhoria contínua deve ser implantado culturalmente dentro das organizações, encorajando trabalhadores a observarem pontos críticos em seus postos e sugerirem mudanças e aperfeiçoamentos constantes, podendo essas sugestões serem organizadas por reuniões, benchmarking ou encontros com os *Lean Leaders*.

A Produção enxuta é caracterizada então por um sistema com processos otimizados e com melhorias contínuas estabelecidas constantemente, buscando sempre evitar desperdícios quaisquer que sejam. Os objetivos principais dentro deste tipo de produção são:

- Custos de produção reduzidos: é o objetivo mais obvio quando tratamos da manufatura enxuta, todo e qualquer tipo de desperdício realizado em um processo produtivo é tratado de forma a ser

exterminada, acarretando assim na redução dos custos de processo total.

- Compromisso com clientes e fornecedores: A união entre clientes e fornecedores permite que se tenha uma produção de forma mais organizada e com metas bem estabelecidas, devem se planejar para manter os mesmos objetivos, afim de alinhar planos de entrega, níveis de qualidade, linhas de produção e margens de lucro.
- Produção puxada: Um dos pilares da execução da manufatura enxuta é a produção puxada, a organização da produção é voltada aos pedidos dos clientes, a produção além do que a demanda dita, é tratada como desnecessária e como desperdício.
- Processos adaptáveis: a flexibilidade de processos é a capacidade de adaptar-se ao fluxo de mercado rapidamente, mostrando assim também a extrema importância de boas relações com fornecedores, para que se tenha acesso a matéria prima de maneira rápida, e com clientes, para atentar-se a mudança abruptas de mercado.
- Qualidade: Tratada como um dos pilares principais da produção enxuta, a qualidade está relacionada não apenas ao produto final, mas em todas as etapas do processo de produção, cada etapa do processo deve entregar o seu trabalho com a melhor qualidade possível, e para que isso aconteça de forma correta, a consciência da manufatura enxuta deve ser instaurada em uma organização de forma completa, através de treinamentos e responsabilidade da qualidade no trabalho

Esses objetivos são estabelecidos com a visão de maximizar a capacidade produtiva de uma organização, de forma com que ela possa competir no cenário globalizado, juntamente com estes objetivos, o estabelecimento de metas também se faz necessário, algumas dessas metas são: zero defeitos, *lead time* de processo reduzido, estoque zero, menor movimentação possível e defeitos zero.

Desta forma, a principal intenção do Sistema produtivo idealizado pela Toyota é a busca incessante pela eliminação de qualquer tipo de perda. Dentro do sistema trabalhado conhece-se como o “princípio do não-custo”. Dentro da economia clássica, segundo Petronio e Laugeni (2003), o preço aplicado aos produtos é estabelecido pela seguinte fórmula ($\text{Preço} = \text{Custo} + \text{Lucro}$). Portanto, segundo a metodologia de Toyoda, o preço é determinado pelo mercado, de forma a tornar-se mais aceitável pelo mercado, portanto a formulação passa a ser ($\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$). Portanto, segundo a formulação da manufatura enxuta, a única maneira de se aumentar o lucro, é reduzindo os custos de produção.

E para que o sistema funcione de forma a maximizar o lucro, existem algumas etapas de processo e algumas ferramentas que podem ser aplicadas que farão o papel de fiscalização e implementação das técnicas como o MFV (Mapeamento de Fluxo de Valor, *Kanban*, Arranjo de *Layout Celular*, *Brown Paper*, entre outros.

2.1.3. Os oito desperdícios de produção

Os Fundamentos do modelo Toyota de produção segundo Liker e Meier (2007), estão embasados na meta de identificar e eliminar desperdícios em todas as possíveis etapas de trabalho. Ohno (1997), declara que desperdício é tudo aquilo que não agrega valor ao produto final no ponto de vista do cliente, ou seja, assimila custos ao produto sem agregar valores finais benéficos.

Da mesma maneira Ohno (1988) identificou e classificou sete desperdícios encontrados na produção, e posteriormente Liker e Meier (2007) assimilou um oitavo desperdício significativo, que é o de não usar a capacidade total produtiva dos colaboradores, então de acordo com esses autores a seguir temos a caracterização dos oito desperdícios em questão:

- Perda por superprodução: A perda por superprodução é caracterizada por toda e qualquer produção que é além do volume programado (sobrando), ou por antecipação de demanda, gerando assim estoque ao aguardar a próxima etapa da produção ou a demanda para ser consumido. Este tipo de perda é muito difícil de ser eliminada e acarreta em outros inúmeros desperdícios, como área para a estocagem, deterioração do produto, custos de energia

para a estocagem, manutenção de equipamentos relacionados, manutenção de mão-de-obra para a fiscalização da matéria estocada. Desta maneira a filosofia enxuta sugere que se produza somente o que é necessário, reduzindo o tempo de setup e com a sincronia da produção com a demanda.

- Espera: É o tipo de perda que está relacionada ao tempo em que se gasta não realizando nenhum tipo de processo que esteja relacionado ao processo produtivo, podem se tratar como espera três principais pilares: quando ocorre a falta, ou atraso da matéria prima e o lote todo fica ocioso aguardando a regularização, este é chamado de espera no processo, quando há a junção de várias linhas do processo e se depende de outros processos para avançar, este é chamado de espera de lote; e do operador, quando o operador responsável pelo desenvolvimento do processo de produção está ocioso.

Existem ferramentas para a eliminação deste tipo de perda, como o *Kanban*, que realiza a sincronização dos processos de produção, eliminando a espera por lote.

- Transporte: A Logística, seja dentro da planta ou fora da planta é encarada como desperdício de tempo e de recursos, movimentações desnecessárias devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico ideal, que traga de forma simples e facilitada acesso a todos os processos necessários para seguir a produção, além disso, entregas realizadas nas ordens corretas de introdução na linha e diretamente no local a serem usadas, representam uma redução de custo significativa.
- Perda por processamento: A realização de tarefas desnecessárias para o processamento de peças, bem como o processamento ineficiente de peças devido à má qualidade da matéria prima representam alguns exemplos de perdas por processamento, produtos.
- Perda por movimentação nas operações: A diferença entre trabalho e movimento caracteriza este tipo de perda, movimentos desnecessários como a procura de peças em bancadas, são

tratados como desperdícios, por isso a distribuição adequada de ferramentas, a formulação do layout de forma facilitada, ajuda a eliminação ou redução deste tipo de desperdício, podem ser eliminadas também com a mecanização de operações, sendo estas aplicadas apenas quando esgotadas as possibilidades de melhorias na movimentação do operário.

- Perda por retrabalho: relacionada diretamente com a qualidade de matéria prima e qualidade de produção, esta perda se caracteriza por toda e qualquer produção fora dos padrões de qualidade estabelecidos pelo sistema, a produção de produtos defeituosos é sinônimo de retrabalho e conseqüentemente de desperdício, seja de mão de obra, horas de equipamentos ou mão de obra de operários, de qualquer maneira envolve desperdícios. Técnicas de fiscalização de qualidade em linhas de produção são aplicadas para a redução deste tipo de perda, buscando atuar na raiz do problema e perpetuar a qualidade para toda a linha produtiva.
- Perda por estoque: Toda perda por armazenamento, seja ele de matéria prima, material para processamento ou produtos acabados. Produtos estocados representam recurso financeiro aprisionado no sistema, desperdiçando investimento e espaço.
O combate ao desperdício por estocagem deve ser feito através da eliminação das causas geradoras de estoque, fazendo-se desnecessário a necessidade de estocagem, uma das soluções é a relação estreita entre fornecedores e clientes, possibilitando uma previsão de demanda e um fornecimento de matéria-prima para processo rapidamente se necessário.

2.2. PRINCIPIO DE ELIMINAÇÃO DE PERDAS

Ao tratar-se da manufatura enxuta, existem cinco princípios principais que são defendidos como fundamentais para o seu desenvolvimento, pensamentos estes que norteiam o desenvolvimento e aplicação dos conceitos do *Lean manufacturing* dentro de organizações que queiram instaurar em seu meio.

Se faz necessária a introdução do contexto de “valor agregado” para o discorrer deste trabalho. O valor real de um produto, processo ou sistema é o que torna o produto aceitável ou não pelo cliente, ou seja, é o índice final do valor econômico. Portanto quanto mais próximo do valor real o produto for, mais concorrente ao mercado ele se torna, assim o que agrega valor real ao produto é o processo produtivo que vem por trás do produto específico. A organização deve fornecer aos clientes produtos com valores a partir das perspectivas dos clientes, e não das perspectivas da organização, pois o mercado se moldou para atender as necessidades dos clientes, e não as necessidades da indústria.

Womack e Jones (1998) definem de forma clara e precisa cinco princípios que regem os pensamentos enxutos, e que oferecem a gestão de processos uma base sólida.

2.2.1 A especificação de valor

A definição de valor é onde se inicia qualquer processo que tenha como mentalidade o processo enxuto. Um produto deve ser valorado de acordo com o cliente final, e não pelos interesses da empresa. E para que um produto possa ser valorado de forma correta, ele deve se compreender nas exigências dos consumidores, com um preço justo e com entregar adequada, sendo assim atendendo todas as necessidades do consumidor. Quaisquer características que não se enquadrem nas necessidades da demanda, representam um desperdício e a busca de soluções para saná-lo, portando a especificação de valores do produto deve ser realizada levando em conta apenas os processos que atribuem valor real ao produto.

2.2.2 Cadeia de valores

Segundo Porter (1985) uma cadeia de valor representa o conjunto de atividades desempenhadas por uma organização desde a relação com fornecedores e ciclos de produção, até o produto final, vendido e distribuído aos seus clientes e essa cadeia de valor é formada por algumas atividades:

- Atividades primárias: É possível identificar cinco principais atividades primárias em qualquer indústria, são elas: Logística interna, Operações, Logística externa, Marketing e Vendas.

- Atividades de Apoio: assim como as atividades primárias, estas podem ser divididas em uma série de atividades de valor distinto, no entanto elas são classificadas em quatro principais categorias: Aquisição, desenvolvimento de Tecnologia, Gerência de Recursos humanos e Infraestrutura.

Podemos observar uma exemplificação da cadeia de valores segunda em uma empresa ambiental segundo a seguir:

Figura 1 - Exemplo de Cadeia de valores aplicado a gestão ambiental.



Fonte: Adaptado de Epstein e Roy (1998).

Assim desta maneira, a identificação da cadeia de valores consiste em mapear o conjunto de todas as atividades envolvidas no processo. Podendo assim segrega-los em três categorias: os que efetivamente agregam valores, os que não geram valor, porém são importantes e os que não geram valores, devendo este ser eliminado do processo.

2.2.3 Fluxo de valor

Em “A Mentalidade Enxuta das Empresas” Womack e Jones (1998) disseram “uma vez que, para determinado produto o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor mapeado, as etapas que não agregam valores

eliminados, é fundamental que o valor em processo flua, suave e continuamente, dentro de três tarefas gerenciais críticas: Solução de problemas, gerenciamento da informação e transformação física”.

Portanto, depois de aplicados os princípios anteriormente citados e realizado o mapeamento de fluxo de valores, o próximo passo para a aplicação do pensamento enxuto é fazer com que o fluxo estabelecido pelos outros métodos flua de forma harmônica até a chegada do produto pronto ao cliente, atuando em setores administrativos e de logística para que tudo contribua para a entrega ao cliente, e que se “crie” valor ao consumidor.

2.2.4 Produção puxada

De acordo com Womack e Jones (1998), a fabricação de qualquer produto dentro de uma indústria deve estar relacionada a demanda, a produção desenfreada sem a solicitação do mercado é considerado um desperdício, visa a não acumulação de estoque e de problemas logísticos, facilitando assim o desenvolvimento de estratégias de produção, sendo que os meios de produção têm maior controle. Para que a produção puxada seja desempenhada de maneira correta, ressalta-se a importância de estreitar relacionamento entre fornecedores e clientes, para que se possa ter uma previsão de mercado em relação aos clientes e acesso facilitado a matéria prima em relação aos fornecedores.

2.2.5 Busca pela perfeição

A busca pela perfeição deve ser estabelecida dentro dos meios de produção, objetivo a ser alcançado incessantemente por todos os colaboradores, usando os princípios acima citados, e estreitando relação fornecedores clientes, para que isso aconteça de forma ideal. O desenvolvimento de um trabalho sólido na busca pela perfeição conta com a adesão de todos os colaboradores de uma organização, desde o setor administrativo até o setor de entregas, portanto, deve-se usar conceitos de gestão de pessoas para a conscientização de operários, e aplicação de treinamentos específicos para que esta cultura se estabeleça na organização.

Com os princípios aplicados de forma sólida e em pleno funcionamento, novos desperdícios serão identificados e novamente poderá se aplicar os conceitos da busca pela perfeição, e assim continuamente, este ciclo trata-se de um processo de melhoria contínua, e para a sua melhor aplicação podemos contar com ferramentas que tratam sobre este conceito, como *Kaisen*, ciclo PDCA entre outras.

Tendo em foco os conceitos descritos acima, observa-se que a aplicação do conceito de manufatura enxuta envolve a valoração correta para o produto final, envolvendo todos os processos e todas as etapas de desenvolvimento, focando sempre na melhoria contínua e eliminação de atividades não valoráveis, sempre com a produção puxada pelos clientes.

2.3 PRINCIPAIS FERRAMENTAS

Para que o conceito de manufatura enxuta possa seguir para a próxima etapa, que é a etapa de aplicação, é necessário usar de algumas ferramentas que auxiliaram na obtenção dos resultados. Essas ferramentas são recursos aplicados com base nos conceitos e definições que facilitam a aplicação da teoria, que dizem como seguir os princípios.

As ferramentas de maior importância serão descritas a seguir, de acordo com literaturas e pesquisas:

2.3.1 VSM (*Value Stream Map*): Mapeamento de fluxo de valor

Tratada como uma ferramenta inicial para a aplicação do conceito de manufatura enxuta, o mapeamento de fluxo de valor é essencial e se baseia em uma técnica da metodologia da Análise da linha de valor.

O Mapeamento de fluxo de valor consiste na identificação de todas as atividades que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente ao produto, tem-se como fluxo de valor o conjunto de atividades que vão desde a chegada da matéria prima e disponibilização dela para o processo produtivo, até ao processo logístico que realiza a entrega do produto acabado ao cliente. É um processo de análise e obtenção de dados desenvolvendo um mapa de processos onde posteriormente poderá identificar

locais onde se tem processos inadequados e servirá de base para a aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing*, ou seja, a identificação de possíveis gargalos de produção e problemas acometidos será inicialmente detectada pelo Mapeamento de fluxo de valores.

Segundo Jones e Womack (2004), o mapeamento de fluxo de valor é o simples fato de observar diretamente o fluxo de informações e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo elas visualmente e vislumbrando um estado futuro com um melhor desempenho.

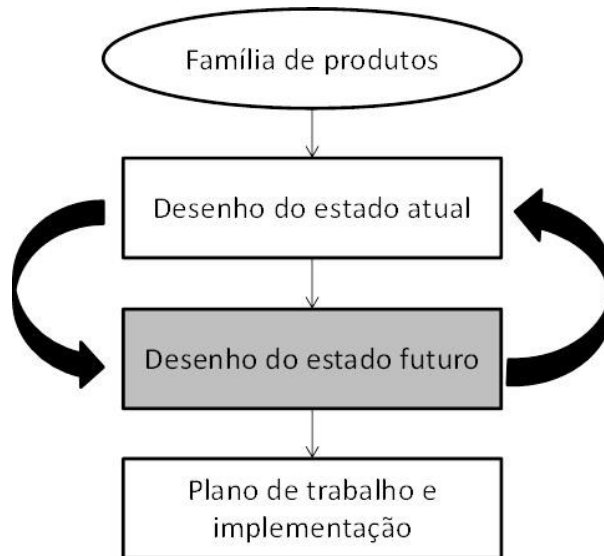
O objetivo do MFV de acordo com Rother e Shook (2003) é trabalhar como uma ferramenta que surgiu para preencher os princípios e objetivos do *Lean*, pois tem como o objetivo iniciar a implantação da produção enxuta em todo o processo produtivo, em todo o produto e tudo que o relaciona.

De acordo com Wesrkema (2012), o *Value Stream Mapping*, é uma ferramenta que usa alguns ícones para documentar e apresentar de uma forma visual mais dinâmica a sequência e movimentação de informações, materiais e ações que fazem parte do fluxo de valor de uma empresa.

O MFV apresenta uma série de vantagens que mostra que é uma ferramenta essencial a produção enxuta, entre elas estão:

- Proporciona uma visão externa de todo o sistema, diferente de enxergar apenas processos individualizados.
- Auxilia na descoberta de gargalos de produção, e também nas fontes causadoras dos problemas
- Linguagem simples e dinâmica.
- Trabalha como base para a elaboração de planos de ação de melhorias, mostrando a maneira correta de operação do início ao fim.
- Mostra todo o fluxo de informações e de materiais relacionados ao processo
- Como trata-se de uma ferramenta qualitativa, onde é descrito sucintamente os detalhes de cada ação, após posteriores ações podemos usar destes dados para comparação e obtenção de resultados.

Para a correta elaboração do MFV, deve-se seguir uma série de etapas de acordo com a imagem a seguir:

Figura 2- Etapas do MFV.

Fonte: Rother e Shook, 2003, p.9.

A seleção de uma família de produtos, é o passo inicial para o desenvolvimento de um MFV ideal, clientes não querem um todos os produtos, então para realizarmos o MFV deve-se ter foco. Esta família de produtos pode ser selecionada de acordo com processos semelhantes em que eles passam, o uso comum de equipamentos, entre outros.

Com a função de fiscalizar o Mapa de fluxo de valor, é necessário a obtenção de um gerente de fluxo de valor, que se torna responsável por analisar e entender o fluxo de valor de uma família de produtos, ele também será responsabilizado pela construção do mapa atual da empresa e do mapa futuro, analisando resultados e passando para seu grupo de pessoas os resultados analisados, afim de implantar a cultura de melhoria contínua nos colaboradores.

Posterior a elaboração do mapa de fluxo de valor, deve-se elaborar o plano de ação pela equipe, onde estará descrito todas as ações a serem tomadas e justificativas do porque elas devem ser tomadas, colocando também os resultados a serem esperados, visando melhorar para o estado futuro, e posterior as ações de melhoras recomenda-se a execução de um novo MFV, trabalhando assim com a metodologia de melhoria contínua.

2.3.2 O “5 S”

Outra ferramenta muito utilizada se tratando de sistemas de qualidade é o chamado 5S. Surgido no Japão pós-guerra, ele tomou forma com a intenção de reconstrução do país ele buscava métodos de eliminação de falhas. Foi trazido ao Brasil e até hoje é usado como ferramenta de qualidade.

Essa ferramenta tem como principais objetivos: melhorar produtos e serviços; melhorar ambiente de trabalho e atendimento aos clientes; melhorar a qualidade de trabalho de funcionários; educar para a simplicidade de atos e ações; melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis; otimizar o espaço físico; reduzir e prevenir acidentes; melhorar as relações humanas. Tomando como padrão a manufatura enxuta, podemos observar que os objetivos do 5S tem basicamente os mesmos princípios, portanto amplamente utilizada neste sistema.

A nomenclatura de “5S” originou-se de algumas palavras em japonês que tem significados interessantes, que serão apresentados em seguida:

- *Seiri* – Senso de utilização: É a consciência em saber o que é preciso reduzir e eliminar e o que é essencial para o processo produtivo. Para o pleno funcionamento, deve-se apenas manter o que é de importância para o funcionamento, utilizando o menor número de máquinas e equipamentos, e as utilizando em sua capacidade de operação, máquinas que trabalham com muitas folgas também são consideradas como desperdício, recomendando a eliminação total de inutilidades.
- *Seiton* – Senso de ordem: Consiste em colocar cada coisa em seu lugar e organizado e de fácil acesso. De acordo com a tarefa utilizada, deve-se definir onde cada coisa será guardada e como ela será guardada, visando a diminuição de movimentos desnecessários e reduzindo o tempo de procura por ferramentas. A padronização por cores também é um recurso que pode ser utilizado nesta etapa, buscando sempre facilitar visualmente o acesso e diminuir o tempo de procura.
- *Seisou* – Senso de Limpeza: Sujeira, Lixo, Equipamentos obsoletos entre outras coisas inúteis devem ser eliminadas e uma faxina geral aplicada ao local, deixando o ambiente mais limpo e organizado,

problemas se tornam mais evidente e mais fáceis de identificar, e com o ambiente sempre limpo, se torna mais fácil a aplicação de hábitos de limpeza aos colaboradores.

- *Seiketsu* – Senso de Saúde: A melhora de condições visuais, a melhora na limpeza no ambiente de trabalho, a eliminação de movimentos desnecessários são também medidas de manutenção de saúde, ambientes mais organizados e mais limpos tendem a ter menos acidentes relacionados ao trabalho, além de proporcionar um ambiente harmonioso e agradável de trabalho, a aplicação desta cultura aos funcionários é essencial, incentivando sempre através de campanhas e medidas protetivas, influenciando posteriormente também na qualidade do produto final.
- *Shitsuke* – Senso de Autodisciplina: É uma ferramenta que trabalha como fiscalização a todas as outras, o ato de se policiar para a pratica de todas as medidas anteriores. Necessitando de inspeções periódicas para estabelecer a cultura e manter permanente um local de trabalho seguro, limpo e que faça bem aos colaboradores, para que não sejam aplicados apenas na organização, mas na vida dos funcionários como um todo.

Os conceitos apresentados acima se tornam de extrema importância em uma empresa uma vez que é de obrigação dos superiores proporcionar aos seus operários um ambiente de trabalho ideal e que não traga malefícios, além de proporcionar ao seu produto final uma maior qualidade e satisfação a seus clientes.

2.3.3 Kanban

Criado de maneira inusitada por Taiichi Ohno, ao realizar visitas aos mercados percebeu que os clientes pegavam o que era necessário, nos momentos necessários e a quantia que necessitavam, e desta ideia ele visualizou um processo de produção em funcionamento, sendo que o supermercado é o início do processo, as organizações, e os clientes são o fim do processo, sendo os produtos o resultado da produção, e a quantia de produtos retirados das prateleiras representava exatamente a quantia de produtos a serem repostos posteriormente. Da mesma

maneira Ohno trata o *Kanban* como um pedaço de papel que contém três categorias de informações: Informação de coleta; informação de transferência e informação de produção (OHNO, 1998).

De acordo com Wekerma (2012), o *kanban* é um dispositivo que coordena a produção nos momentos de retirada de itens do sistema puxado, sistema para controle de fluxo de materiais. E segundo esses autores, existem três tipos de *kanban*:

- *Kanban* de produção: Informa ao processo anterior (fornecedor), qual é o tipo e a quantidade de produtos a serem fabricados, tendo em vista a quantidade de produtos utilizados no processo anterior.
- *Kanban* de sinalização: Trabalhando por meio de lotes, ele sinaliza ao fornecedor que fabrique um novo lote quando a quantidade mínima do produto, que é preestabelecida, é alcançada. Nesta informação haverá números e descrições do componente, do processo e dos materiais necessários para a fabricação
- *Kanban* de retirada: Indicará a quantidade de produto a ser movimentado e transferido para o próximo processo, conterá as informações do lugar onde deve ser retirado e local onde deve ser encaminhado.

O sistema de funcionamento do *kanban* é por cartões, e nele deve conter informações do quanto, quando e como produzir, informações de transporte e de armazenamento também. Um sistema *kanban* eficiente apresenta em harmonia e sincronia a produção, ou seja, facilita o fluxo de valor e facilita que a produção forneça o que é necessário e quando é necessário, tem como vantagem a eliminação de estoque excessivos, excessos de produção e as esperar por produtos, levando ao fim de sua aplicação um aumento no grau de valores agregados no produto, atuando como uma alavanca para melhorias constantes.

2.3.4 Takt Time

De acordo com Rother e Harris (2002), o *takt time* é o número de referência utilizado para auxiliar o sincronismo entre a taxa de produção e a taxa de demanda, ele atua no processo de produção puxada, ditando o ritmo de produção, mostrando a

velocidade necessária para atender à solicitação de produtos pelos clientes, esse ritmo de trabalho pode ser descrito pela fórmula:

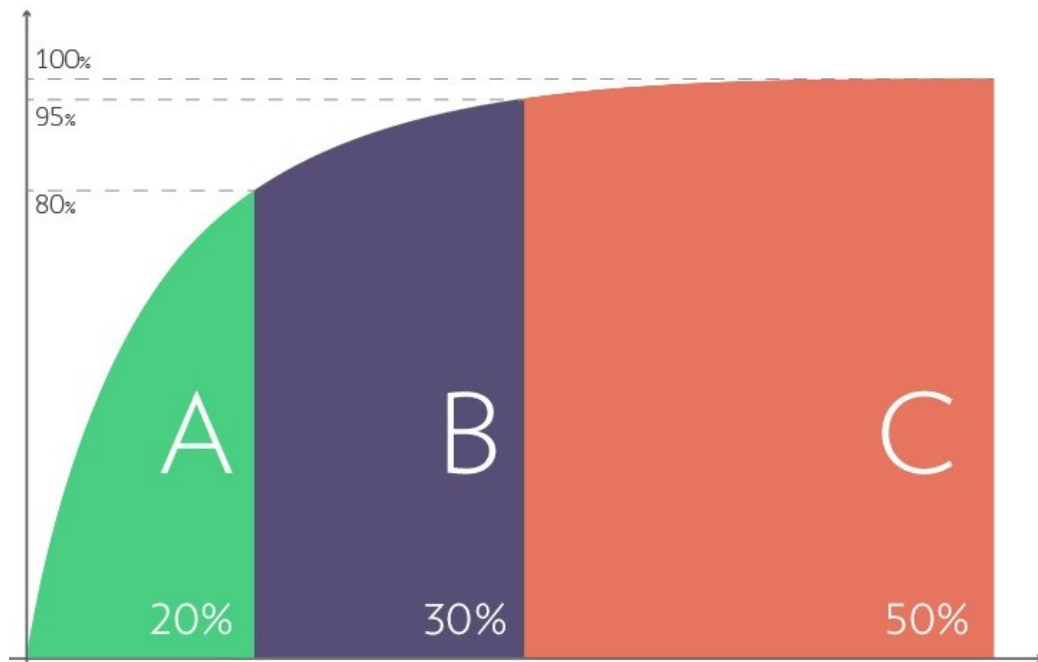
$$Takt\ time = \frac{Tempo\ de\ trabalho\ disponível\ (turno)}{Demanda\ por\ turno}$$

Serve também como número de referência para dar noção do tempo máximo que cada processo deve exercer para que se tenha uma otimização do processo produtivo.

2.3.5 Curva de priorização ABC: Análise de Pareto

Dentro de um estoque, a curva ABC serve para classificar os materiais prioritários, ou seja, materiais que precisam de maior atenção pela organização. Desta maneira Peinado e Graeml (2007), mostram que dentro de um estoque gerido por uma indústria nem todos os produtos tem a mesma prioridade, como em um frigorífico, as carnes que chegam primeiro, tem prioridade para serem retiradas e comercializadas. A classificação funciona da seguinte maneira, produtos de alta importância são classificados com a letra “A”, sendo de importância alta classificados pela letra “B” e itens com importância relevante com a letra “C”, requerendo uma menor atenção.

Produtos “A” representam a minoria dos produtos em estoque, porém são produtos que tem maior valor agregado a eles, representando a maioria do poder monetário estocado. O produto B tem quantidade média em estoque, e representa o poder monetário estocado menor em relação ao “A”. E produtos classificados com “C” representam a maioria dos produtos estocados e produtos com menores valores agregados. A figura a seguir representa graficamente a quantidade de itens e sua representação de valor agregado.

Figura 3 - Gráfico análise de priorização.

Fonte: Reconstituído de Slack *et al*, 2002.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), este tipo de classificação pode ser usado para qualquer tipo de listagem de produtos, não sendo apenas limitada a estoques em geral, como exemplo em mercados e lojas de roupas, portanto esta ferramenta se torna bastante importante para a análise do fluxo de mercadorias existente em uma organização.

3 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

O desenvolvimento deste documento é tratado como uma pesquisa descritiva na forma de um estudo de caso que terá como objetivo a descrição de algumas características de determinado sistema produtivo, determinada população e posteriormente estabelecer relações entre os dados obtidos e os dados catalogados em literaturas, esta obtenção de dados será realizada através de ferramentas de análise estatística aplicadas ao sistema de produção enxuta. Posteriormente após a obtenção dos dados, será elaborado um plano de ação, que deve conter ferramentas as serem utilizadas, executar o plano de ação, observando o desenvolvimento do aplicado e buscando resultados satisfatórios.

Na primeira etapa foi realizado uma pesquisa para a obtenção de embasamento teórico e realização da revisão bibliográfica sobre o tema, buscando em livros, artigos, sites especializados e dissertações passadas informações relevantes e que pudessem contribuir para o desenvolvimento do trabalho.

Após a realização deste, a próxima etapa é a aplicação das teorias obtidas, portando deve-se levantar dados sobre a empresa onde será aplicada, observando maneiras de produção, cultura da empresa, cultura e valores de funcionários, afim de traçar uma estratégia de como agir, de acordo com o esperado na empresa.

Portanto para iniciar a parte de pesquisa deve-se realizar as seguintes etapas:

- Observação de documentos da empresa que revelem o tamanho da produção e sua rentabilidade para a empresa, afim de fazer a priorização de produtos mais importantes e sua separação em famílias.
- Buscar uma maior compreensão dos processos envolvidos, desde a chegada de matéria-prima para a produção até a logística de entrega de produto ao cliente, mostrando parte da valoração dos produtos.
- Por meio de observação, analisar como ocorre o fluxo de pessoas, materiais e informações referentes a família de produtos escolhidos para estudo, bem como tempo de estoque e rotação do estoque.

Portanto, após estas análises observatórios o estudo seguirá de acordo com métodos descritos no referencial teórico, da seguinte maneira:

- Escolha de uma família de produtos a ser analisada, afim de buscar gargalos de produção.
- Realização de coleta de dados e análise de *lead time* de processo.
- Realização do Mapa de fluxo de valor atual da empresa.
- Observação de metas futuras a serem alcançadas e possíveis melhorias a serem aplicadas.
- Elaboração do plano de implantação de melhorias, traçando estratégias, desenvolvendo equipes treinadas para a execução e descrevendo as ferramentas e ações a serem tomadas.
- Aplicação de ferramentas escolhidas, buscando melhorias contínuas de processo e observando sempre a meta estabelecida.
- Observação do andamento dos resultados e elaborando ações de acordo com os resultados para alcançar o estado futuro estabelecido.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O capítulo a seguir apresenta a empresa onde aplicou-se o estudo de caso bem como os métodos de aplicação e análise do Mapeamento de fluxo de valor aplicado bem como avaliação das propostas de melhorias seguindo a metodologia *Lean Manufacturing*.

4.1. A EMPRESA

A empresa em questão é uma indústria de eletrodomésticos totalmente brasileira e de grande porte, com mais de 67 anos de tradição. Hoje a empresa conta com cerca de 1400 funcionários no quadro direto, e cerca de 2000 funcionários em seu quadro direto e indireto, conta com uma produção anual de cerca de 1,6mi de eletrodomésticos ano, a colocando em uma das maiores fabricantes do Brasil.

Atende também parte do mercado exterior, com exportações para a América do Sul e parte da África, com produtos personalizados e adaptados as diferentes culturas, preservando sempre a tradição familiar de cozinhar.

4.2. PROCESSO ESTUDADO

O processo de fabricação dentro da empresa analisada tem seu início na compra de matéria prima diretamente dos fornecedores, dentre a matéria prima necessária incluem-se tanto bobinas de aço carbono, bobinas de aço galvanizado, que servem de matéria prima para a estamparia e posteriormente pintura, quanto a compra de materiais já processados, como pés, puxadores, manípulos, entre outros.

A programação da empresa em questão é elaborada mensalmente, através da carta de vendas que são repassadas ao setor de planejamento diretamente através de representantes e clientes, dando assim início a todo o processo interno, sendo usado para todo o planejamento de compra de matérias primas, distribuição de produção entre os produtos produzidos dentro da indústria, dentro desses pedidos são inclusos quantidades, modelos, cores entre outras, todas as informações necessárias para que se possa iniciar a programação de produção.

Após o desenvolvimento do plano de produção mensal, através do sistema SAP, as informações de demandas são repassadas ao setor de suprimentos, que faz

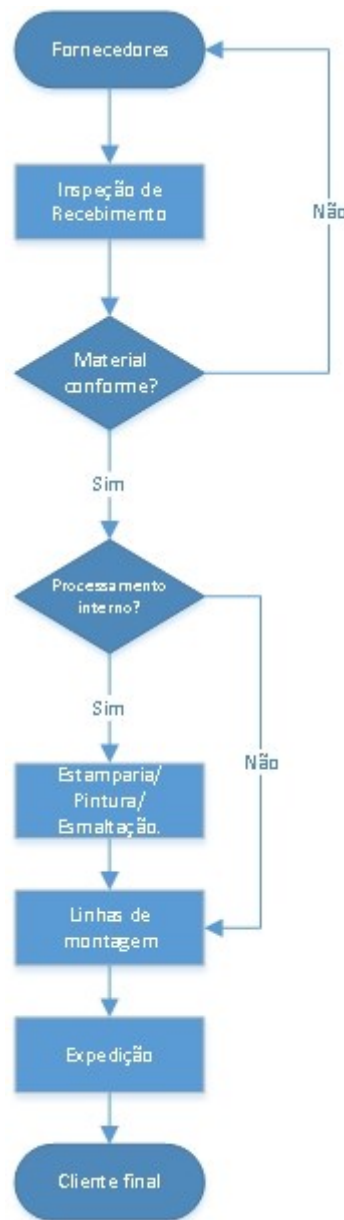
todo o processo de compra, desenvolvimento de novos fornecedores, desenvolvimento de ranges de compra entre outros, e através deste setor inicia-se o processo interno de produção.

A empresa tem uma série de produtos, cada um focado a um tipo de mercado, abrangendo desde a linha inferior de produtos, com foco em famílias pequenas e estudantes até a linha mais alta, que incluem um público com um gosto mais refinado, que buscam elegância e produtos planejados para a sua cozinha. Apesar da grande abrangência de público, o carro chefe da empresa são os produtos da linha baixa, focando os seus maiores consumidores no norte e nordeste do Brasil. Devido a esses dados, o foco do trabalho foi a linha de produtos mais baixa.

A empresa conta com documentos técnicos que especificam os limites dos produtos, como vazão de injetores, vazão de válvulas, tubulações de condução de gás, entre outras, o que ajuda na garantia de entrega de produtos uniformes e de mesma qualidade aos seus clientes, levando em consideração um dos pilares do desenvolvimento enxuto, a padronização de processos, visando a uniformidade e constância de produção.

O estoque da empresa, assim como diversos outros setores são controlados por um sistema integrado de gestão empresarial chamado SAP, é uma ferramenta de ERP (Enterprise Resource Planning), sistema esse que integra todos os dados e processos envolvidos dentro da empresa, focando todos os dados em uma única plataforma, podendo ser acessado de diversos setores e atribuído funções diretamente aos setores envolvidos, sistema esse que facilita a comunicação e gestão geral da empresa, possibilitando acompanhar e registrar indicadores de desempenho diretamente no sistema.

Para uma melhor compreensão do fluxo produtivo da empresa, pode-se verificar na figura abaixo o fluxograma do estado atual da empresa.

Figura 4 - Fluxo de produtos.

Fonte: O Autor, 2018

O ponto de partida da produção se dá no processo de vendas, este setor indicará mensalmente a projeção de vendas ao planejamento, mostrando os produtos a serem atendidos bem como suas especificações de demanda e áreas a serem atendidas. Com essas informações, o planejamento irá dar início ao plano de produção mensal, que tem como meta atender os pedidos feitos pelos clientes de acordo com a capacidade produtiva da fábrica, visando a melhor maneira de se produzir o solicitado de maneira rápida e que chegue da melhor forma ao comprador.

Através do plano de produção mensal, estima-se a produção diária de todos os modelos de fogão, e o tempo de produção, tempos controlados e monitorados afim de atender a demanda dos compradores, com a informação de demanda diária dos produtos, consegue-se desenvolver o *takt time* de produção, mostrando em quanto tempo um fogão deve sair pronto da linha de montagem.

Quanto ao processo produtivo, o início se dá pela chegada do material a ser trabalhado dentro da indústria. Qualquer material que dá entrada dentro da organização, deve passar pelo processo de conferência pela central de recebimento, onde se conferem os volumes e unidades contidas no transporte, e se embalagens externas apresentam avarias de transporte ou defeitos externos, posteriormente aprovado pela central de recebimento, a próxima etapa do material é a inspeção de recebimento. A inspeção de recebimento é o local onde se faz a inspeção inicial dos materiais vindos dos fornecedores. O setor em questão realiza amostragem em todos os materiais, seguindo como norma de referência a NBR-5426, que determina os planos de amostragem e procedimentos de inspeção padrão de devidos materiais, seguem também procedimentos internos para materiais específicos, para que haja a liberação do material de qualidade segundo a amostragem.

Posteriormente materiais seguem para o almoxarifado, matérias que necessitam de processamento interno, seguem para o processo específico, como, conformação, pintura ou esmaltação e posteriormente são alocados em estoques intermediários e aguardam a necessidade da produção

Materiais que não tem necessidade de passar por processos internos, são encaminhados diretamente ao almoxarifado, onde ali vão aguardar a necessidade de produção para entrarem em linha.

Em seguida destes processos de recebimento e processos internos, os materiais dão entrada nas linhas de produção, onde são encaminhados diretamente ao posto de trabalho específico, dando origem assim então ao produto por completo, onde são feitos testes em linha para verificação de segurança, choques elétricos, testes visuais entre outros, afim de garantir a qualidade do produto a ser entregue ao consumidor final, seguindo pela expedição, onde são armazenados em estoque e posteriormente encaminhados aos clientes finais.

Neste estudo de caso, será analisado toda a rota do produto, desde o processo de chegada de pedidos pelo setor de vendas, planejamentos, compras, produção e logística, visando mostrar quais setores agregam direta e indiretamente

valor ao produto, sendo assim tendo uma visão geral do que é um gargalo produtivo, e explicitando problemas, facilitando a tomada de ações sobre o problema.

4.3 DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS PARA MAPEAMENTO

Como estudado, o ponto de partida para um mapeamento de fluxo de valor é a definição da família de produtos a serem estudados.

A escolha da família de produtos a serem estudados foi baseada no número de vendas e número de ocorrências em campo realizadas nesse produto, como se trata de um produto que tem sua produção em massa, e o foco deste produto não é diretamente a parte visual, o foco está na parte funcional deste produto, atingindo altamente o público de estudantes, classe média e outros públicos menores, que optam preferencialmente pela funcionalidade do produto.

A família de produtos em questão tem como o foco a alta produtividade e alta rotatividade de material e como é um dos produtos que tem grande parte do mercado, a produtividade tem que ser mantida e o foco direto nos processos produtivos, afim de amenizar gargalos de produção, e eliminar todo e qualquer desperdício, visando uma produção contínua e com estoques diminuídos, bem como se trata o pensamento enxuto.

O modelo de produto trabalhado nesse estudo representa uma demanda mensal de cerca de 35.500 peças, dentro de um universo de vendas mensais, isso representa um total de 27% aproximadamente de todas as vendas da indústria, levando grande vantagem dentre os outros 10 produtos também oferecidos pela empresa. Deste ponto de vista o estudo se torna importante, para a identificação de qualquer possível melhoria no processo produtivo, que acarreta na melhoria de processos e na otimização dos custos agregados ao produto, com o propósito de levar a metodologia enxuta a todo o processo.

4.4 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Se tratando de pensamento enxuto, o primeiro passo a ser tomado é a visita ao local de adaptação, de modo a realizar uma primeira análise dos processos e uma

superior inspeção de possíveis desperdícios que foram comentados no referencial teórico.

Ao realizar uma primeira visualização do processo de fabricação geral, no setor de estamperia podemos observar que já existe um sequenciamento de processo sendo realizado, onde primeiro o material é levado até o estoque avançado de estamperia através de caminhão, posteriormente encaminhado as desbobinadoras que são associadas as prensas progressivas pesadas, outra parte do material é encaminhado ao setor de corte, onde são cortados nas medidas corretas e posteriormente encaminhados as suas devidas prensas. A movimentação entre as prensas é dada através de “carrinhos” que circulam durante a fábrica ou em esteiras que encaminham de uma prensa para outra.

O trajeto de materiais processados internamente para a linha de montagem é um processo onde foi perceptível a dificuldade no transporte, a movimentação para o piso inferior da fábrica é feito através de elevadores, onde muitas vezes se congestionam e são propícios de falhas, onde faria necessário o uso de empilhadeiras e acarretaria num processo mais demorado.

O processo de montagem é uma etapa crítica do processo produtivo total, etapa onde são envolvidos muitos operadores em diferentes operações simultâneas tem a necessidade de uma alta organização, ergonomia, treinamento e conscientização, que são pilares para um processo enxuto, e ao realizar uma superficial observação, pode-se perceber que dentro do processo atual, existem etapas e postos de trabalho que podem ser adaptados, treinamentos eficazes e mudança de layout inicialmente falando.

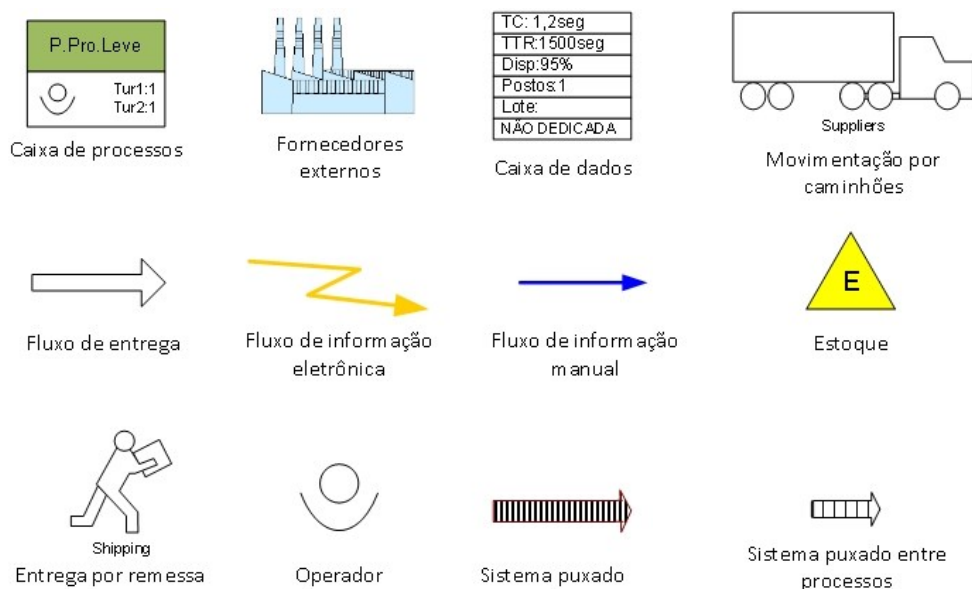
4.5. MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALORES

Após escolher a família de produtos a serem analisados, o mapeamento de fluxo de valor foi desenhado com o fim de identificar oportunidades de melhoria e desperdícios explicitados no processo, além de medir o *lead time* de cada etapa e do processo total, nos explicitando um cenário atual da organização, possibilitando assim discussões e desenvolvimento de projetos e desenvolvimento de proposta para o estado futuro da organização.

Para a realização deste processo, acompanhou-se o trajeto de todos os componentes essenciais do produto final, produtos com processamento interno e produtos acabados que entram diretamente na linha de montagem, tendo como o ponto de partida o fim do processo (expedição), assim como instrui Rother (2003) no desenvolvimento da cadeia de valores do produto, e desta maneira seguindo para a parte de produção interna, observando cada processo por certo tempo, afim de obter dados concretos e observar possíveis oportunidades de melhoria, chamados pela literatura de fluxo porta-a-porta, e a partir destes dados seguimos com o desenvolvimento do mapeamento.

Já na parte de processamento interno, usou-se de um cronômetro como ferramenta de trabalho, com a intenção de medir precisamente o tempo levado em cada operação, sendo assim mais fácil a utilização no mapeamento, podendo das início assim ao desenvolvimento das caixas de processo, que contém o tempo de ciclo, tempo de troca, quantidade de operadores para executar tal função, quantidade de postos de trabalhos para a realização de tal função, a disponibilidade da máquina, tamanho do lote e a descrição dedicada/não dedicada, que informa se a operação de produção em questão é de exclusiva dedicação.

Figura 5 - Simbologia mapeamento de fluxo de valor.



Fonte: O Autor, 2018.

Tabela 1 - Siglas da caixa de dados

SIGLA	DESCRIÇÃO
TC	Tempo de ciclo de execução da ação em questão;
TTR	Tempo de troca, inclui tempo de troca de ferramentas, troca de operações;
Tur1: Tur2:	Indica quantos turnos trabalham na operação e quantos colaboradores executam a tarefa por turno;
Disp:	Disponibilidade da máquina;
Postos	Quantos postos de trabalho estão envolvidos em na operação;
Lote	Qual o tamanho do lote trabalhado em cada operação;
DEDICADA/ NÃO DEDICADA	Indica se o equipamento de execução da função ou os operadores são exclusivos à aquela função;
Tempo final	Tempo final indica quanto tempo leva para se executar toda a operação, quando não há indicação, considera-se o tempo de ciclo.

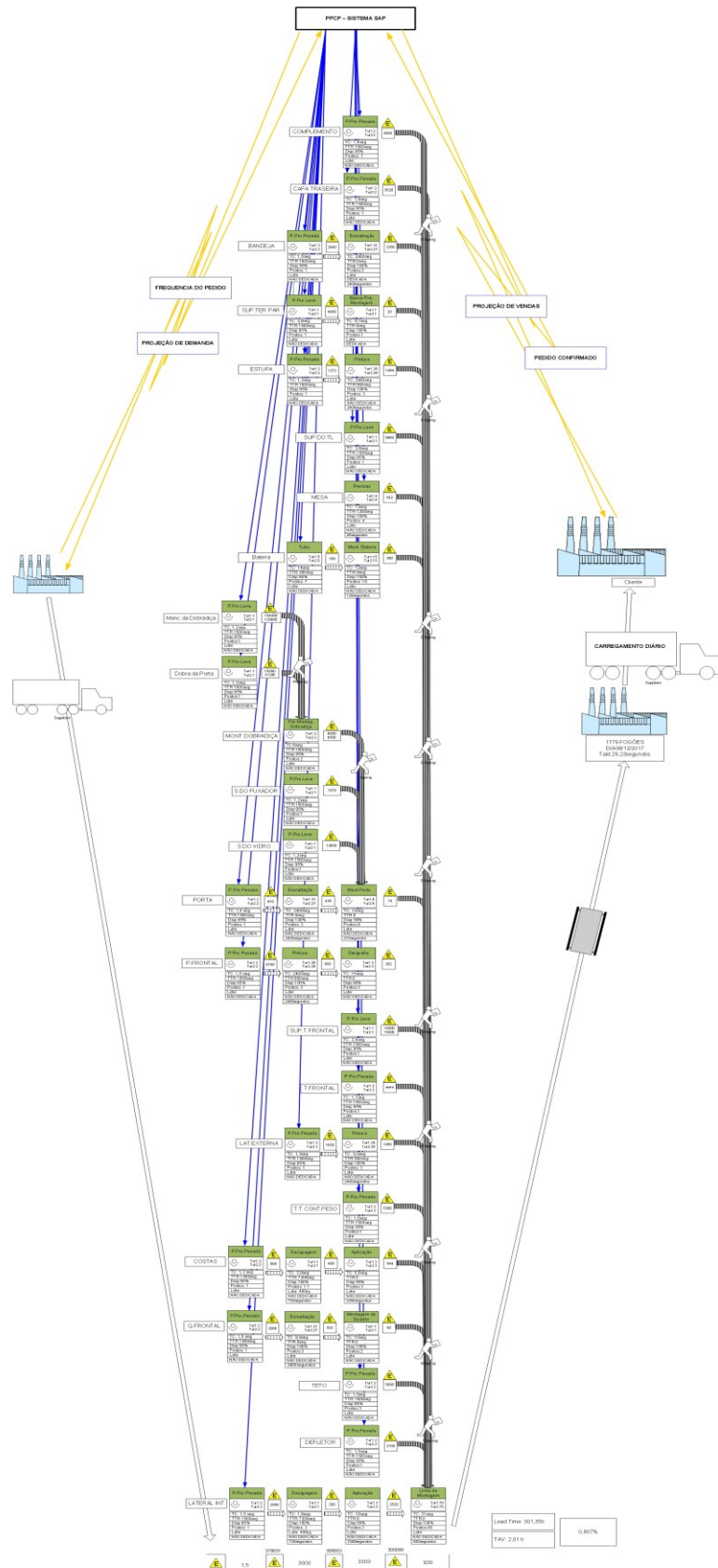
Fonte: O Autor, 2018.

4.5.1 Mapa de Fluxo Atual

Quando se idealizou o desenvolvimento do mapeamento de fluxo atual dentro da organização em questão, o desenvolvimento foi realizado todo visualmente percorrendo o chão de fábrica, através de visualização e conversa com os colaboradores em seus postos de trabalho, afim de desenvolver um trabalho mais fiel ao realizado durante todos os dias.

No mapeamento está explicitado a situação atual da empresa em relação a esta família específica de produtos, onde pode-se observar que o lead time da empresa é de 301.25hrs, onde nesse processo como explicado anteriormente, envolve todo o processo interno, desde a compra de materiais, entrega, estoques, processos internos entre outros. E dentro desse tempo de 301.25 hrs apenas 2,01hr significam tempo de agregação de valor ao cliente, este valor significa cerca de 0,667% do tempo, como observados na figura a seguir.

Figura 6 – Mapeamento de fluxo de valor



O tempo de takt time foi calculado com base nos dados empresarias e na forma explicitada no capítulo 2.3.4, sendo a divisão do tempo disponível diário pelos 2 turnos produtivos e a demanda diária de produtos, que são mostrados a seguir.

$$Takt\ Time: \frac{1060128\ (s/mês)}{35580\ (un/mês)} = 29,23(s/unidade)$$

4.5.2 Oportunidades de melhoria

Ao realizar a análise do mapeamento de fluxo de valor, foi possível destacar alguns pontos na cadeia produtiva que podem ser considerados oportunidades de melhoria de acordo com a ideia de manufatura enxuta e através das ferramentas já apresentadas.

Para facilitar a interpretação de dados, foram separados por setores de atuação para a identificação pontual das propostas de melhoria de cada local, dentro dos locais destacados foram analisados os dados locais e de acordo com esses dados, foram salientados alguns pontos onde o conceito de melhoria continua pode ser aplicado buscando a minimização ou possível eliminação de qualquer dos tipos de desperdício citados durante o trabalho. Ao observar as melhorias possíveis, tivemos como função a otimização do tempo onde se agrega valor ao produto. Os setores destacados para análise foram:

4.5.2.1 Estamparia

Sendo o primeiro setor de atuação das peças trabalhadas internamente, o setor de estamparia é o local onde as bobinas chegam do estoque e entram em produção, a sua entrada é realizada por caminhões de uso interno e são colocadas em um depósito secundário da estamparia, neste depósito, um operador coordena a entrada de bobinas, blankes e chapas em produção.

Após a entrada das peças na estamparia, cada peça específica é encaminhada para um tratamento inicial, as bobinas são encaminhadas ao desbobinador, onde são diretamente ligadas as prensas progressivas, que fazem a estampagem de diversas peças de composição do produto final. Peças que são localizadas em lugar visível no produto são submetidas a pintura por questões estéticas, e peças que estão submetidas a ação de altas temperaturas são submetidas ao processo de esmaltação.

Blankes são materiais que são recebidos de fornecedores externos, e são diretamente encaminhadas as prensas manuais, sendo utilizados para a estampagem da mesa, moldura dos queimadores, painel frontal e outras peças que compõe o

eletrodoméstico, peças resultantes destes processos também podem ser submetidas aos processos de pintura e esmaltação de acordo com solicitação específica.

As chapas são direcionadas as guilhotinas, onde são cortadas nos tamanhos solicitados e encaminhados também para as prensas, onde produzem travessas, suportes, entre outros componentes.

Ao acompanhar os processos de estamparia em geral, observou-se que pela grande jornada de trabalho das prensas em geral, ocorrem recorrentes problemas nos equipamentos e ferramentas de estampagem, problemas esse que são encaminhados a manutenção. Ao se solicitar a manutenção de ferramentas e equipamentos o setor de manutenção e ferramentaria entra em ação, encaminhando a equipe de manutenção corretiva para tal ação, os tempos de manutenção são medidos através das ordens de serviço e controlados pela equipe de manutenção.

Quando se tratando de manutenção de ferramentas, considera-se normal tempos de manutenção corretiva com duração menor que 120 minutos, estes tempos de manutenção são relevados, tempos de manutenção com duração maior de 120 minutos são levados a reuniões diárias e observados os motivos, dentro destas condições os motivos são discutidos e analisados, porém, deixa-se a desejar as ações a serem tomadas em relação ao problema, não se preza pelo armazenamento de nenhum tipo de histórico em relação as ferramentas acidentadas e equipamentos danificados que sofrem ações manutentivas, inviabilizando assim qualquer tipo de ação a ser tomada de acordo com as análises, dando abertura para o aumento de manutenções corretivas e ineficácia de manutenções preventivas.

Outro gargalo observado dentro do setor de estamparia é tempo de setup de máquinas, que nada mais é do que a preparação de uma máquina ou ajuste para uma nova operação, incluindo troca de ferramentas, regulagem de matrizes e punção, regulagem de tempo de ciclo, estes tempos entram no quadro de processo na sigla TTR, que são as trocas necessárias para a produção. Esta operação é realizada pelo setor de manutenção, onde também só são levados em conta tempos de Setup de máquinas superiores a 30 min, setup de máquinas que sejam inferiores são relevados e não levados em consideração, este tempo de acordo com a análise do mapeamento de fluxo de valores, leva cercar de 1500s para a sua execução, tempo internamente considerado um tempo normal.

Em relação a gestão de materiais, no estado atual da produção, não há nenhum tipo de ação que controle o estoque de peças geradas dentro da estamparia,

a transferência de peças para as próximas etapas de produção é feita sem controle, de acordo com a demanda, levando em consideração apenas a ordem diária de produção que é elaborada de acordo com a demanda de produtos diários, o que ocasiona assim problemas como excesso de estoque de peças, o não giro de peças antigas, a quebra de rastreabilidade de lotes, problemas estes que são recorrentes no estado atual de produção.

4.5.2.2 Baterias

O setor de análise em questão é o setor de baterias, setor que é responsável por todas as etapas de conformação dos tubos, furação, solda, montagem de registros e válvulas e posteriores testes de estanqueidade nos mesmos.

Dentro do setor em análise, em um momento inicial os tubos chegam dos fornecedores e são encaminhados para o depósito específico para eles, estes tubos podem ser de diversos tamanhos, de acordo com a sua necessidade. Posteriormente estes tubos são encaminhados para a célula robotizada, que são realizadas em duas etapas, a primeira consiste na usinagem da extremidade do tubo, dando o formato padrão para a conexão da linha de gás, e em uma segunda etapa os tubos são encaminhados para o segundo robô, que faz automaticamente as dobras necessárias, furos necessários e eliminação de rebarbas provindas da furação. Posteriormente são colocadas em carrinhos para serem encaminhados para a próxima etapa do processo.

Paralelamente a esta etapa, são montados queimadores, que são todos montados manualmente e encaminhados para uma etapa seguinte.

Com os estoques de queimadores montados nas travessas e tubos de ligação também montados, inicia-se o processo de montagem, que consiste em uma esteira de montagem, onde são colocados os registros e válvulas e ao fim da esteira submetido ao teste de estanqueidade dos tubos, testando assim a vedação das válvulas e registros, dando origem assim a bateria montada e pronta para ser utilizada em seu produto final.

Quando submetido a ao mapeamento de fluxo, o setor de baterias apresentou uma série de detalhes que podem ser considerados como proposta de melhorias que devem ser destacados, um deles, e que impacta diretamente no processo produtivo é o layout do processo de produção das baterias, iniciando pelo

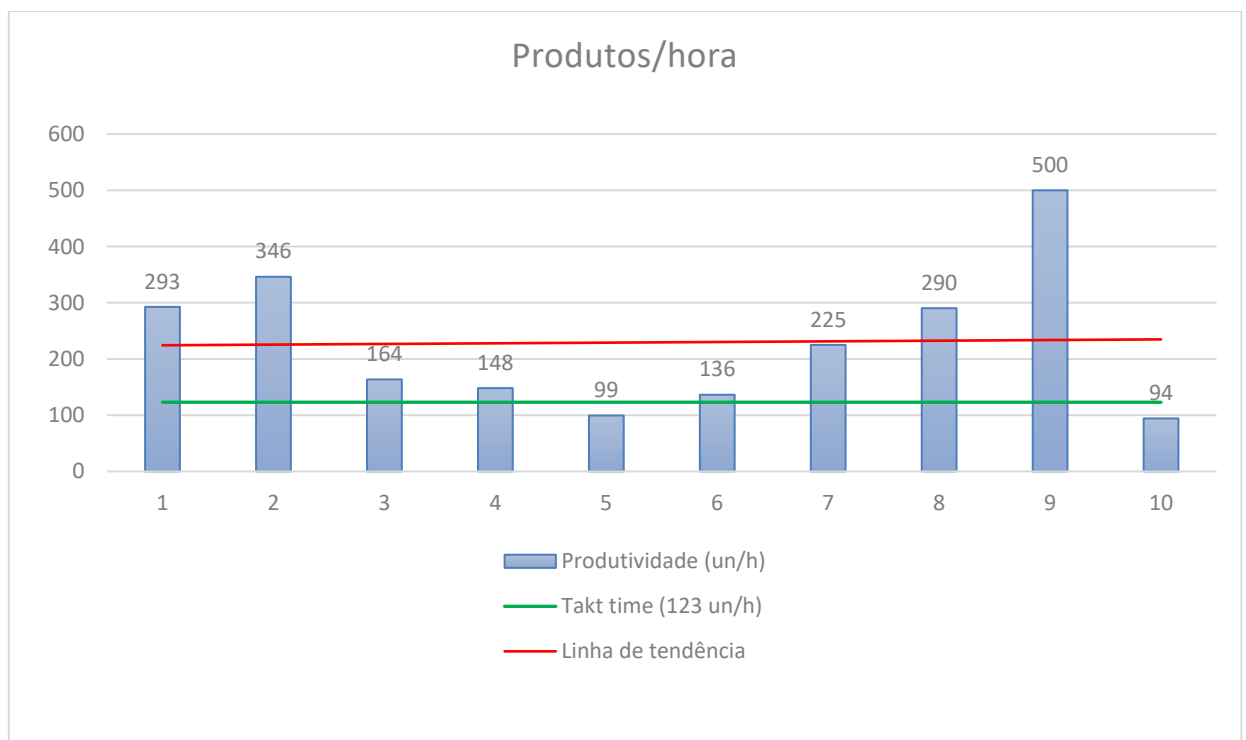
processo de produção dos tubos de condução de gás, que se encontram a cerca de 65 metros de distância da célula de montagem das baterias, essa distância impacta diretamente na formação de estoques maiores para o melhor aproveitamento do transporte das peças a próxima etapa, este estoque de peças para a próxima etapa toma cerca de 30% da área da célula robotizada, e seu transporte até a próxima etapa do processo leva cerca de 3,5 minutos. Como foi destacado anteriormente, o processo em questão apresenta diversos tipos de perdas, como perda por movimentação entre as operações, que representa grande porcentagem do tempo de produção das peças e perda por estoque também, que além do tempo não produtivo da peça sendo agregado ao *lead time*, entende-se por perda o espaço de armazenamento também.

Outra oportunidade que chamou atenção ao fazer a análise do fluxo de produção foi relacionado a manutenção de equipamentos relacionados ao processo de montagem das baterias, durante o tempo de análise em loco, ocorreu mais de uma vez problemas com dispositivos relacionados ao teste de estanqueidade, ocasionando na parada parcial do fluxo de montagem, ocasionando perda de produtividade na área, e ao questionar aos operadores do dispositivo de teste de estanqueidade sobre a frequência de chamados de manutenção para o equipamento, foi destacado que ocorrem quase todos os dias, devido a pequenas falhas no equipamento, tanto na parte pneumática de operação quanto na parte mecânica, e se tratando de um equipamento que garante a segurança do produto, isso é uma informação preocupante, já que pelo grande número de ocorrências percebe-se que as manutenções que vem ocorrendo não estão sendo eficazes, e os problemas persistem. E quando o caso foi analisado a fundo, percebeu-se que gabaritos e dispositivos dentro da organização, não só da célula de baterias, mas da indústria como um todo não são controlados através de planos de manutenção preventiva, qualquer manutenção até então realizada nos mesmos eram apenas manutenções corretivas, que são realizadas a partir do não funcionamento do equipamento. Quando associamos isso ao pensamento enxuto, a manutenção corretiva de um dispositivo acarreta em uma parada de produção, que conseqüentemente aumenta o lead time do processo, ocasionando um efeito dominó em todo o restante da linha em questão.

E se tratando da montagem geral dos condutores de gás, observou-se que existem processos internos que produzem em maior quantidade, enquanto outros tem um processamento um pouco mais demorado, ocasionando assim o chamado “tambor” de produção, ou também conhecido como gargalo produtivo, é o local na

produção onde se leva mais tempo para a execução da tarefa, fazendo assim um acúmulo de estoque antes desta operação e uma falta após, na linha de montagem das baterias, a operação que é destacada como o gargalo de produção é a montagem dos queimadores nos tubos de ligação, que de uma forma arcaica é montada manualmente pelo operador, enquanto tubos de condução aguardam para a entrada em linha. A seguir o gráfico de produtividade de cada operação relacionada a montagem das baterias.

Gráfico 1 - Gráfico de balanceamento operacional baterias.



Fonte: O Autor, 2018.

O gráfico acima mostra de forma dinâmica o grande desbalanceamento dos postos de trabalho em questão, este desbalanceamento resulta na diminuição da produtividade e ociosidade de operadores por questões estatísticas realizou-se o cálculo da % de ociosidade. O tempo ocioso de um posto de trabalho é a diferença entre o takt time e o tempo que o operador leva para executar a função, e porcentagem de ociosidade geral é dado pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de ociosidade} = \frac{\Sigma \text{ tempos ociosos}}{N^{\circ} \text{ de estações} * \text{takt time}}$$

Utilizando da fórmula apresentada, a porcentagem de ociosidade da montagem de baterias é de 29,73%, este valor representa que aproximadamente 1/3 do tempo utilizado para a montagem de baterias é um tempo ocioso, apontando assim um tipo de desperdício.

Tabela 1 – Dados de produtividade montagem de baterias.

<i>Linha de produção</i>	
Média	230
Erro Padrão	40,7
Mediana	194
Desvio Padrão	129
Variância amostral	16592,1
Mínimo	94
Máximo	500
Soma	2296
Postos de trabalho	10

Fonte: O Autor, 2018.

A tabela acima mostra alguns dados importantes para análise. Um exemplo claro é a média de produtividade, cerca de 230 produtos por hora, em comparação com o takt time de 130 produtos, já pode-se perceber a disparidade de produção em relação ao desejado, se fazendo necessário um plano para balanceamento operacional.

4.5.2.3 Montagem final

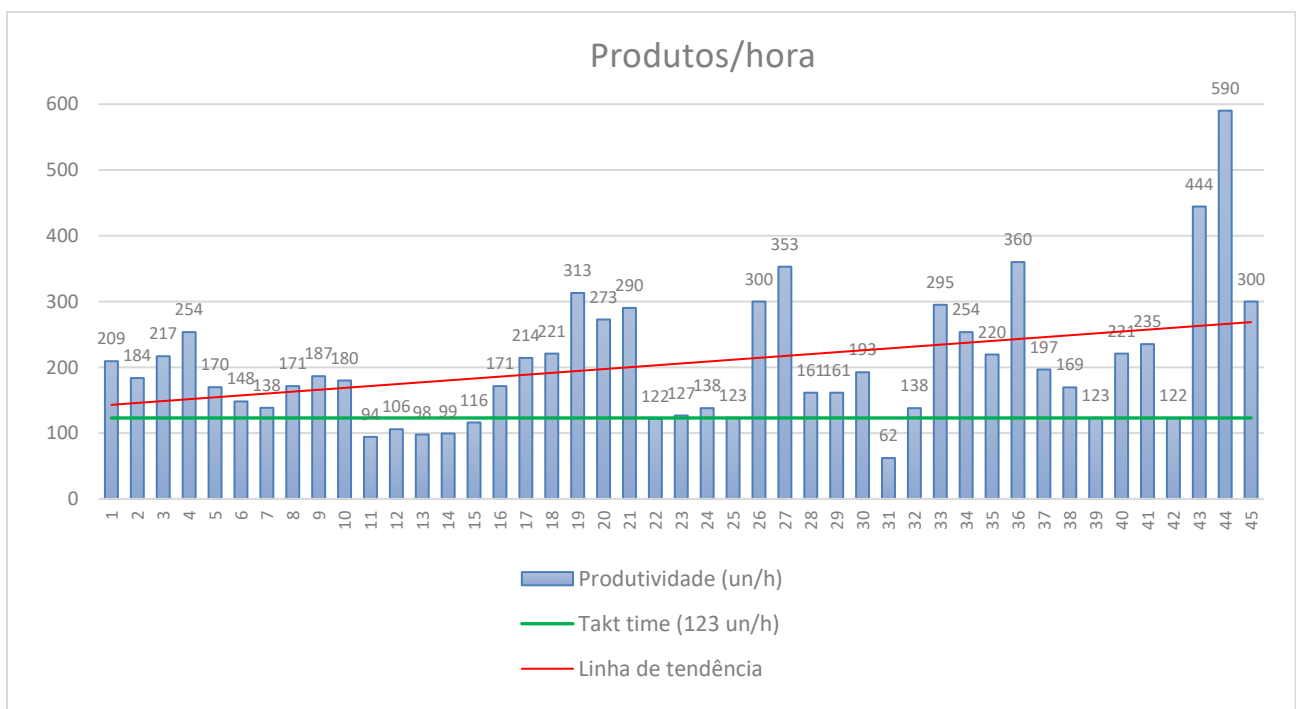
Nesta etapa do processo produtivo é onde ocorre a junção de todos os componentes do produto em questão, tanto componentes de produção externa, quanto componentes de produção interna se encaminham para os diversos postos da linha de montagem e inicia-se o processo de origem ao produto final.

No processo de montagem, deste produto especificamente, tratamos de duas frentes, a frente de montagem de portas, onde ocorre todas as etapas que dão origem a porta do produto, desde a rebitagem de dobradiças, montagem de puxadores, e montagem dos vidros, compondo assim uma célula exclusiva para a

montagem das portas, sendo estas portas posteriormente encaminhadas para uma próxima etapa, a montagem nos produtos.

Em uma segunda frente, temos a montagem do produto como um todo, dando início no processo com a montagem de caixa e seguindo por mais 45 postos de montagem, terminando com a colocação da embalagem final e encaminhado por esteiras para a expedição, cada etapa deste processo compõe um valor dentro do lead time de processo, que é explícito através do gráfico a seguir.

Gráfico 2 - Gráfico de balanceamento operacional linhas de montagem.



Fonte: O Autor, 2018.

A análise deste gráfico nos mostra que a linha de montagem em questão apresenta grande desbalanceamento, e sua linha de tendência apresenta grande disparidade da linha de *takt time*, o posto de maior capacidade produtiva produz cerca de 590 unidades por hora, e o de menor capacidade produz 62 unidades por hora. E da mesma forma utilizada na montagem de baterias, calculou-se a porcentagem de ociosidade deste setor de trabalho, obtendo-se o valor de 27,13%, alto valor se tratando de uma linha de montagem final, onde se deve ter uma maior atenção, o que confirma os dados do gráfico mostrando o grande desbalanceamento operacional.

Tabela 2 - Dados de produtividade linha de montagem.

<i>Linha de produção</i>	
Média	206
Erro Padrão	14,9
Mediana	184
Desvio Padrão	100
Variância amostral	10023,4
Mínimo	62
Máximo	590
Soma	9262
Postos de trabalho	45

Fonte: O Autor, 2018.

A tabela nos mostra os dados estatísticos da linha de montagem, onde dentro de uma mesma linha de montagem com 45 postos de trabalho temos uma média produtiva de 206 produtos por hora, sendo que o takt time exige a demanda de 123 produtos/hora. Essa discrepância de valores é característico de uma estruturação linear inadequada, um dos motivos de desbalanceamento operacional.

5 PROPOSTAS DE MELHORIA

Da mesma maneira com que foi realizado na análise dos resultados do mapeamento de fluxo de valor, na etapa de proposta de melhorias, as propostas serão baseadas nos conceitos da manufatura enxuta, visando a eliminação de desperdícios e focando na otimização dos processos, visando uma produtividade equilibrada e enxuta. Seguindo a mesma ordem temos:

5.1 ESTAMPARIA

No setor de estamparia como observado na realização do mapeamento de fluxo de valor, é o tempo de execução de manutenções em máquinas e equipamento do setor e a frequência em que ocorrem, e ao analisarmos este problema a fundo, percebeu-se que grande parte do motivo destas ocorrências relacionadas a manutenção se dão pela ausência de planejamento de manutenção de ferramentas, e acompanhamento dos problemas recorrentes, que vem mostrando que as manutenções realizadas dentro do setor não vem sendo eficazes.

Com base nos conceitos *Lean* e nas informações recolhidas dentro da organização, esbarrou-se em um outro problema relacionado a equipamentos dentro do setor em questão, a rastreabilidade de equipamentos dentro da indústria. A falta de rastreabilidade de dispositivos e gabaritos não nos deixava ter ideia do que havia como equipamentos e ferramentas produtivos diretos e indiretos.

Com a intenção de parar a entrada de todo e qualquer equipamento dentro da organização sem que haja um plano de manutenção pré-estabelecido para ele, foi criado um documento denominado de ficha de entrega técnica para equipamentos, gabaritos e dispositivos dentro da empresa, assim como o exemplo a seguir:

Figura 7 - Ficha de cadastro de equipamentos.

LOGOTIPO DA EMPRESA	FICHA DE CADASTRO E ENTREGA TÉCNICA DE GABARITOS E DISPOSITIVOS	N° do RQ:
		Versão/Revisão:
		Data:
		Página 1 de 1
<u>GABARITO/DISPOSITIVO:</u>		<u>MODELO DE PRODUÇÃO ASSOCIADO:</u>
<u>NOME DO EQUIPAMENTO:</u>		<u>FUNÇÃO:</u>
<u>TAG/CÓDIGO SAP:</u>		<u>SETOR:</u>
<u>FOTO EQUIPAMENTO:</u>		<u>PATRIMONIO:</u>
		<u>POSTO DE TRABALHO:</u>
		<u>FREQUÊNCIA DE USO:</u>
		() ALTA <u>OBS:</u>
		() MEDIA
		() BAIXA
		<u>CRITICIDADE:</u>
		A () SEGURANÇA DO PRODUTO
		B () QUALIDADE/MSIBILIDADE
		C () REFERÊNCIA DIMENSIONAL
		<u>OBS:</u>
<u>ARMAZENAMENTO:</u>		
<u>EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS:</u>		
<u>TIPO DE ALIMENTAÇÃO:</u>		
<u>SUB-ITENS:</u>		
<u>REFERÊNCIAS/DESENHOS/PROJETO**:</u>		
CHECKLIST DE ENTREGA TÉCNICA		
() CONTROLE DIMENSIONAL (PRECISÃO).		
() ESTOQUE/PEÇAS DE REPOSIÇÃO.		
() AJUSTAGEM.		
() PROCEDIMENTO.		
() LISTA DE COMPONENTES.		
() TREINAMENTOS.		
() MANUAIS E INSTRUÇÕES.		
() APROVAÇÃO SESMT.		
<u>OBS:</u>		
*Pato Branco _____, de _____, 20____.		
_____ Solicitante	_____ Supervisor de Manutenção	
_____ Gerente do Setor Solicitante	_____ Gerente de Manutenção	
**O setor solicitante permanece responsável pelo gabarito/dispositivo cadastrado por 3 meses à partir da data de entrega do mesmo, sendo assim se responsabiliza por qualquer eventual manutenção necessária dentro deste período.		
*Quaisquer documentos de controle, como: procedimentos, manuais e projetos em meio físico devem estar anexados a este documento. Documentos em meios digitais devem ter especificados sua localização de armazenamento.		

Fonte: O Autor, 2018.

O documento criado visa interromper a entrada de todo equipamento que necessite sofrer manutenção em algum estado sem que haja um cadastro interno na manutenção, esse cadastro interno servirá de ponto de partida para a criação dos planos de preventiva e desenvolvimento dos roteiros de preventiva que serão encaminhados aos técnicos, desta maneira, o controle de entrada de novos equipamentos fica associado a este documento, e a partir daí todos os equipamentos que entrarem após a inserção deste documento em vigor, deverão estar com esta ficha preenchida e os devidos documentos em anexo, caso contrário a manutenção não poderá ser executada.

No caso de equipamentos que estão em atuação dentro da indústria e não estão cadastrados como produtivos diretos, estes números foram levantados e relacionados todos com uma nova codificação, para que fique de fácil localização dentro da organização, postando em todas as ordens de manutenção, os gastos envolvidos e os problemas detectados serão armazenados e quando necessário será possível o acesso a todas as informações recorrentes ao equipamento específico.

A codificação em questão foi desenvolvida através do tipo de equipamento e seu local de atuação principal, sendo composto de três campos para letras, que irão descrever o tipo e local de atuação do equipamento, e quatro dígitos numéricos que irão mostrar a numeração do equipamento, que serão cadastrados de forma sequencial, portanto, todos os equipamentos que estiverem em atuação devem conter estes dados e serem cadastrados no sistema unificado (SAP) para que se inicie o histórico de manutenção e início ao plano de manutenções preventivas.

Em relação as manutenções preventivas, num cenário atual, o controle de histórico de falhas e de manutenções preventivas não era aplicado, assim como a programação das manutenções realizadas não era associada as falhas recorrentes, tornando assim as manutenções preventivas de todos equipamentos e ferramentas ineficazes, com atuação no vazio e sem nenhuma orientação específica relacionada a ferramenta, observando esse cenário, desenvolveu-se inicialmente uma programação de preventiva para as ferramentas atuantes dentro da indústria, com base na frequência de uso e frequência de manutenção. Este quadro de manutenção tem como base as manutenções corretivas mais recorrentes de acordo com as ordens de manutenção realizadas, que inicialmente eram utilizadas apenas para controle de tempo de manutenção dos equipamentos, iniciou-se a análise dos motivos de falha e

com os motivos mais recorrentes a inserção de sua manutenção no plano preventivo da ferramenta, aumentando de maneira simples a eficácia das manutenções.

Os quadros de manutenção são impressos mensalmente em folha A3 e colocados em quadro de gestão a vista, para que a equipe de manutenção preventiva e ferramenteiros tenham fácil acesso e intuitivamente sigam os programas de manutenção estabelecidos. Manutenções corretivas também começaram a serem trabalhadas de maneira diferente, foram estabelecidas reuniões rápidas diárias com os líderes de ferramentaria e manutenção e colocados em pauta os motivos da manutenção corretiva, e dentro desta mesma reunião se dá o início dos planos de ação para a solução do problema raiz, que posteriormente, caso o problema seja recorrente ao equipamento em questão, entrará também no roteiro de preventiva para que haja um controle e eliminação do problema.

Figura 8 - Roteiro de preventiva gabaritos e dispositivos.

LOGO DA EMPRESA		ROTEIRO DE PREVENTIVAS GABARITOS E DISPOSITIVOS			Responsável:	
					Revisão:	
					Emissão:	
DATA	ATIVIDADE	QTD	TEMPO ESTIMADO	REALIZADA (S/N)		
21/mai	GABARITOS DE COLAGEM	4	00:10			
	DISPOSITIVOS DE MONTAGEM	3	02:00:00			
	GABARITOS DE MONTAGEM	4	00:20			
	PONTEADEIRAS	4	00:30			
22/mai	GABARITOS DE COLAGEM	4	00:10			
	DISPOSITIVOS DE MONTAGEM	3	02:00:00			
	GABARITOS DE MONTAGEM	4	00:20			
	PONTEADEIRAS	4	00:30			
23/mai	GABARITOS DE COLAGEM	4	00:10			
	DISPOSITIVOS DE MONTAGEM	3	02:00:00			
	GABARITOS DE MONTAGEM	4	00:20			
	PONTEADEIRAS	4	00:30			
24/mai	GABARITOS DE COLAGEM	4	00:10			
	DISPOSITIVOS DE MONTAGEM	3	02:00:00			
	GABARITOS DE MONTAGEM	4	00:20			
	PONTEADEIRAS	4	00:30			
25/mai	GABARITOS DE COLAGEM	4	00:10			
	DISPOSITIVOS DE MONTAGEM	3	02:00:00			
	GABARITOS DE MONTAGEM	4	00:20			
	PONTEADEIRAS	4	00:30			
26/mai	GABARITOS DE COLAGEM	4	00:10			
	DISPOSITIVOS DE MONTAGEM	3	02:00:00			
	GABARITOS DE MONTAGEM	4	00:20			
	PONTEADEIRAS	4	00:30			
Obs: As atividades não realizadas devem ser indicadas e informadas ao planejador para remarcar a data de execução da preventiva.						

Fonte: O Autor, 2018.

Figura 9 - CheckList de Manutenção preventiva de equipamentos.

LOGO DA EMPRESA		FICHA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA FERRAMENTARIA			Responsável:	
					Revisão:	
					Emissão:	
ORDEM DE SERVIÇO: _____						
GABARITO/DISPOSITIVO: _____						
DATA: __/__/__		TÉCNICO: _____		HORÁRIO INÍCIO: _____		TÉRMINO: _____
DATA: __/__/__		TÉCNICO: _____		HORÁRIO INÍCIO: _____		TÉRMINO: _____
CHECKLIST GABARITOS MONTAGEM PORTA						
ITEM	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	INSPECIONADO	TROCA DE PEÇAS	AJUSTADO	AÇÃO	
MP1	Verificar empenos das abas laterais e empenos do suporte				Desempenar a placa base e/ou suportes de fixação	
MP2	Verificar desgaste nos berços do puxador				Corrigir desgaste ou troca em caso de desgaste excessivo	
MP3	Verificar o posicionamento dos apoios				Corrigir posicionamento	
MP4	Verificar grampos de fixação				Inspeccionar grampos de fixação	
MP5	Verificar aperto dos parafusos de fixação				Reaperto de parafusos e reposicionamento dos fixadores	
MP6	Verificar identificação do dispositivo				Fazer identificação do dispositivo, caso este esteja com identificação inadequada	

Fonte: O Autor, 2018.

5.2 BATERIAS

Analisando o fluxo de processos existente na célula de baterias, pode-se observar que um grande problema que atinge o processo de execução e montagem das é a falta de planejamento do layout industrial, observando que a célula robotizada fica a cerca de 65 metros da seção de montagem, faz-se necessário então um estoque de peças de um número maior, para que se torne viável o transporte dos tubos já conformados até a seção de montagem, esse acúmulo de peças em estoque, como citado anteriormente na seção de detecção de problemas, se enquadra em perdas por estoque desnecessário, sendo que o estoque de peças entre processos demanda de espaço e tempo de operação, e perda por movimentação, tendo em vista que a movimentação dos carrinhos de peças demora cerca de 3,5 minutos até o posto de montagem, impossibilitando assim também a aplicação de um fluxo contínuo de montagem. Inicialmente como proposta de melhoria, observou-se que um primeiro passo seria a readequação do layout. A transferência da célula robotizada para o local

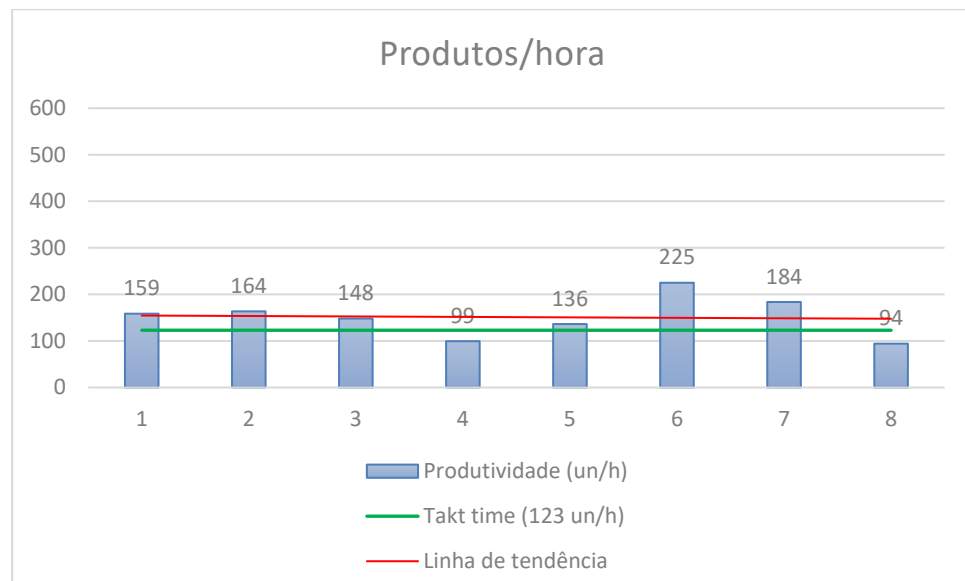
onde hoje é a célula de treinamento nos economizaria todo o tempo de transporte de peças e possibilitaria a quase extinção de estoques entre processos, que hoje é de cerca de 169s.

Durante a montagem das baterias, observou-se também um grande acúmulo de estoques entre etapas, como exemplo na montagem da travessa nos queimadores, esta operação dura cerca de 7 segundos, enquanto a próxima operação dura cerca de 18 segundos, que é a montagem dos queimadores junto com as travessas no tubo de condução, esse desbalanceamento acaba gerando estoques entre processos, o que em certo ponto obriga o operador a estar ocioso, sendo assim também uma maneira de desperdício. Com o intuito de realizar o equilíbrio operacional, a primeira etapa foi a elaboração do gráfico de balanceamento operacional, o que nos mostra o tempo em que cada operação na montagem de baterias leva e mostra dinamicamente o equilíbrio, se tornando assim mais fácil identificação do gargalo de montagem.

Com o gráfico de balanceamento operacional, anteriormente apresentado, em mãos, observa-se o grande desbalanceamento de operações realizadas na montagem de baterias, tornando assim o processo ineficiente, a ineficiência deste processo pode ser observada no acúmulo de estoque que pode ocorrer entre as operações 9 e 10, que seria a última operação de esteira, e a operação 10 o teste de estanqueidade, que leva mais tempo devido a execução mais elaborada, com esse gráfico, observa-se que a operação 10 é o gargalo do processo de montagem de bateria.

Para o balanceamento deste processo, se faz necessário uma realocação de operadores em suas funções, operações que tem um tempo de execução mais curto, podem ser unidas em um único operador, sendo assim disponibilizado mão de obra a mais para a operação gargalo, que é o teste de estanqueidade das baterias.

Gráfico 3 - Gráfico proposta de balanceamento operacional de montagem de baterias.



Fonte: O Autor, 2018.

Com a nova proposta de distribuição dos postos de trabalho, temos uma harmonização no tempo das operações, e uma linha de tendência mais próxima da linha de *takt time*. Numericamente falando, essa reestruturação nas operações significa passar de uma porcentagem de ociosidade de 27,73% para 9,73%, haverá uma previsão de ganho de 18% de tempo trabalhado, alterando apenas as configurações operacionais e redistribuindo tarefas.

Como o descrito na etapa de detecção dos gargalos, a manutenção dos equipamentos de teste de estanqueidade é um processo que afetava diretamente o lead time de processo, e como solução para a restrição desses tempos de execução de manutenção, foi realizada em conjunto com a equipe de manutenção o plano de manutenção preventiva dos equipamentos, em entrevista com os colaboradores e buscando solucionar os problemas que mais ocorrem neste equipamento.

Figura 10 - Ficha de manutenção preventiva de equipamentos pneumáticos.

LOGO DA EMPRESA	FICHA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA FERRAMENTARIA				Responsável: _____
					Revisão: _____
					Emissão: _____
ORDEM DE SERVIÇO: _____					
GABARITO/DISPOSITIVO: _____					
DATA: __/__/__		TÉCNICO: _____		HORÁRIO INÍCIO: _____	
DATA: __/__/__		TÉCNICO: _____		TÉRMINO: _____	
CHECKLIST DISPOSITIVOS PNEUMÁTICOS					
ITEM	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	INSPECIONADO	TROCA DE PEÇAS	AJUSTADO	AÇÃO
DP1	Efetuar a limpeza de toda a tubulação				Forçar ar comprimido por toda tubulação
DP2	Verificar acionamento dos cilindros pneumáticos				Acionar botoeiras e verificar comportamento do acionamento dos cilindros
DP3	Verificar travamento dos cilindros pneumáticos				Acionar botoeiras e verificar o curso dos cilindros
DP4	Verificar desgaste da haste				Verificar flambagem ou trincas na haste do cilindro
DP5	Verificar proteção das válvulas contra calor excessivo, poeira, elementos corrosivos e pancadas;				Verificar estado operacional das válvulas e do sistema de ar comprimido, caso apresente defeitos, trocar os componentes
DP6	Verificar estrangulamento desnecessário da tubulação;				Retirar o estrangulamento em caso de incidência
DP7	Verificar fixação dos cilindros trabalhando;				Fixar de forma adequada os cilindros
DP8	Verificar vazamentos				Identificar os focos do vazamento e obstruir os pontos de fuga do ar
DP9	Verificar identificação do dispositivo				Fazer identificação do dispositivo, caso este esteja com identificação inadequada

Fonte: O Autor, 2018.

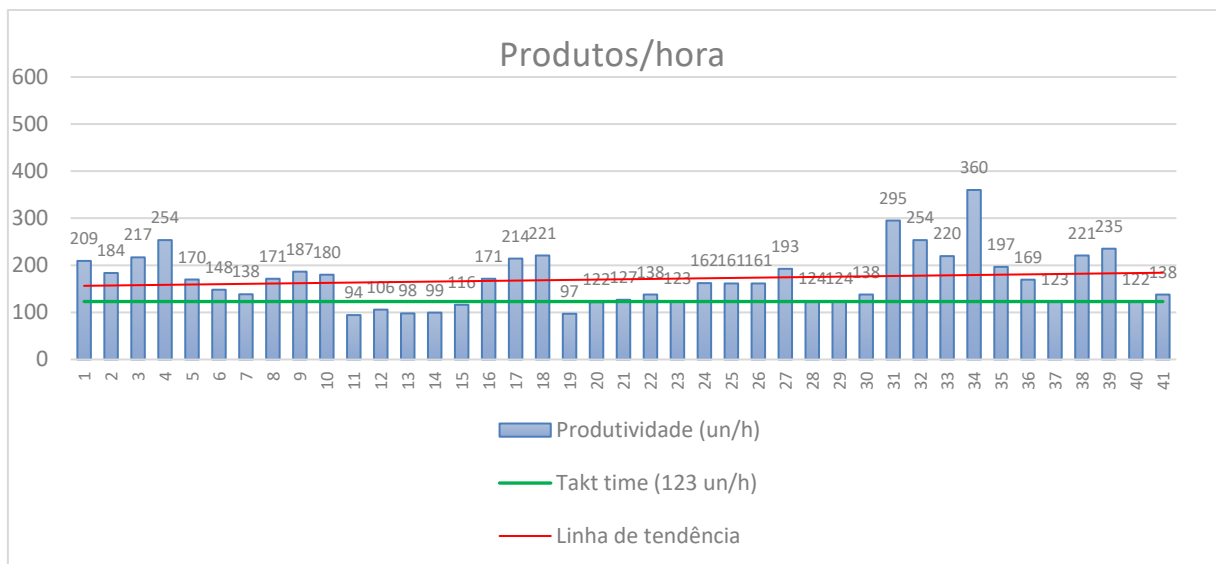
5.3 LINHA DE MONTAGEM

Tratando-se da linha de montagem, pode-se dizer que ela é o coração da produtividade de uma indústria, e como sendo parte tão importante, ela deve ser tratada com grande cuidado, e se tratando da linha de montagem da indústria em questão, é uma linha de montagem que conta com 70 operadores e 45 postos de trabalho, por isso é grande a importância de tratar essa etapa com cuidado.

Ao realizar o gráfico de balanceamento operacional, observa-se que existe um grande desbalanceamento em relação as operações, o que ocasionalmente leva ao acúmulo de estoque entre operações ou operador trabalhando em ócio, que simboliza desperdício na linguagem enxuta.

Sendo assim se faz necessário a readequação dos operadores nas operações de menor tempo, e redistribuição de tarefas em operações mais complexas, afim de uniformizar a curva operacional buscando aproximar o processo do takt time.

Gráfico 4 - Gráfico proposta de balanceamento operacional de linha de montagem



Fonte: O Autor, 2018.

E da mesma forma que realizado na célula de montagem de baterias, a proposta de reestruturação operacional nos daria uma alteração de porcentagem de ociosidade considerável, passando de 27,13% para 20,03%, nos representando um ganho de 7,1 % de tempo trabalhado, que em uma linha de montagem com um grande número operadores representa um ganho significativo.

Ao iniciar-se a aplicação de um pensamento enxuto, um dos principais pilares pregados pela metodologia enxuta é a padronização do ambiente de trabalho. E tendo em vista essa visão, uma das propostas de melhoria dentro das linhas de montagem é a criação de IT (Instruções de trabalho), que tem por função padronizar a maneira de execução das tarefas, através de estudos de ergonomia e tempo de execução, conseguindo assim estabelecer um padrão de execução de tarefas e um padrão de tempo de execução das tarefas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em questão realizado baseou-se no conceito de manufatura enxuta para a aplicação das ferramentas para a detecção dos gargalos de produção de uma indústria metalomecânica com foco na conformação de peças.

O passo inicial baseou-se na execução de um mapeamento de fluxo de valores, que teve por função conhecer todos os processos executados dentro da indústria, baseados na coleta de dados em loco e conversas com os colaboradores, foi elaborado o mapeamento de fluxo de valor, como mostrado, com os dados do mapeamento de fluxo de valor, pode-se perceber que a indústria em questão conta com um *lead time* de 301,25h sendo que deste tempo todo, o tempo que agrega valor ao produto é de apenas 2,01h, cerca de 0.667% do tempo.

Em sequência ao desenvolvimento do Mapeamento de fluxo de valores, com todos os dados obteve-se então os indicativos dos gargalos do processo produtivo. Observou-se que no setor de estamparia, não há o controle de entrada e saída de materiais entre processos, o que causa um acúmulo de peças antigas entre os processos e geração de estoques, a falta de controle de manutenção dos equipamentos, máquinas e dispositivos gera uma perda de tempo com manutenções corretivas desnecessárias, e a execução do setup pela equipe de manutenção também leva tempo desnecessário pela ausência de treinamento.

No setor das baterias logo de início o Layout chamou a atenção, tendo em vista que a produção dos tubos de condução de gás fica a cerca de 100m de distância da célula de montagem, o que acaba gerando um número de estoque alto, e uma grande desperdício relacionado à movimentação desnecessária entre processos, além disso desenvolveu-se também o gráfico de balanceamento operacional, contatando também que o sistema de montagem de baterias enfrenta algumas dificuldades em relação a isso.

E por fim o trabalho nos levou a linha de montagem que é a última etapa do processo produtivo. E observando a criticidade desta etapa, elaborou-se o gráfico de balanceamento operacional também, onde pode-se perceber o desbalanceamento das operações de linha, o que vem gerando estoque entre etapas em alguns pontos e ausência de produtos em outros, sobrecarregando alguns operadores e deixando outros em ócio, que também é considerado um desperdício.

Após a detecção destes gargalos, chegamos a terceira etapa, que é a sugestão de melhorias para a indústria. Como o trabalho vem sendo executado a algum tempo, algumas das sugestões de melhorias já estão em execução. Em relação a manutenção, foram elaborados planos de preventivas e levantamento do histórico de manutenções corretivas das ferramentas através das ordens de serviço, o que nos faz ter uma ideia no local de atuação e execução do plano de ação.

Quanto a gabaritos, equipamento e dispositivos, a falta de identificação deles e a ausência de conhecimento sobre local de atuação gerava uma depreciação de bens que não era calculada para a empresa, sendo assim uma forma de desperdício financeiro que não era possível calcular. Executou-se um levantamento geral de equipamentos, dispositivos e máquinas da empresa, afim de saber quais eram ativos diretos, ativos indiretos e inativos, e após este levantamento, desenvolveu-se uma ficha de cadastro de novos dispositivos e gabaritos, onde todos os novos dispositivos que nascem dentro da empresa, antes de entrar em funcionamento devem conter essa ficha preenchida, o que facilitaria a atuação em equipamentos antigos, uma vez que os novos já entrariam com seus planos de manutenção prontos. Assim conseguindo a eliminação de tudo o que não era ativo dentro da empresa, porém vinha depreciando mensalmente nos custos empresariais.

No setor de baterias sugeriu-se uma adequação no layout, transformando o que hoje é a área de treinamento, na célula robotizada, o que agregaria na diminuição do tempo de transporte de peças de um posto a outro, a minimização de estoques entres postos de trabalho, e possibilitando a aplicação de um fluxo contínuo na montagem das baterias.

Outra sugestão é a readequação de funcionários na célula de baterias, visto que o desbalanceamento operacional, hora deixa colaboradores com excesso de demanda de trabalho e outra hora em ócio, que das duas maneiras são tratados como desperdício.

E nas linhas de montagem, da mesma maneira que nas baterias, ao analisar o gráfico de balanceamento operacional, observou-se que se torna difícil a aplicação de um fluxo contínuo na montagem por haver um desbalanceamento produtivo, gerando problemas com o desenvolvimento linear da produção, portanto o primeiro passo é o balanceamento de linha, readequando colaboradores, buscando os colocar onde tem maior habilidade, evitando assim o desperdício de mão de obra especializada na função específica. Além disso a o desenvolvimento e instruções de

trabalho padrão, visto que em turnos diferentes e com colaboradores diferentes, a execução da tarefa acaba sendo diferenciada.

Estima-se que com a aplicação destas sugestões de melhoria, haverá uma ligeira redução nos desperdícios produtivos da empresa, grande porcentagem estará ligada diretamente apenas no ato organizacional da empresa, o que é bem difícil, pela cultura familiar instaurada na organização, a conscientização enxuta nos funcionários deverá ser feita através de treinamentos, projetos institucionais, para que lentamente essa cultura seja instaurada.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: DG, 2002.

KIOSKEA. Diagrama de Gantt. **Kioskea.net**, 2011. Disponível em: <<http://pt.kioskea.net/contents/projet/gantt.php3>>. Acesso em: 07 Mar. 2011.

LEAN Institute Brasil. **Léxico Lean**, 2016. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/vocabulario.aspx>>. Acesso em: 01 Outubro 2017.

LEAN Institute Brasil: Material de estudo lean. **Lean Institute Brasil**, 2016. Disponível em: <<http://www.lean.org/material-de-estudo-lean.aspx>>. Acesso em: 06 Outubro 2016.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota**: Manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1988.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção**: Operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

RIANI, A. M. **Estudo de caso: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson**. 52 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção) - Univesidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2006.

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

WERKEMA, C. **Lean seis sigma**: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Campus, 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas Lean Thinking**: Elimine o desperdício e crie riqueza. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.