



FACULDADE HORIZONTINA

CARMO VANDERLEI SCHUSTER SCHIRMANN

**PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DE LAYOUT PARA OTIMIZAÇÃO DE
UMA CELULA DE SOLDAGEM: ESTUDO DE CASO.**

HORIZONTINA

2016

FACULDADE HORIZONTALINA

Curso de Engenharia

CARMO VANDERLEI SCHUSTER SCHIRMANN

**PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DE LAYOUT PARA OTIMIZAÇÃO DE
UMA CELULA DE SOLDAGEM: ESTUDO DE CASO.**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontalina.

ORIENTADOR: João Batista Soares Coelho, Me.

HORIZONTALINA-RS

2016



**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Proposta de alteração de layout para otimização de uma célula de soldagem: estudo de caso”

Elaborada por:

Carmo Vanderlei Schuster Schirmann

**Aprovado em: 08/11/2016
Pela Comissão Examinadora**

**Me. João Batista Soares Coelho
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Me. Rafael Luciano Dalcin
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Esp. Valmir Vilson Beck
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**HORIZONTINA- RS
2016**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, a todos que confiaram em minha pessoa, em especial a minha esposa Andréia, meu padrasto Calisto, minha mãe Marlene e meus irmãos Carla e Carlos que sempre estiveram ao meu lado apoiando e ajudando para alcançar esse objetivo.

AGRADECIMENTO

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A FAHOR, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela onde hoje vislumbro um horizonte superior, pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao meu padrasto Calisto, minha mãe Marlene, a minha irmã Carla e meu cunhado André, ao meu irmão Carlos por todo apoio que tenho recebido em todas as etapas que passei em minha vida.

A minha esposa Andréia, que ao meu lado demonstrou compreensão, carinho e apoio durante os difíceis momentos dedicados aos estudos e elaboração deste trabalho, assim como nos demais momentos de minha vida.

Ao Professor Orientador João B. S. Coelho, pelo apoio e paciência na orientação do trabalho, junto ao grande conhecimento repassado sobre Gestão da Produção.

A todos os professores da FAHOR que passaram pela minha vida acadêmica, e que contribuíram de alguma forma para o meu aprendizado.

A John Deere e aos Engenheiros, em especial Magnos Belarmino, Ricardo Salvador e Sandro Haezel, que contribuíram com informações e dados para elaboração do trabalho, aos demais profissionais que nela trabalham e que puderam ajudar de alguma forma.

Aos amigos e colegas que pude contar com a amizade e apoio durante minha formação.

EPÍGRAFE

“Decidi não esperar as oportunidades e sim, buscá-las. Decidi ver cada dia como uma nova oportunidade de ser feliz.” – **Walt Disney.**

“Sonhe! Busque seus sonhos, você poderá encontrar realidades ainda maiores às que havia sonhado... Acorde e realize, a vida fará o restante!” – **Autor Desconhecido.**

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de alteração de Layout para otimizar uma célula de soldagem, com objetivo de mostrar o antes e depois da implantação, em uma empresa do ramo metal-mecânico. Pois o Layout é uma das características mais evidentes em uma empresa, é o que causa a primeira impressão ao entrar em uma fábrica, determina sua forma, aparência e o fluxo do produto em transformação no interior da mesma. Neste trabalho usou-se a metodologia de um estudo de caso onde o pesquisador participa de todas as fases da pesquisa. Primeiramente, buscou-se caracterização do arranjo físico antigo da organização, para posteriormente, com a utilização de ferramentas, tais como o mapeamento do fluxo de valor e a metodologia Kaizen, analisar se a nova proposta de arranjo físico, irá trazer benefícios à empresa. Após a análise de resultados do rearranjo físico, ficou claro que foi possível diminuir a distância total percorrida pelo produto, melhorar a utilização do espaço disponível e a eliminação de movimentações desnecessárias. Concluiu-se que um projeto de uma instalação industrial bem planejado, torna-se fundamental para a organização e melhoria do fluxo da fábrica, minimização de lead-time do produto e custos de fabricação. Como principal resultado, foi possível identificar que com uma combinação de diversas ferramentas, é possível auxiliar as empresas na identificação da causa raiz dos problemas bem como apresentar as possíveis soluções para o mesmo. Esse sistema foi desenvolvido para melhorar o processo da célula de soldagem e estudos futuros.

Palavras-chave: Alteração de layout. Kaizen. Mapeamento do fluxo de valor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem das atividades de projeto em administração de produção	14
Figura 2 – Imagem representa o layout físico ou posicional.....	15
Figura 3 – Imagem de layout por processo.	16
Figura 4 – Imagem de layout celular.....	17
Figura 5 – Imagem de layout por produto.....	18
Figura 6– Imagem das vantagens e desvantagens dos modelos de layout.	19
Figura 7 – Imagem do guarda-chuva de Kaizen.....	21
Figura 8 – Imagem mostra as etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor.	26
Figura 9 – Imagem dos Cinco Princípios do Lean	27
Figura 10 – Imagem do Sistema Kanban: Produção Puxada.	34
Figura 11 – Imagem do Funcionamento do Quadro de Cartão Kanban.....	35
Figura 12 – Imagem da Equação do Takt Time.	36

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA.....	10
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	11
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4 JUSTIFICATIVA	11
1.5 OBJETIVO GERAL.....	12
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 LAYOUTS	13
2.1.1 Tipos de layouts	14
2.1.2 Vantagens e Desvantagens	19
2.1.3 Importância do layout	19
2.1.4 Etapas para a elaboração do layout	20
2.2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE MANUFATURA ENXUTA.....	20
2.2.1 Kaizen	21
2.2.2 Just In Time – JIT	22
2.2.3 Métodos “5S” (cinco sentidos)	25
2.2.4 Mapeamento do fluxo de valor	26
2.3 PRINCÍPIOS DO LEAN	27
2.3.1 Especifique o valor	27
2.3.2 Identifique o fluxo de valor	28
2.3.3 Fluxos contínuos	29
2.3.4 Produção puxada	31
2.3.5 Perfeição	32
2.4 SISTEMAS DE PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	33
2.4.1 Kanban	33
2.5 ESTUDOS DOS TEMPO E MOVIMENTOS	35
3 METODOLOGIA	39
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	39
3.2 ETAPAS PARA COLETA DE DADOS	40
3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	40

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4.1 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL.....	41
4.1.1 Análise do layout atual	41
4.1.2 Análise do VSM do processo atual.....	43
4.2 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO FUTURA	44
4.2.1 Análise do layout futuro.....	44
4.2.2 Análise do VSM futuro	45
CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
APÊNDICE A - IMAGEM REPRESENTA O LAYOUT DO PRODUTO A E B.....	52
APÊNDICE B - REPRESENTA O <i>LAYOUT</i> DO PRODUTO C.....	53
APÊNDICE C - REPRESENTA O FLUXO ATUAL DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO PROCESSO.....	54
APÊNDICE D - REPRESENTA A SITUAÇÃO REAL DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VSM).....	55
APÊNDICE E - REPRESENTA O <i>LAYOUT</i> COM NOVO FLUXO DO PROCESSO	56
APÊNDICE F - REPRESENTA O NOVO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO PROCESSO.....	57
APÊNDICE G - REPRESENTA NOVO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (VSM).....	58

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

Com o crescimento do mercado de máquinas agrícolas as empresas vêm diversificando suas linhas de produtos para se tornarem mais competitivas, fazendo-se necessário ter ideias inovadoras, criar novos produtos, mais modernos e com novas tecnologias, que possam competir no novo cenário agrícola.

Hoje vivemos momentos em que a criatividade e a inovação se faz necessário na busca de diferencial competitivo. O uso da criatividade e inovação em processos de fabricação pode ser evidenciado em estudos de layout, utilizado pelas organizações com objetivo de otimizar os recursos disponíveis, ganhar agilidade, e assim, reduzindo perdas no processo produtivo.

Segundo Oliveiro (1967), o layout é um sistema que procura estudar “uma ótima combinação” das instalações industriais que competem para a fabricação de um produto dentro de um determinado espaço disponível. O estudo de layout abrange alterações em processos existentes, ou em planejamento de novos processos. Também procura organizar e integrar equipamentos mão de obra, material, áreas de movimentação e locais de estocagem de peças, enfim, todos os itens que possibilitam uma atividade industrial.

Conforme Peinado e Graeml (2007), o layout define um processo produtivo com a preocupação da localização física e da transformação de seus recursos. De forma simples, definir o layout é determinar onde alocar ou acomodar, todas as máquinas, equipamentos e pessoas ligadas à produção. Sendo assim, o processo se caracteriza de forma mais evidente, determinando sua forma e aparência.

Ainda conforme Peinado e Graeml (2007), o layout é um sistema que pode ser aplicado em qualquer tipo de ambiente, seja industrial, ou até em um simples mercado, dentro de uma área onde se deseja desenvolver um processo produtivo de qualquer natureza. Evidentemente a aplicação pode ser utilizada para organizar e planejar de forma simples o ambiente de trabalho, um processo produtivo torna-se um ambiente agradável, aumentando assim a produtividade e reduzindo mão-de-obra operacional. Funciona para organizar máquinas e equipamentos dentro de uma organização, com propósito de alinhar seus processos produtivos, produzindo de forma segura com qualidade para atingir os patamares da organização, satisfazendo gestores e seus clientes.

Peinado e Graeml (2007), destacam o layout orientado ao produto ou por linha de produção. Este tipo de layout é indicado quando um único produto ou determinado grupo de produtos semelhantes serão produzidos em grande volume. Nesse caso, máquinas ou postos

de trabalho são posicionados em uma linha de produção. A sequência dos equipamentos obedece a sequência das operações, as quais os produtos estarão submetidos. A determinação deste tipo de layout está frequentemente relacionada à obtenção da melhor combinação de tarefas a serem executadas em cada posto de trabalho.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho delimita-se em uma proposta de layout para otimização de uma célula de solda, buscando melhorias durante o processo atendendo a filosofia de kaizen, mostrando mapeamento de fluxo do processo e os resultados que se pode obter com esta mudança.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

As empresas estão em constante evolução com a sua forma de produzir e necessitam de mudanças em seus setores produtivos, para conseguir realocar seus equipamentos. Com isso, em um cenário cada vez mais competitivo, há uma busca contínua em inovação. A entrada de novos produtos, processos e descontinuação de produtos correntes, são necessários. Contudo, para mantê-las prósperas no ambiente em que estão inseridas, mudanças nos rearranjos físicos existentes, se fazem necessários.

A empresa em estudo vem inovando e melhorando sua linha de produtos agrícolas constantemente. Devido a isso, há uma necessidade de inserir um novo produto, mover dispositivos da área de um produto existente, manter parte de reposição e produção de um produto esporádico (em lote) em uma mesma área. A questão é: “Qual o impacto nos resultados do processo quando da aplicação de uma melhoria de layout em uma célula de soldagem”?

1.4 JUSTIFICATIVA

É importante para a empresa que o layout de uma organização seja pensado e preparado de forma que se possa aproveitar ao máximo todos os recursos disponíveis (pessoas e equipamentos) durante a execução dos trabalhos.

Toda vez que há necessidade de mudança em processos produtivos, os layouts também são afetados e precisam ser reavaliados. Devido às mudanças que as empresas vêm passando ultimamente, o setor de soldagem possui grandes desafios, os quais se referem à reorganização dos processos, distribuição das máquinas e ferramentas de forma a garantir os volumes de produção planejados. Este trabalho tem como objetivo criar e analisar uma

proposta de layout para um processo de soldagem e analisar o mapeamento do fluxo de processo, a fim de eliminar as atividades que não agregam valor.

1.5 OBJETIVO GERAL

Criar e analisar uma proposta de layout na área disponível para atender à necessidade existente, evidenciando melhorias usando a filosofia de *kaizen*, mapeando o fluxo do processo aplicando a ferramenta VSM, para eliminar atividades que não agregam valor.

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analisar o processo atual;
- Definir o ferramental e equipamentos envolvidos na mudança;
- Analisar o fluxo do processo atual;
- Estudar área disponível;
- Criar proposta de layout;
- Analisar o novo fluxo de processo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se assuntos referentes a proposta para otimização de layout nas empresas a fim de se tornarem cada vez mais competitivas. Avaliar o processo de funcionamento de layout ajuda a entender a dinâmica do processo de fabricação como um todo. Compreender a metodologia é um fator muito importante para avaliar se o novo método é realmente eficaz, ou se faz necessário a readequação do layout para um processo de soldagem.

Oliveiro (1985), afirma que todos os processos de uma fábrica precisam ser dinâmicos, para atender às novas exigências do consumidor, pois a concepção dos produtos podem sofrer alterações, aperfeiçoamentos, descobrindo novas alternativas e melhorando suas tecnologias.

2.1 LAYOUTS

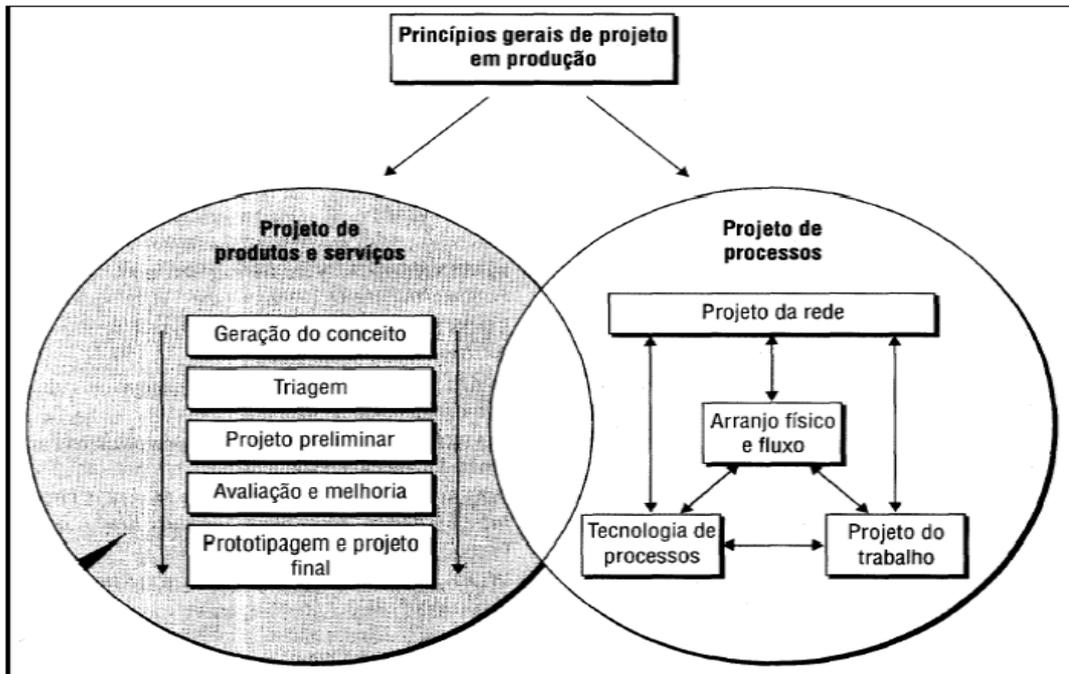
Stevenson (2001), “avalia que o arranjo físico é a configuração de departamentos, de centros de trabalho e de instalações e equipamentos, com destaque especial na movimentação otimizada, através do sistema, dos elementos aos quais se aplica o trabalho”.

Para Slack, *et al* (2002), o layout de uma operação do setor produtivo, preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação. Colocando de forma simples, definir o layout é planejar onde realocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoas ligadas à produção.

A definição e otimização de layout, é fundamental para o fluxo de materiais de um processo produtivo, esse processo tem um papel fundamental na organização das máquinas e fluxo de materiais. Os materiais percorrem distâncias mais curtas, os produtos atravessam a fábrica de forma mais rápida, facilitando assim a movimentação dos operadores e atendendo os clientes com mais eficiência.

Segundo Slack *et al* (1997), o layout de um processo produtivo de uma indústria preocupa-se com a organização das ferramentas e dispositivos instalados em um ambiente de trabalho. Uma célula de produção, sendo organizada determina sua forma simples e eficiente com a aparência. O layout, nessa conjuntura, é o resultado da organização que envolve todas as partes e instrumentos que o compõe, como: instalação dos equipamentos, ferramental e pessoas envolvidas nesse setor. O layout é responsável pelo melhor fluxo das atividades do trabalho, da produtividade, aproveitamento do espaço físico e organização de todo o ambiente. A Figura 1 mostra o papel do arranjo físico no modelo geral do projeto em produção.

Figura 1 – Imagem das atividades de projeto em administração de produção



Fonte: SLACK; CHAMBERS; HARLAND; HARRISON; JOHNSTON (1997).

2.1.1 Tipos de layouts

Para Corrêa e Corrêa (2006), o tipo básico de layout é a forma geral da disposição dos recursos produtivos para cada tipo de processo. E isso deriva em quatro tipos básicos: layout posicional; layout por processo; layout celular; layout por produto.

2.1.1.1 Layout posicional

Junior (2008), “layout posicional ou por posição física é a denominação do layout em um processo produtivo em que: os materiais, informações ou clientes fluem em volta do beneficiado”.

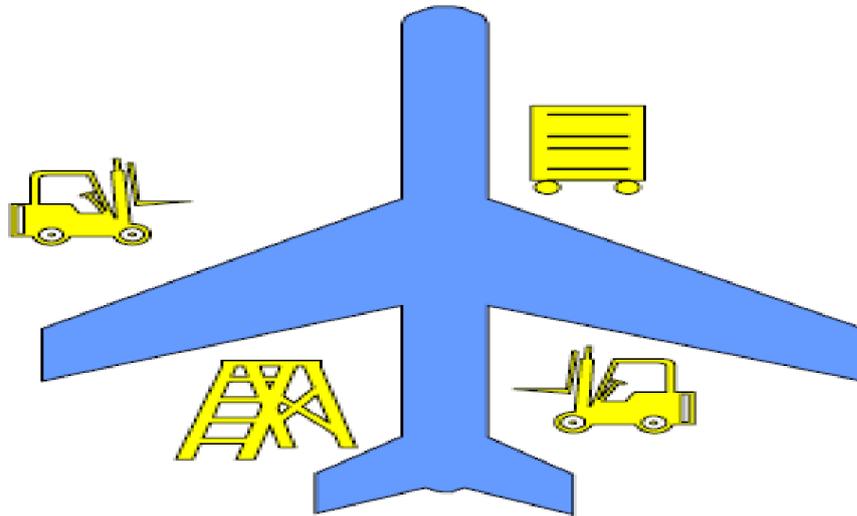
Peinado e Graelm (2007) afirmam que:

O layout posicional oferece como vantagem a imobilidade do produto, que se torna de fácil acesso para suas devidas transformações, a possível colocação de serviços terceirizados em grande parte do projeto e a implantação de sistemas de tecnologia da informação para o controle da produção.

Layout posicional: conforme Slack *et al.* (2007), é assim caracterizado devido aos recursos transformados não se moverem em torno dos recursos transformadores, ou seja, o produto é fixo, os recursos materiais e pessoas são distribuídos a seu contorno. A razão para este tipo de layout é quando o produto ou serviço é muito grande, para ser movimentado ou

muito delicado. Um exemplo bem conhecido é a construção de aviões. Conforme Figura 2 abaixo:

Figura 2 – Imagem representa o layout físico ou posicional.



Fonte: Adaptado de Pache (2012).

O layout posicional ou posição fixa, é de certa forma uma contradição em termos, já que os recursos transformadores não se movem entre os recursos transformados, pelo contrário. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem através de uma operação, o recurso transformado fica estacionário, sendo que as máquinas, equipamentos, instalações e pessoas movem-se em torno do processo na medida necessária. A razão para isso pode ser que, o modelo do produto ou o sujeito do serviço sejam extremamente grandes, para se mover em forma de linha, ou pode ser que o produto seja muito delicado para ser movido. Exemplo: aviões e navios.

2.1.1.2 Layout por processo

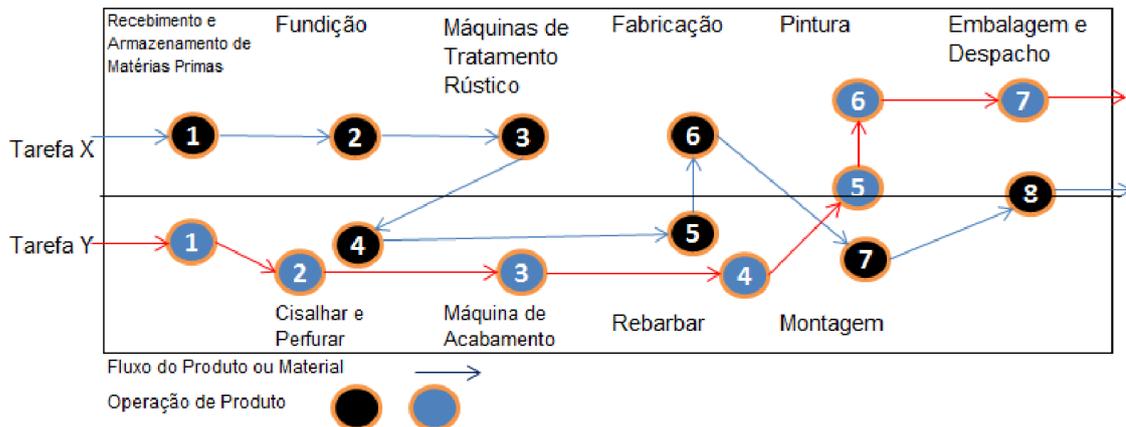
Para Slack *et al.*, (2007, p. 203). “Layout por processo é assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre a planta.”

Neste tipo de layout, os processos e serviços similares são aglomerados, para que seja adequado mantê-los desta forma, devido os processos serem de alta complexidade, onde o conjunto de recursos transformadores sejam favorecidos. Esse tipo de layout é aconselhado quando o volume de produção é medianamente baixo e a variedade de produtos é medianamente alta.

Olivério (1985), analisa que desta forma as operações do mesmo tipo são agrupadas no mesmo local ou divisão. Este tipo de layout pode ser empregado em ferramentarias e tem aspecto importante onde o procedimento de execução tem modo principal em comparação aos demais itens da produção. Este tipo de arranjo tem grande flexibilidade.

Layouts por processo, funcional ou “job shops”, como são chamados, são projetados para acomodar uma grande variedade de produtos e suas etapas de processamento. Esse tipo de layout pode ser indicado quando as instalações de manufatura produzem uma grande variedade de produtos personalizados, em lotes relativamente pequenos. Neste caso os processos são irregulares e as tarefas possuem variações, percorrendo diferentes roteiros de operação (GAITHER; FRAZIER, 2001). A Figura 3 Representa essa ideia.

Figura 3 – Imagem de layout por processo.



Fonte: Adaptado de Gaither e Frazier (2001).

O layout por processo tem algumas necessidades e conveniências dos recursos transformados, os quais constituem o processo na operação, portanto, dominam a decisão sobre o layout. Nesse tipo de layout, processos similares são localizados bem próximos uns dos outros. Um exemplo deste tipo de layout é a usinagem de peças para motores.

2.1.1.3 Layout Celular

Segundo Chase, *et al.* (2006), “o layout de tecnologia de grupo, ou celular, coloca máquinas diferentes em células para trabalhar em produtos que atendem formatos e requisitos similares de processamento”.

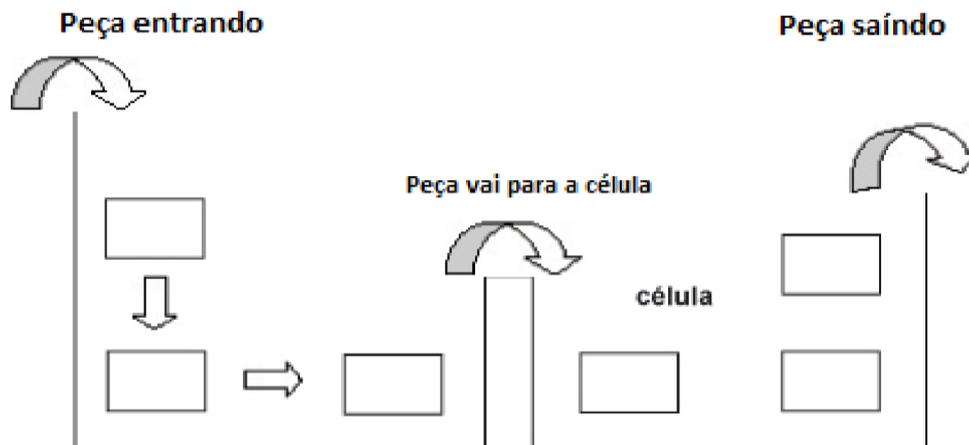
Para Davis, *et al.* (2001), “o layout celular utiliza fluxos lineares e pode ser arranjado por processo ou por produto. Sua principal característica é de conter em sua estrutura todos os recursos transformadores que são precisos para suprir as necessidades de processamento”.

Slack, *et al.* (2002) afirmam que:

O layout celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré selecionados (ou pré selecionam-se a si próprios) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender as necessidades de processamento se encontram.

Slack *et al.*, (2007, p. 205), define o layout celular, como sendo aquele onde os recursos transformados são pré-classificados para movimentar-se até uma parte específica da operação, na qual todos os recursos transformadores necessários para atender suas necessidades imediatas de processamento se encontram. Esse tipo de layout apresenta boa flexibilidade quanto a lotes (tamanho) e centralização, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Imagem de layout celular.



Fonte: Adaptado de Pache(2012).

O layout celular é assinalado por um método ou processamento, onde os produtos ou serviços acabados são direcionados a outro ponto onde continuarão os processos até chegar seu destino. O layout interno do módulo ou célula produtiva, pode ser do tipo arranjo físico por processo ou por produto. Este tipo de módulo também é criado para tentar trazer alguma ordem à complexidade de layouts por processo. O arranjo físico celular é indicado quando o volume de produção é medianamente alto e a variedade de produtos é medianamente baixa. Um exemplo deste tipo de layout é a fabricação de componentes de computador.

2.1.1.4 Layout por produto

Conforme Slack *et al.* (2007, p. 207), “o layout por produto envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado.”

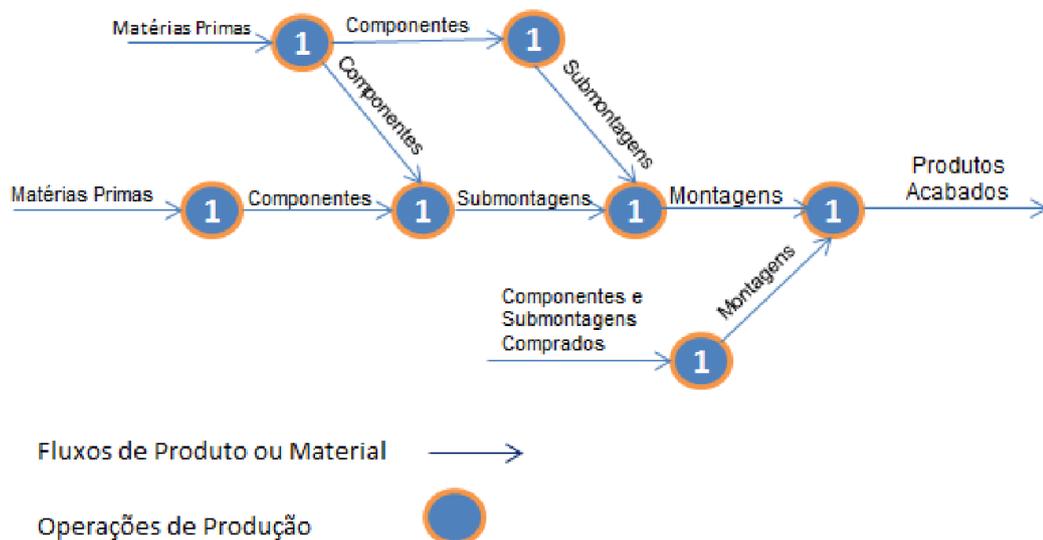
Para este tipo de layout, todo produto, informação e roteiro pré-definido seguem uma sequência de fluxo conforme foi planejado. Também conhecido como layout em linha, onde o produto segue um fluxo de processamento; como exemplo desse tipo de layout, pode-se citar uma linha de montagem de automóveis. O layout por produto é recomendado quando o volume de produção é muito alto e a variedade de produtos é muito baixa.

Segundo Martins e Laugeni (1999):

No layout por produto, as máquinas ou estações de trabalho são alocadas conforme a sequência de operações e são executadas de acordo com a sequência determinada, sem passar por caminhos alternativos. O material percorre o caminho estabelecido dentro do processo.

Os layouts por produto, são projetados para comportar um fluxo linear de materiais ao longo da instalação, onde os mesmos são produzidos. As montadoras de automóveis são bons exemplos de instalação, as quais usam esse tipo de arranjo físico. Nesse tipo de layout, usam as máquinas especializadas, as quais são configuradas uma única vez para executar uma operação específica, durante um longo período de tempo em um só produto, como podemos ver na Figura 5, (GAITHER; FRAZIER, 2001).

Figura 5 – Imagem de layout por produto.



Fonte: Adaptado de Gaither e Frazier (2001).

Para Slack, *et al.* (2002), o layout por produto define certo nível de conexão, entre os mais variados e diferentes processos que agregam seu valor. É uma operação alta em linhas de montagem, podendo chegar ao máximo em operações que trabalham com métodos de fluxos contínuos.

Segundo Chase, *et al.* (2006), “layout em linha é arranjado de forma a conformar-se ao máximo possível às necessidades de processamento do produto ou serviço produzido”.

Cada produto, elemento de informação, ou cliente segue um percurso predefinido no qual o seguimento de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Esta é uma forma pela qual, às vezes, esse tipo de layout é chamado de layout de fluxo ou linha. O fluxo dos produtos, informações ou cliente fica muito bem claro e previsível no layout por produto, o que faz dele um layout relativamente fácil de enxergar e controlar.

2.1.2 Vantagens e Desvantagens

A Figura 6 mostra algumas vantagens e desvantagens associadas a cada tipo de arranjo físico (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002)

Figura 6– Imagem das vantagens e desvantagens dos modelos de layout.

Vantagens e Desvantagens dos Modelos de Layout.		
Modelo	Vantagens	Desvantagens
Layout Posicional	Flexibilidade de mix e produto muito alta	Custos unitarios muito altos
	Produto ou cliente não movido ou perturbado	Muita movimentação de equipamentos e mao-de-obra
	Alta variedade de tarefas para mao-de-obra	As atividades e os espaços podem ser complexos
Layout por Processo	Alta flexibilidade mix de produto	Recursos com baixa utilização
	A para de um processo não afeta os demais	O estoque ou filas de cliente pode ser alto
	Os equipamentos e instalações são supervisionados com mais facilidade	Difícil de controlar o fluxo
Layout por Produto	Volumes altos com baixo custo unitario	Mix com baixa flexibilidade
	Equipamentos com oportunidade para especialização	Estação de trabalho sofre uma parada, toda produção é afetada
	Clientes e materiais se movimentam com	Processo pode ser repetitivo
Layout celular	Equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta	Pode se tornar caro a configuração do layout atual
	Para produtos diferentes rapida adaptação	Pode requerer capacidade adicional
	O resultado do trabalho em grupo pode melhorar a movimentação	Pode reduzir niveis de utilização de recursos

Fonte: Slack et al. (2007).

2.1.3 Importância do layout

Quanto ao layout fabril, Slack (2002), cita "a importância de se escolher o layout que mais se adequa às características e variedades de operação de manufatura".

Já Gaither e Frazier (2001), "dizem que o foco principal de se planejar ou modificar o layout de um setor de produção é minimizar os custos de processamento, logística e estocagem do mesmo".

Para Camarotto (2005):

Além da escolha de um *layout* ideal, ainda, como é necessário se estabelecer uma modulação que atenda o tipo de sistema produtivo estudado, com o objetivo de se reduzir a movimentação de materiais e insumos. Segundo Peinaldo (2004), um gerenciamento que aconteça de forma eficiente deste processo de movimentação interna ou fluxo interno de materiais, composto pela a armazenagem, permite a redução de custos através da redução de materiais ou produtos estáticos dentro do ambiente fabril, que não agrega valor.

2.1.4 Etapas para a elaboração do layout

De acordo com os autores Martins e Laugeni (1999), para elaborar um *layout* deve ser seguido algumas etapas, são elas:

- Determinar a quantidade a produzir;
- Planejar o todo e depois as partes;
- Planejar o ideal e depois o prático;
- Seguir a sequência local, layout global, layout detalhado, implantar e reformular sempre que necessário (até onde for possível);
- Calcular o número de máquinas;
- Selecionar o tipo de layout e elaborar o layout considerando o processo e as máquinas;
- Planejar o edifício;
- Desenvolver instrumentos que permitam a clara visualização do layout;
- Utilizar a experiência de todos;
- Verificar o layout e avaliar a solução;
- “Vender” o layout;
- Implantar.

Para Peinado e Graeml (2007), a tomada de decisão de um layout, é um processo decisório estratégico, onde vão ser estudadas mudanças da fábrica, serão realizadas grandes modificações ou ampliações que de certa forma afetarão bastante no processo produtivo, e naturalmente, serão feitos altos investimentos.

2.2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE MANUFATURA ENXUTA

Conforme Womack *et al.* (1992), Manufatura Enxuta é uma filosofia operacional criada no Japão pós Segunda Guerra Mundial, especificamente na Toyota, pelo Engenheiro Taiichi Ohno e seus colaboradores. Esta filosofia surgiu da necessidade da Toyota de eliminar desperdícios, para assim se tornar uma empresa com perfil para competir com as empresas automobilísticas americanas. O modo de produção enxuta visa uma manufatura flexível, estoques baixos, eliminação de desperdícios por todo o processo, redução de quebras e falhas,

layouts enxutos, identificação das atividades que agregam valor ao produto, etc. É uma filosofia que visa atender as necessidades dos clientes exatamente como eles desejam e no tempo certo.

2.2.1 Kaizen

Segundo Imai (1988), “Kaizen significa melhoria contínua. Mais do que isso, significa continuar melhorando na vida pessoal, na vida do lar, na vida social, na vida profissional. Quando aplicado ao local de trabalho, kaizen significa melhoria contínua envolvendo a todos, desde gerentes até funcionários de nível operacional por igual.” Na Figura 7 pode-se observar o conteúdo do conceito citado acima como “guarda-chuva”:

Figura 7 – Imagem do guarda-chuva de Kaizen.



Fonte: Imai (1988).

De acordo com Ferreira (2004), o *Kaizen* trabalha com a metodologia dos cinco porquês. Essa metodologia é utilizada para descobrir a causa raiz do problema. Isso define que as perguntas serão realizadas cinco vezes referentes a causa do problema, de que forma aconteceu, como aconteceu, etc. ou até não achar mais respostas. Dessa forma, o resultado encontrado será a causa raiz do problema, a qual deve ser trabalhada para que não ocorra novamente.

Conforme Womack *et al.* (1992), o Kaizen pode ser definido como um processo de melhoramento contínuo. O mesmo foi criado pelo renomado Taichii Ohno na fábrica da Toyota durante a década 40 e tinha o objetivo de aperfeiçoamento contínuo do processo produtivo fabril. Ohno implementou um sistema de melhoria contínua, onde os funcionários da Toyota poderiam realizar paradas programadas na produção com o intuito de identificar os problemas no processo produtivo da fábrica. Pequenas melhorias eram realizadas pelos funcionários no seu local de trabalho, pequenos reparos em ferramentas e máquinas, tornando a fábrica mais produtiva e sem desperdícios.

Para Werkema, (2006):

O método *Kaizen* tem como objetivo o alcance de melhorias rápidas através do emprego do senso comum e da criatividade para melhorar um processo individual ou um fluxo de valor completo. Geralmente, o *Kaizen* é utilizado para solucionar problemas de escopo restrito e é conduzido por uma equipe formada por pessoas de diversas áreas da empresa.

Ainda segundo Werkema (2006), o *Kaizen* pode ser aplicado nas seguintes situações:

- Quando algumas fontes de desperdício forem claramente identificadas;
- Quando o escopo do projeto está definido e compreendido pela equipe;
- Quando o risco de implementação é mínimo;
- Quando os resultados são necessários urgentemente;
- Quando é necessário aumentar a velocidade e adquirir credibilidade nas fases iniciais de um projeto de melhoria.

2.2.2 Just In Time – JIT

Gaither e Frazier (2001, p. 405), descreve o *Just in Time* como uma filosofia que se aplicada adequadamente, em todas atividades de manufatura necessárias para produzir um produto final, da Engenharia de Projetos e inclusão de todos os processos de transformação, começando pela matéria prima. O processo *Jus-In-Time* mantém somente estoque quando necessário; melhorando a qualidade, reduzindo os defeitos até chegar a zero; reduzindo os tempos de preparação, realizando essas atividades com menor custo possível. Com esses fatores pode-se reduzir ou eliminar desperdícios, durante o processo produtivo, na logística e nas atividades de apoio.

Conforme Gaither e Frazier (2001, p. 409), o *JIT* não vem de graça, algumas mudanças na fábrica devem acontecer antes que os benefícios possam ser percebidos. Essas mudanças podem ser:

- Melhorar programas de produção;
- Tornar as fábricas mais produtivas;
- Melhorar a produtividade nos centros de trabalho de manufatura;
- Treinar trabalhadores para que eles tenham múltiplas habilidades, tornando-os mais flexíveis;
- Reduzir a quebra de equipamentos, com planejamento de manutenção preventiva;
- Desenvolver um plano a longo prazo com fornecedores, evitando paradas de produção por falta de materiais.

Na obra de Slack *et al.* (2007), o JIT possui metodologias as quais devem ser realizadas e controladas para melhorar o funcionamento. São elas:

- Práticas básicas de trabalho: é uma preparação que deve estar à disposição de seus funcionários, são fundamentais para a implantação do JIT. A disciplina nesse processo é fundamental. Todas as pessoas devem estar alinhadas com o novo processo determinado.
- As empresas devem treinar e qualificar as pessoas, dar condições para que elas possam se desenvolver, tornando-se mais flexíveis e criativas. As pessoas envolvidas diretamente nas atividades do negócio, possuem maior autonomia, com responsabilidade de realizar as melhorias para o processo. As melhorias desenvolvidas auxiliam nas condições de trabalho, melhoram a qualidade de vida das pessoas, as quais se tornam mais comprometidas.
- Projeto para a manufatura: este método tem maior visão na eficiência da fase de projeto de produto, para a manufatura. Na hora de projetar, as análises são mais rigorosas, no conhecimento dos processos produtivos e com os que estão à disposição da empresa. A redução dos números de componentes complexos na montagem, reduziu significativamente os custos de produção.
- Foco na operação: Para Slack *et al.* (2007, p. 491) “O conceito do foco nas operações é que a simplicidade, a repetição e a experiência trazem competência e cada fábrica deve ter um conjunto limitado e gerenciável de produtos, tecnologias, volumes e mercados.”
- Slack *et al.* (2007), sugere usar máquinas simples e pequenas, em vez de máquinas grandes. Esta é uma técnica que possibilita investimentos menores, na compra de máquinas e equipamentos, dessa forma máquinas pequenas são movidas facilmente

de forma que a flexibilidade de layout pode ser ampliada sem o risco de erro nos investimentos.

- Arranjo físico e fluxo: conforme Slack *et al.* (2007), o layout deve permitir um fluxo suave de materiais, pessoas e dados nas atividades de manufatura. O layout deve permitir que os postos de trabalho, fiquem próximos uns dos outros, para não ter a criação de estoque intermediário. Os postos de trabalho devem ficar posicionados nos centros de trabalho, de tal forma que todos que produzem determinado componente, possam acompanhar visualmente o processo de fabricação de um determinado produto, gerando um fluxo transparente. As linhas de produção devem ser em “U” para aumentar a flexibilidade dos operadores e balancear a capacidade de cada posto de trabalho. O JIT sugere que seja adotado o layout celular.
- Manutenção Produtiva Total (TPM): segundo Slack *et al.* (2007), a TPM visa eliminar a variabilidade em processos de produção, a qual é causada pelo efeito de quebras não planejadas. Esta técnica é realizada com o envolvimento de todos os funcionários. Os operadores são treinados para realizar pequenos reparos e operações rotineiras do processo de manutenção de máquinas ou equipamentos no qual estão trabalhando. Ninguém melhor que o operador para ver se algo não está funcionando corretamente na sua máquina.
- Redução de set-up: de acordo com Slack *et al.* (2007), “set-up é definido como o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote”. Esta é uma técnica utilizada na redução do set-up aproximando ferramentas e equipamentos necessários para a realização da troca de ferramentas. A utilização de set-up externo, ou seja, quando a máquina está em funcionamento, é realizado externamente à preparação da ferramenta, com isso o tempo reduzido é bem significativo na troca de ferramenta.
- Envolvimento total das pessoas: mostra o comprometimento das mesmas com o processo. Slack *et al.* (2007), afirma em sua literatura que o método, presume que os funcionários assumam muito mais responsabilidades no uso de suas competências para o melhoramento de toda a corporação. Eles são treinados, capacitados e incentivados a assumir total responsabilidade sob todos os aspectos de seu trabalho. Por outro lado, acredita-se que irão ostentar tais responsabilidades com autonomia em sua própria área de trabalho.

- Visibilidade: os problemas resolvidos com os projetos de melhoria de qualidade e lista de verificação de operações devem ser vistos de forma clara e objetiva por todos os funcionários. Essa técnica é utilizada para que todos consigam compreender o que se passa no decorrer do processo.
- Fornecimento JIT: o material deve ser o necessário, na quantidade certa e no tempo certo para não ter perdas durante o processo.

2.2.3 Métodos “5S” (cinco sentidos)

De acordo com Ferreira (2004), o 5S é considerado como um fator importante para sustentação da manufatura enxuta onde se principia a eliminação de perdas em cinco fases de originalidade da língua japonesa: *seiri*, *seiton*, *seiketsu*, *seiso* e *shitsuke*.

Seiri: Senso de eliminação (descarte): é a primeira etapa a ser seguida no processo. É nessa fase que os colaboradores identificam o que será útil e o que será inútil no processo. Para que essa atividade seja bem entendida, é necessário avaliar o material antes que seja descartado, pois o mesmo poderá ser reutilizado. Este senso reduz necessidade de espaço, inventário, transporte; proporciona a movimentação interna, o arranjo físico e o controle de produção; evita a aquisição de ferramentas existentes; reduz custos, tendo maior retorno de capital.

Seiton: Senso da organização: tudo tem seu lugar demarcado, e todo item utilizado deve estar em seu lugar após a utilização. Este senso evita perda de tempo na procura de ferramental ou material necessário no processamento. Um exemplo: bancadas, painel com ferramentas; todas ferramentas devem ser sombreadas para evitar extravios das mesmas.

Seiso: senso de limpeza: todos devem ter na consciência que trabalhar em um lugar limpo e mantê-lo limpo é mais agradável. Esta fase a chefia necessita agregar o método de limpeza para incentivar o grupo e manter limpo a sua área de trabalho. É possível identificar fontes geradoras de sujeira ao realizar a análise da causa raiz e posterior eliminar as mesmas. Este senso proporciona um ambiente saudável e agradável; boa aparência da área; funcionários satisfeitos, com isso será mais produtivo.

Seiketsu: é o senso de padronizar: juntamente com as equipes de trabalho criam-se procedimentos padrões para que os senso anteriormente implantados sejam executados. Estes documentos padrões, podem ser na forma de formulários nos quais devem ser realizados os controles, demarcações para o controle da quantidade de estoque e sombreamento do quadro de ferramentas.

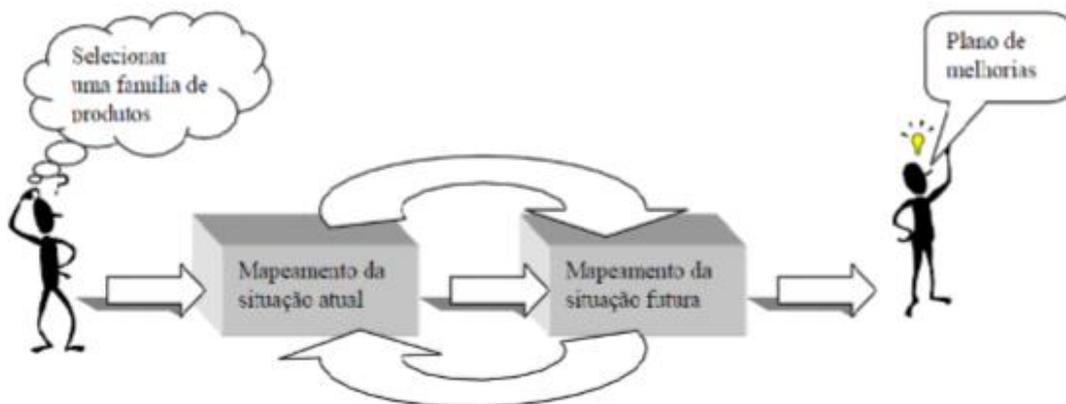
Shitsuke: é o senso de autodisciplina: é a última fase, deve ser trabalhado de forma dura pela chefia, para que haja a disciplina sistêmica do processo. Todos devem estar familiarizados e realizar a manutenção do 5S para que altos padrões sejam alcançados. A realização de auditorias tem como objetivo, verificar a adesão e manutenção dos padrões que servem para analisar os pontos fortes e os pontos fracos, esses devem ser melhorados no processo.

2.2.4 Mapeamento do fluxo de valor

Segundo Rother e Shook (1998), fluxo de valor é todo valor agregado ou não agregado necessário para tirar um produto do papel de estado de conceito para o estado de produto acabado, ou sendo um produto pronto para entregar a seu cliente, envolvendo (1) o fluxo de produção desde a matéria prima até a entrega ao consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento. O processo que mapeia a situação atual e propõe o estado futuro é dividido nas seguintes etapas:

- Seleção da Família de Produtos: A seleção envolve aqueles produtos com maior importância e também agregar as famílias de produtos quando possível;
- Mapeamento do Estado Atual;
- Mapeamento do Estado Futuro;
- Plano de Melhorias: Realizado com base nos desperdícios levantados no mapa de estado atual para que se possa atingir o mapa de estado futuro, conforme Figura 8.

Figura 8 – Imagem mostra as etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor.



Fonte: Gonçalves & Sant'Anna (2006)

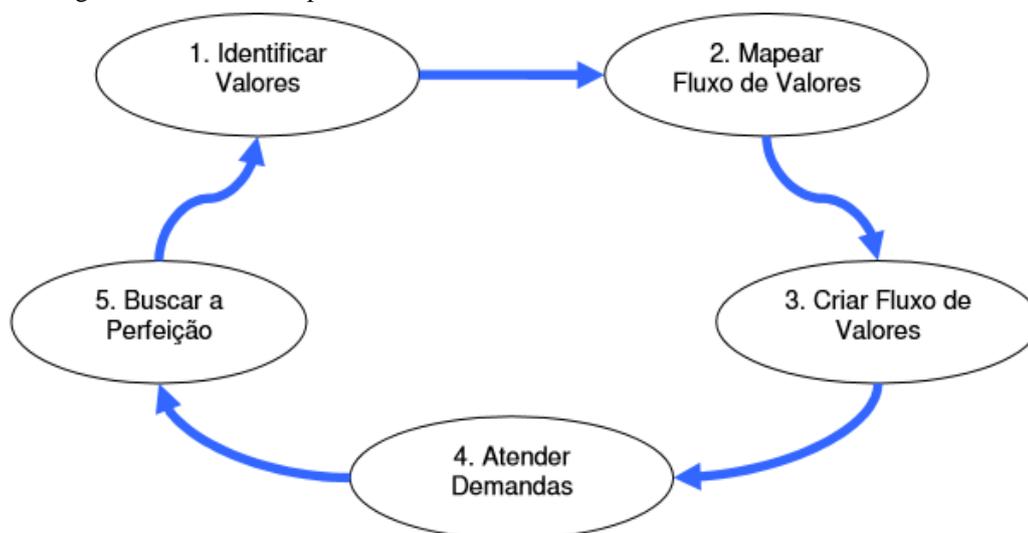
O conceito de mapa de fluxo de valor é definido como:

É seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Então, formula-se um conjunto de questões chave e desenha-se um mapa do estado futuro de como o processo deveria fluir. Fazer isso repetidas vezes é o caminho mais simples para que se possa enxergar o valor e, especialmente, as fontes de desperdício. (ROTHER ; SHOOK, 1998).

2.3 PRINCÍPIOS DO LEAN

De acordo com Womack e Jones (2004), em sua obra evidencia que “Mentalidade Enxuta”, é uma forma de fazer mais com cada vez menos - menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo em menos espaço e no mesmo tempo oferecer exatamente ao cliente o que eles desejam. A partir destes pontos o autor descreve os cinco princípios para o combate aos desperdícios nas operações: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição. Estes princípios devem ser seguidos quando são realizados os projetos ou melhorias nos processos de fabricação. Abaixo estão descritos os princípios do Pensamento Enxuto (do inglês *Lean Thinking*), conforme especificado na Figura 9.

Figura 9 – Imagem dos Cinco Princípios do Lean



Fonte: Adaptado de: WOMACK; JONES; DANIEL.

2.3.1 Especifique o valor

Segundo Womack e Jones (2004), o Valor de um produto é definido pelo cliente final. O Valor gerado deve atender as necessidades dos clientes, são as empresas que definem os recursos necessários para criar o produto, satisfazendo a clientela. O preço dos produtos deve ser competitivo com o mercado a fim de manter a empresa no negócio. O aumento do lucro é consequência da melhoria contínua dos processos com o objetivo de redução dos custos, através da eliminação de desperdícios e aumento da qualidade percebida pelo cliente.

Para Womack e Jones (2004), é difícil começar do ponto certo e definir corretamente o Valor porque a maioria das empresas tem a tendência de fabricar o que já existe no mercado e a maioria dos consumidores costumam pedir variações do que já existe. No momento em que fornecedores e clientes decidem repensar o Valor, há uma tendência natural de buscar a forma mais simples e de baixo custo, ao invés de analisar o conjunto de Valor e questionar as antigas definições para saber o que realmente é necessário.

Womack e Jones (2004), afirmam que a grande maioria das empresas têm dificuldade de atribuir Valor ao produto, isso porque há uma tendência natural em definir o Valor da forma mais adequada às próprias necessidades. A definição de Valor certamente mudará se as empresas decidirem analisar o fluxo completo de fabricação e entrega do produto através da visão dos clientes.

Conforme Womack e Jones (2004), as empresas têm necessidade fundamental de repensar o Valor a seus clientes. Para o sucesso das organizações é fundamental que estas aceitem os desafios de mudanças na definição de Valor, pois isso será a chave para encontrar mais clientes.

O elemento final para “especificar Valor” é determinar o custo alvo dos produtos com base nos recursos disponíveis e no esforço necessário para fabricação. Considerando um produto com determinadas especificações e a capacidade da empresa em produzi-lo, se todo desperdício visível for eliminado do processo, então a empresa terá descoberto o segredo para diminuição do desperdício. Tendo definido o custo-alvo para o produto, esse custo se tornará a lente para examinar cada etapa do fluxo de Valor, desde o desenvolvimento do produto, definição do processo de produção e a produção em si. De uma visão geral, devemos questionar se os processos de realização do produto, estão criando Valor sob o ponto de vista do cliente, ou seja, se o cliente estaria realmente disposto a pagar por isso. (WOMACK; JONES, 2004).

2.3.2 Identifique o fluxo de valor

Segundo Womack e Jones (2004), para a criação de um mapa de fluxo de Valor precisamos identificar as ações necessárias para projetar, pedir e produzir um produto específico, em seguida dividi-las em três categorias: (1) aquelas que realmente criam valor, conforme percebido pelo cliente; (2) aquelas que não criam valor, mas são necessárias para o sistema de desenvolvimento dos produtos; (3) as ações que não criam valor conforme percebido pelo cliente. Estes últimos são os que deverão ser eliminados do processo. As

empresas devem verificar o fluxo de valor desde a fase de criação do produto até a entrega para o cliente.

De acordo com Womack e Jones (2004), a prateleira de um supermercado, se observadas segundo a perspectiva do corredor, é um excelente ponto de observação do fluxo de Valor, pois é lá que milhares de fluxos de valores chegam às mãos dos clientes. Não é só produto físico, estimulado pela decisão dos compradores, que culmina nas prateleiras dos supermercados, mas também todo o processo do desenvolvimento desse produto até chegar à prateleira. Taiichi Ohno considerou a observação do produto nas prateleiras do supermercado uma questão central que o inspirou na criação de um sistema de gerenciamento do fluxo, o chamado *Just-in-time (JIT)*.

Para Womack e Jones (2004), em resumo, o pensamento enxuto precisa ir além da empresa. Todas as atividades envolvidas na definição, desenvolvimento e fabricação de um produto, da concepção a sua disponibilidade, passando pelo projeto detalhado da venda inicial e os demais processos dentro da organização até chegar ao cliente final deve ser planejado sob o ponto de vista de “fluxo de valor” considerando a visão do cliente.

Na produção enxuta o que realmente precisa se fazer é construir um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. Deve-se ligar todos os processos, desde o consumidor final até a matéria prima, para se obter um fluxo regular sem retornos gerando o menor “lead time” e a mais alta qualidade, com custo mais baixo. (ROTHER; SHOOK 2003).

Conforme Womack e Jones (2004), comece a avaliar todas as atividades necessárias para que se possa produzir produtos especiais, para ver como elas se comportam umas com as outras. Em seguida comece a analisar essas ações, que isoladamente ou em combinação não criam nem otimizam valor para o cliente. O conselho que se dá hoje às empresas é simples: esqueçam os concorrentes, busquem a perfeição concentrando-se em atividades que constituem desperdícios, e elimine-as. Esse pode ser um método padrão absoluto, e não relativo, que pode servir como exemplo para qualquer empresa ou organização.

2.3.3 Fluxos contínuos

Womack e Jones (2004), afirmam que após a eliminação do que não agrega valor, deve-se dar fluidez aos processos e atividades que restaram. Estes princípios exigem mudanças culturais na mentalidade das pessoas envolvidas, pois elas deverão deixar de lado a questão individual de resultados e partir para o resultado em equipe, ou seja, o resultado do processo. Redistribuir as atividades do processo que restaram é algo difícil e estimulante. A

criação de fluxos contínuos reduz o tempo de atravessamento dos produtos, processamento dos pedidos e diminuição dos estoques. A empresa fica mais ágil à resposta dos clientes e atende suas necessidades quase instantaneamente.

Segundo Womack e Jones (2004), uma vez especificado o “Valor” com precisão, identificado o “Fluxo de Valor” e eliminando os desperdícios, passamos para o próximo passo. Fazer com que as etapas do processo fluam continuamente. Para isso necessita-se fazer as tarefas semelhantes em lotes, ou seja, no departamento de pintura pintar todas as peças verdes, depois as peças vermelhas e assim consecutivamente. Nesta abordagem os membros do departamento se mantêm ocupados, funcionando sem parar, tornando o processo mais eficiente. Se o mesmo processo fosse feito por peça, uma peça verde e na sequência, uma peça vermelha o processo não seria produtivo.

De acordo com Womack e Jones (2004), os primeiros a perceber totalmente o potencial do fluxo contínuo foram Henry Ford e seus sócios. Na época, reduziram mais de 90% a quantidade de esforços necessários para montar o modelo T da Ford, simplesmente adotando o fluxo contínuo na montagem final. Em seguida, ele faz o mesmo para o fluxo de matéria-prima e expedição do carro acabado, obtendo um saldo de produtividade semelhante. Mas ele só descobriu que seu método funcionou quando seu volume de produção era alto para justificar linhas de montagem em alta velocidade.

Conforme Womack e Jones (2004), a utilização do fluxo em todo tipo de atividade humana não se dará de forma fácil. Segundo o autor, para os gerentes no início de suas atividades é muito difícil de enxergar e compreender o fluxo de valor. No entanto, ao começar a enxergar e compreender o fluxo, muitos problemas precisam ser deixados de lado para implementar totalmente o fluxo e mantê-lo. A insistência no princípio do fluxo que pode ser aplicado em qualquer atividade ou processo, mesmo que as consequências sejam drásticas. Na verdade, todo esforço humano, tempo, espaço, ferramentas e estoques necessários para projetar e fornecer um determinado serviço, pode ser reduzido rapidamente pela metade e se manter estável a partir deste ponto, reduzindo novamente os inputs.

Portanto, as técnicas de fluxo são definidas em três etapas:

A primeira etapa, uma vez definido e identificado todo fluxo de valor será necessário focalizar no produto real, resolver os problemas e que o foco não se perca em nenhum momento da etapa inicial até a conclusão.

A segunda etapa, ignorar fronteiras tradicionais de atividades, no pensamento de se criar uma empresa enxuta, eliminando todas as barreiras ao fluxo contínuo do produto.

A terceira etapa, repensar as práticas e ferramentas de trabalho a fim de eliminar desperdícios como sucatas e paralisações de todo tipo, a fim de que o projeto, a emissão de pedidos e a fabricação possam prosseguir continuamente sem problema.

Ainda conforme Womack e Jones (2004), mencionam uma técnica que coloca as empresas no lugar certo para servir os clientes. E grande número de empresas concentrou-se na aquisição de máquinas grandes e mais rápidas para eliminar a mão de obra direta. Além de caminhar em direção a instalações centralizadas enormes para família de produtos, terceirizando cada vez mais a produção que servem grandes montadoras.

Em uma empresa, onde o trabalho flui corretamente também se cria condições de fluxo psicológico. Os funcionários são instruídos a fazer as atividades corretamente e por sua vez enxergar o status de todo o esforço que gera o PPR (participação nos resultados). E para manter o fluxo sequencial sem que ocorra problemas, é um desafio contínuo e muito difícil, mas a equipe de trabalho tem as habilidades e formas de pensar que equivalem os desafios. É com foco na perfeição que todo o sistema é mantido em criação permanente que demanda concentração.

2.3.4 Produção puxada

Segundo Womack e Jones (2004), produção *puxada* é um passo fundamental para o pensamento enxuto, pois as empresas não mais empurram seus produtos para os clientes, mas os clientes puxam a produção de acordo com as necessidades. Entende-se como “clientes” os consumidores finais ou posto de processamento subsequente. Com a produção puxada os estoques em processo diminuem agregando valor ao cliente.

O objetivo de colocar um sistema puxado entre dois processos é ter uma maneira de dar a ordem exata de produção ao processo anterior, sem tentar prever a demanda posterior e programar este processo. Sistema puxado é um método para controlar a produção entre dois fluxos. Liberta-se dos elementos do MRP que tentam programar as diferentes áreas de sua planta. Deixe as retiradas do processo posterior no caso de um supermercado determinar quando o processo anterior vai produzir e em que quantidade. (ROTHER; SHOOK).

De acordo com Womack e Jones (2004), o primeiro efeito da conversão de um processo convencional em “Produção puxada” é visual. Basicamente, objetiva-se a conversão de “departamentos” e “lotes” em grupo de produtos por similaridade e fluxo do processo. Com isso, o tempo contabilizado desde a aquisição da matéria prima até a entrega do produto manufaturado ao cliente final, cai drasticamente.

Na implantação desse processo, se não conseguir reduzir pela metade o tempo de desenvolvimento de produto, 75% no processamento de pedidos e 90% na produção física, certamente está acontecendo algo de errado. Os sistemas enxutos podem acomodar qualquer produto em produção com qualquer combinação de modo a acomodar imediatamente as mudanças de demanda. (WOMACK; JONES, 2004).

2.3.5 Perfeição

A base do conceito do pensamento enxuto é a eliminação dos desperdícios dentro das empresas. Desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor, ou seja, são as atividades que não agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente, mas são realizadas dentro do processo de produção (SALGADO, 2009).

Womack e Jones (2004), afirmam que a perfeição deve ser o objetivo de todos envolvidos os fluxos de valor. O pensamento deve ser sempre em que “não há nada que não possa ser melhorado”. A busca do melhoramento contínuo na procura do estado perfeito deve servir de guia para as empresas. O processo deve ser transparente e claro para todos envolvidos na cadeia de valor para que tenham profundo conhecimento e assim estejam aptos a contribuir com o processo de melhoria contínua, criando novas formas de geração de valor para o cliente.

Segundo Womack e Jones (2004), a medida que as empresas começarem a enxergar o *Valor* com precisão e identificarem o fluxo de valor total, a medida que passos para criação de valor fluam continuamente e deixam que os clientes puxem o valor, o pensamento enxuto começa a ser estabelecido na organização. O quinto e último conceito do pensamento enxuto preconiza oferecer um produto que se aproxime cada vez mais do que realmente o cliente deseja.

De acordo com Womack e Jones (2004), os quatro primeiros princípios integram entre si, fazem com que o valor flua mais rápido e sempre expõe os desperdícios ocultos no fluxo de valor, quanto mais puxar, mais obstáculos irão aparecer ao fluxo permitindo sua eliminação. Equipes especializadas em diálogos direto com clientes sempre encontram formas que apontam o valor com mais precisão e muitas vezes aprende-se formas de ampliar o fluxo e a puxada também.

Conforme Womack e Jones (2004), a forma de eliminar desperdícios, às vezes, exige novas tecnologias nos processos e novos conceitos de produtos, os conceitos em geral são simples e prontos para implementar de imediato.

Ainda conforme Womack e Jones (2004), para eliminar o desperdício, as empresas que iniciam suas atividades sem ter uma visão certamente fracassam. Por outro lado, empresas cheias de visão e energia, mas que não tiveram seu sucesso, buscaram a perfeição em várias direções. É preciso selecionar as ideias mais importantes, três ou quatro, trabalhando nas mesmas e que podem levar a empresa a um nível de sucesso e não deixando de lado as menos importantes, mas sim, trabalhando como projetos de melhoria.

Para Womack e Jones (2004):

Com base em anos de *benchmarking* e observações em organizações no mundo inteiro, desenvolvemos as seguintes regras básicas: a conversão de um sistema de produção clássico, baseado em lotes e filas para um fluxo contínuo e eficaz com a produção puxada pelo cliente duplicará a produtividade de mão-de-obra ao longo do sistema total (para trabalhadores diretos, gerentes e técnicos, da matéria prima ao produto acabado) e, ao mesmo tempo, reduzirá em 90% o tempo de *throughput*, reduzindo também em 90% os estoques do sistema. Os erros que chegam até o cliente e a sucata dentro do processo de produção em geral ficam reduzidos à metade, bem como os acidentes de trabalho. O tempo de lançamento de novo produto de mercado cairá pela metade e pode-se oferecer uma variedade maior de produtos, dentro de famílias de produtos, a um custo adicional muito modesto. Além disso, os investimentos de capital necessários serão muitos modestos, até negativos, se as instalações e o equipamento puderem liberados e vendidos.

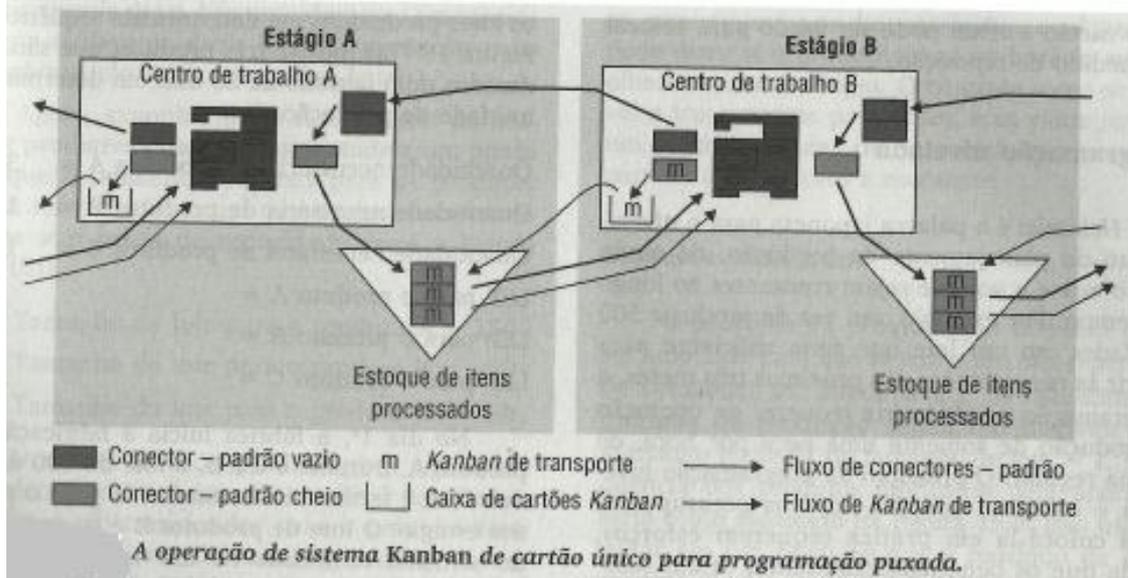
2.4 SISTEMAS DE PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

A programação da produção aborda o planejamento de curto prazo. Basicamente, a programação da produção consiste em decidir quais atividades produtivas (ou ordens de trabalho) devem ser realizadas, quando (momento de início ou prioridade na fila) e com quais recursos (matérias-primas, máquinas, operadores, ferramentas, entre outros) para atender à demanda, informada ou através das decisões do plano mestre de produção ou diretamente da carteira de pedidos dos clientes. Este conjunto de decisões é dos mais complexos dentro da área de administração da produção.

2.4.1 Kanban

Para Slack *et al* (2007), o *Kanban* é um método usado para operacionalizar o princípio de planejamento e controle da produção puxada. O mesmo tem sua tradução do japonês e significa cartão ou sinal. Tem a função de controlar a movimentação de materiais de um estágio ou posto de trabalho para outro, dentro do processo. Serve para avisar o fornecedor que será necessário enviar mais material ao seu cliente ou processo subsequente, a Figura 10 representa essa ideia.

Figura 10 – Imagem do Sistema Kanban: Produção Puxada.



Fonte: Slack *et al* (2007).

Ainda conforme Slack *et al* (2007), o *Kanban*, pode ser um ponto de recebimento de material, um rack que cabem várias unidades de material ou também pode ser demarcado no chão de fábrica como um quadrado. Quando uma dessas unidades denominadas *kanban* estiver vazio, o operador da estação de trabalho destaca o cartão *kanban* da embalagem vazia e coloca em um coletor, onde o mesmo é recolhido pelo facilitador de logística, visualiza esta necessidade e faz a solicitação de material do cliente. Quando o *kanban* estiver cheio não há necessidade de solicitação de material.

Conforme Slack *et al.* (2007), existem três tipos de *kanban*, o *kanban* de movimentação ou transporte, o *kanban* de produção e o *kanban* do fornecedor.

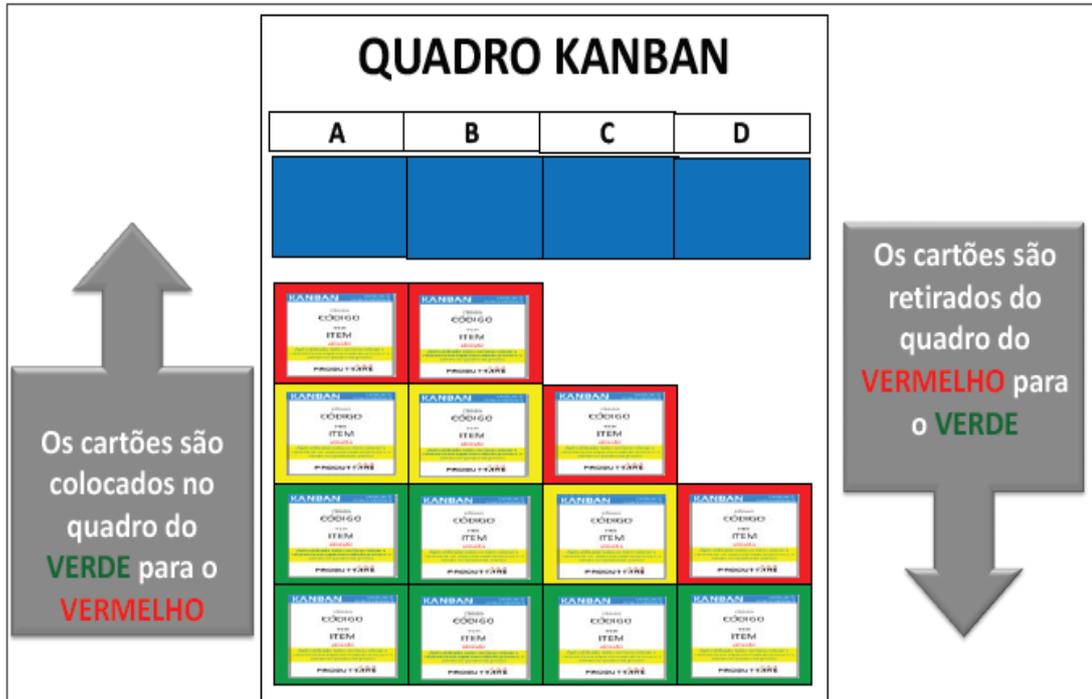
Kanban de movimentação ou transporte: este *kanban* serve para avisar o ponto anterior que o material pode ser retirado e transferido ao ponto onde será usado. Este cartão contém várias informações importantes para que o material não seja destinado ao local errado, tais como: código do item, a data que o cartão foi criado, pontos de coleta ou local a ser retirado e ponto de consumo, ou seja, onde deverá ser destinado o material.

Kanban de produção: este é um sinal que é emitido à área de produção informando a necessidade de produzir determinado item e enviá-lo ao estoque. As informações que este cartão normalmente contém, são: nome e descrição do processo que vai efetuar a fabricação do item, a quantidade a ser produzida, os materiais necessários e o destino que o item deverá ser enviado após a fabricação.

Kanban do fornecedor: serve para avisar ao fornecedor que este deve fabricar o item ou os itens, a fim de enviar material a um determinado local ou estágio onde é consumido.

Este tipo de cartão contém as mesmas informações do kanban de movimentação ou transporte, e a diferença é que esse é utilizado com fornecedores externos de acordo com a ilustração da Figura 11.

Figura 11 – Imagem do Funcionamento do Quadro de Cartão Kanban.



Fonte: Caderno de Ferramentas do Programa Indústria Mais (SEBRAE, 2015).

Conforme Ribeiro (1999), ele cita algumas *vantagens* do cartão *kanban* são:

Eliminação de emissão e controle de documentos; gerenciamento não burocrático; motivacional (atrai a participação da mão-de-obra); envolvimento das pessoas (grupos de melhorias); mão-de-obra dedicada e compromissada com o processo; valorização do empregado fazendo com que ele sinta a importância de sua contribuição para o sucesso do sistema; processos controlados pela produção; redução drástica dos estoques; redução máxima das perdas (áreas, movimentação de materiais, mão-de-obra, espaço de fabricação e almoxarifados); aumento do capital de giro; cumprimento de 100% do programa (metas atingidas); baixo custo de implantação; reduz os custos de fabricação.

2.5 ESTUDOS DOS TEMPO E MOVIMENTOS

Segundo Peinado; Graeml (2007):

O estudo de tempos, movimentos e métodos aborda técnicas que submetem a uma detalhada análise de cada operação de uma dada tarefa, com o objetivo de eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e determinar o melhor e mais eficiente método para executá-la.

Chiavenato (1993), por sua vez, aborda os princípios de economia de movimentos propostos por Gilbreth. O primeiro princípio diz respeito ao uso do corpo humano, enquanto

que o segundo refere-se ao acondicionamento dos materiais necessários para a produção no local de trabalho e o terceiro concentra-se ao desempenho dos equipamentos e máquinas utilizados. Dessa forma, podiam-se reduzir os movimentos desnecessários e assim aumentar a produtividade.

Para Martins e Laugeni (1999), os equipamentos necessários à execução de um estudo de tempos consistem em: um cronômetro; uma filmadora; uma prancheta e uma folha de observações ou cronometragem (usada para o registro dos tempos, descrição da operação, nome do operador, especificações do material e ferramentas, data e local do estudo).

De acordo com Ferreira (2004):

A padronização das operações busca a otimização dos processos de manufatura. Realiza o balanceamento das atividades em função do tempo de avanço (*takt time*) com a visão de eliminar o que não agrega valor ao processo, assim, criando fluxos de processamento evitando perdas por movimentações desnecessárias e variações no tempo de ciclo, atendendo a entrega conforme a demanda.

Para Rother e Shook (2003), o *takt time* é o tempo que se leva para produzir um item ou um produto acabado de acordo com a necessidade do cliente. O cliente é quem define a velocidade da produção de uma empresa e o *takt time* tem a função de ligar o ritmo de vendas ao ritmo de processamento de uma fábrica. A equação do cálculo de *takt time* está ilustrada na Figura 12.

Figura 12 – Imagem da Equação do Takt Time.

$$Tkt = \frac{TOL/P}{DC/P}$$

Onde: *Tkt* = Takt Time (minutos ou segundos)
 TOL = Tempo Operacional Líquido (minutos ou segundos)
 DC = Demanda do Cliente ou Necessidade do Cliente (unidades)
 P = Períodos ou Turnos

Fonte: Rother; Shook (1999)

Conforme Blati *et al.* (2010), pode-se concluir que o tempo *Takt*:

É o ritmo que a produção deve seguir para atender à demanda (o *Takt time* definido se torna referência única para todo o sistema de produção). Por isso, é necessário um compromisso mútuo entre todas as áreas envolvidas: Vendas, Marketing, Produção, Manutenção e Suprimentos. Um ritmo de produção mais rápido gera estoques, ao ponto que um ritmo de produção mais lento pode gerar diversos desequilíbrios na produção, tais como refugos, retrabalhos, horas extras, etc. O objetivo do *Takt time* é, portanto, adequar a produção à demanda – e não o oposto.

Conforme Womack, *et al.* (1992), o tempo ciclo pode ser definido como o tempo decorrido entre duas unidades sucessivas de um produto produzido por uma célula de produção, também pode ser interpretado como o ritmo de produção necessário para atender a uma determinada demanda. O tempo ciclo, portanto, procura associar e cadenciar o ritmo de produção ao ritmo das vendas.

Segundo Fleury (1998), o estudo de tempos e movimentos é definido como o estudo sistêmico da maneira que as atividades são conduzidas com objetivo de projetar o melhor procedimento de trabalho, buscando sempre o menor custo, padronizando esta técnica de trabalho e determinando o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar uma operação específica.

Com relação à velocidade em que um operador trabalha, Fleury (1998), afirma que quando o operador trabalha em ritmo normal, dizemos que o fator ritmo ou sua eficiência é de 100%, tendo-se que:

- Eficiência = 100% - Velocidade Normal;
- Eficiência > 100% - Velocidade Acelerada;
- Eficiência < 100% - Velocidade Lenta.
- Então: Tempo normal = $TN = TO \times FR$.

A avaliação do ritmo da produção é subjetiva e fica a critério do cronoanalista. O “Tempo Normal” de produção é o Tempo Real corrigido pelo ritmo do operador (BLATI *et al.* 2010).

Onde: TR = Tempo real

TN = Tempo normal

EF = Eficiência do operador

Ainda conforme Fleury (1998), algumas paradas durante a execução do trabalho devem ser consideradas. Para isso, acrescenta-se as tolerâncias no cálculo do tempo, nas quais são consideradas as necessidades fisiológicas e a recuperação da fadiga. Nesse caso, o tempo padrão será calculado da seguinte forma:

Tempo padrão = $TP = TN \times 100 / (100 - TOL\%)$

Onde: TOL% = Soma das tolerâncias referente as necessidades fisiológicas e a recuperação da fadiga.

O Tempo de ressuprimento, conforme George (2004, p. 35), “é o tempo que o operador leva para entregar seu serviço, ou produto, uma vez disparado o pedido”. Em outras bibliografias pode ser encontrado uma definição semelhante a essa para a expressão lead time.

Corrêa e Giansesi (1994, p.110) definem que:

O lead time, ou tempo de ressuprimento de um item, é o tempo necessário para seu ressuprimento. Se um item é comprado, o lead time refere-se ao tempo decorrido desde a colocação do pedido de compra até o recebimento do material comprado. Se trata-se de um item fabricado, o lead time refere-se ao tempo decorrido desde a liberação de uma ordem de produção até que o item fabricado esteja pronto e disponível para uso.

3 METODOLOGIA

Segundo Jung (2004, pg. 227), “é um conjunto de técnicas e procedimentos que tem por finalidade viabilizar a execução da pesquisa, obtendo-se um novo produto, processo ou conhecimento”.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Quanto à natureza, a característica da pesquisa tem caráter aplicado ou tecnológico. De acordo com Jung (2004), a pesquisa exige um real conhecimento baseado na experiência e na observação das variáveis que estão sujeitas a um sistema físico real. Esta forma de pesquisa exige: “saber fazer e fazer bem feito”. Este trabalho objetiva a aplicação dos conhecimentos básicos adquiridos ao longo do período acadêmico, e tem o objetivo de criar e definir uma proposta de layout para um processo de solda através do conhecimento do processo em pesquisa.

Quanto aos objetivos gerais, este trabalho está fundamentado na pesquisa exploratória. Conforme Gil (2007), esta objetiva proporcionar maior familiaridade com o problema com a finalidade de aprofundar-se no contexto para a formulação de uma solução simples e clara. Esta pesquisa envolve a categorização dos conceitos teóricos através do levantamento e análise bibliográfica.

Quanto ao modelo da abordagem, a pesquisa é qualitativa. Segundo Jung (2004), a pesquisa qualitativa é descritiva, suas informações não são quantificáveis. Os dados obtidos serão analisados a partir da situação que a empresa se encontra. Para isso será analisado o processo atual, será definido as ferramentas e equipamentos envolvidos na mudança, analisado o fluxo do processo, estudo da área disponível, elaborar e otimizar uma proposta de layout.

Este trabalho tem como procedimento técnico, um estudo de caso, uma vez que o pesquisador participa de todas as fases da pesquisa, pois de acordo com Jung (2004), define como sendo um procedimento de pesquisa que investiga a situação atual, inserida em um contexto da vida real. A elaboração e otimização do Layout foi realizada em uma instalação de uma empresa do ramo de máquinas e implementos agrícolas, situada na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Com relação aos requisitos teóricos, os procedimentos metodológicos baseiam-se em revisão bibliográfica, ou seja, é um estudo desenvolvido através de pesquisas em materiais como livros, revistas, periódicos e materiais de acesso eletrônico disponíveis ao público em

geral, sendo que a coleta dos dados foi realizada basicamente através de acompanhamento em referências de documentos e observações “in loco” (no próprio local) disponibilizados pela empresa em que se realizou o estudo.

3.2 ETAPAS PARA COLETA DE DADOS

- 1ª Etapa: A primeira etapa consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica onde foram realizados levantamentos e estudos de publicações como livros e artigos acerca do tema.
- 2ª Etapa: Na etapa seguinte foi feito um levantamento de dados na empresa, através de um estudo de caso, analisando o layout por processo e o seu fluxo de processo atual. Essa etapa foi realizada com o auxílio de apresentações, observações e documentações da empresa.
- 3ª Etapa: Em seguida, foi realizada a análise dos dados, confrontando o que a empresa aplica com os conceitos da filosofia de manufatura enxuta (VSM) (*value-stream-mapping*), citados neste trabalho. Após isso, um maior enfoque foi dado ao processo de fabricação, descrevendo suas etapas passo-a-passo e relatando a aplicação da ferramenta de melhoria contínua Kaizen no respectivo processo.
- 4ª Etapa: Finalmente, foram tecidas conclusões sobre o tema em questão e acerca das melhorias proporcionadas pela ferramenta no processo em destaque.

3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

O trabalho foi realizado com análises feitas na prática, efetivamente dentro da célula de soldagem em um ambiente fabril. Através das análises feitas da estrutura existente foi executado um rearranjo em parte do layout por processo existente. Para esse rearranjo, optou-se por uso de um computador com software, AutoCAD 2009 da Autodesk. No desenvolvimento das atividades apenas parte da área disponível será usada para o rearranjo de máquinas, equipamentos e ferramentas; outra parte ficará disponível para desenvolvimento de um novo produto que não vai fazer parte deste trabalho. Nesse contexto, a proposta e definição de layout buscou incorporar conceitos de manufatura enxuta (VSM) (*value-stream-mapping*), método *Kaizen*.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, estão apresentadas as análises dos resultados aplicados com base nos conceitos estudados na literatura, a elaboração e definição de layout de processo para uma célula de soldagem e a eliminação de atividades que não agregam valor. Com base nas análises do layout de processo atual, foram definidas as mudanças. Partindo desse proposto, será alterado o layout da área em uma parte que ficou disponível para fazer as alterações da nova célula de trabalho, que absorverá os produtos A e B, mostrando as alterações devidamente necessárias que foram levantadas pelo pesquisador.

4.1 ANALISE E DIAGNOSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Partindo do cenário atual, a área em estudo necessita de mudanças para contemplar um produto novo. Partindo disso, a empresa disponibilizou parte da área para fazer as mudanças, fazendo um rearranjo nas máquinas e equipamentos que ficarão disponíveis para atender o processo. Também busca-se fazer o mapeamento de fluxo do caminho crítico do processo e buscar alternativas para melhorar a produção, reduzindo atividades que não agregam valor. Portanto, para contemplar o rearranjo e o mapeamento do fluxo, serão feitas alterações no espaço físico e melhorias de unificação de dispositivos de solda, aproximando a mão-de-obra com as atividades e os materiais do ponto de uso, oportunizando a redução das perdas em transporte de materiais manualmente, perdas em processamento devido ao inventário.

4.1.1 Analise do layout atual

No atual layout da área em estudo, são fabricados 3 conjuntos, classificados em A, B e C, os processos dos produtos A e B percorrem o mesmo caminho, sendo que, o que diferencia o produto A para o B, são alguns componentes durante o processo. Sendo que o produto A é um conjunto fabricado para atender a produção da linha de montagem; são produzidos de 3 a 5 conjuntos diários e no produto B, a produção é esporádica (em lotes), produzindo em torno de dois a três lotes por ano, com, no máximo, 20 a 30 conjuntos por lote.

O layout de processo está desenhado dentro dos padrões da empresa, porém, por motivo da falta de espaço físico, algumas atividades estão ficando longe do ponto de uso, acarretando em perdas no processo produtivo, como atividades que não agregam valor, inventários, perdas em movimentação com peças e necessidade de mais mão de obra conforme mostrado no apêndice A.

O PCP emite ordens de produção e define a programação de cada setor envolvido na fabricação das peças, sendo o primeiro processo de manufatura dos insumos envolvidos na produção.

Para fabricar os produtos A e B, será descrito o fluxo no qual o produto percorre até a última operação, conforme os centros de trabalho identificado como (CB) seguido de um número sequencial.

Como podemos ver no layout, o processo inicial começa no centro de trabalho CB100, sendo esse um processo de solda por resistência, mas para conseguir realizar as atividades desse centro de trabalho, o operador se movimenta aproximadamente 15m para a PRT 01 kanban. Para cada conjunto fabricado, o operador se desloca até o PRT01 duas vezes e o restante das peças utilizadas partem dos carros sequenciados no ponto 3; considerando isso para um conjunto fabricado do item A, considerando essas mesmas movimentações para o conjunto B, os quais são dois conjuntos bem similares.

Ao término das atividades do processo inicial, como é um processo que tem uma sequência de fabricação, as peças partem para o centro de trabalho CB200 e CB300; para concluir a operação nesses dois centros de trabalho, operador movimenta-se 25 vezes do CB200 e CB300 até a PRT01 kanban 15m e 3 vezes até PRT03 kanban 10m, o restante das peças utilizadas partem dos carros sequenciados e PRT02 kanban aproximadamente 3m, considerando a busca de uma peça para cada operação feita. Na etapa seguinte, as peças darão sequência no CB400; no término dessa operação conclui-se o processo de solda no CB500, finalizando o produto com a retirada de partículas e respingos do conjunto, em seguida, encaminha-se para a próxima etapa que é o processo de pintura.

O caminho do fluxo do produto C é diferente do processo A e B, a demanda de fabricação pode variar de 4 a 6 produtos ao dia. No apêndice B será mostrada a sequência do processo do produto C.

Cada etapa do produto C será descrita conforme as identificações em anexo definida na imagem do layout:

O PCP emite ordens de produção e define a programação de cada setor envolvido na fabricação das peças, sendo o primeiro processo de manufatura dos insumos envolvidos na produção.

Os processos são divididos em centros de trabalho (CB) seguido de um número sequencial. O processo inicial começa no CB700, onde é feita a pré-soldagem necessitando a utilização de peças dos carros sequenciados e da PRT01 kanban, de acordo com a ordem de produção, passando para o CB400, onde é feita a solda da estrutura do produto. Para concluir

essa atividade, o operador necessita de peças do CB100, CB200 e PRT03 kanban, passando para a próxima etapa no CB500 onde necessita das peças do CB300 e carro sequenciado, finalizando a soldagem no CB600; em seguida é feita a retirada de partículas e respingos, para enfim, avançar para a próxima etapa, setor de pintura.

4.1.2 Análise do VSM do processo atual

Após feito levantamento de dados e definidos os indicadores, elaborou-se o VSM do estado atual, seguindo o fluxo de valor ao longo do processo. Aqui é possível visualizar todos os intervenientes no processo, o fluxo de materiais e de informação. Tudo que precisa ser movimentado na fábrica, é parte do processo produtivo e deverá ser mapeado, sejam máquinas, insumos, ferramentas etc. Nesta movimentação sincronizada de componentes, nada pode parar durante o manuseio. Qualquer processo que parar por algum motivo, alheio ao programado, se resume em prejuízo. No processo *Lean* de produção o sincronismo deve ser perfeito. O que uma célula produz, fará parte da necessidade seguinte, formando a cadeia produtiva em sequência lógica. Caso não ocorra constantemente desta maneira, deixa de ser *Lean Manufacturing*.

Segundo orientação dos maiores conhecedores dessa ferramenta de gerenciamento de produção, é essencial que a análise desse processo seja feita a partir dos clientes, partindo da necessidade de produção, sendo possível aplicar todas as ferramentas de identificação do fluxo de valor, focando em diminuir desperdícios, redução de custos e mantendo principalmente um padrão de qualidade do produto.

Para melhor entender o fluxo de valor VSM atual, será feita uma descrição do caminho do processo produtivo. O acompanhamento será desde o recebimento da solicitação do cliente, aquisição de insumos, manufatura, inspeção e entrega do produto acabado.

O mapeamento atual consiste do seguinte procedimento: O cliente emite ordens de compras de produtos mensalmente, solicitando a fabricação do mesmo com a definição do prazo de entrega para 30 ou 45 dias. Este pedido é feito via processo eletrônico, direcionada ao PCP (planejamento e controle da produção) da fábrica, que por sua vez irá organizar a produção, realizando a programação de acordo com a capacidade produtiva da fábrica. Nessa programação da produção, o principal objetivo é equilibrar os processos, de acordo com o peso dos itens e com previsão de entrega, produzir de forma que não exceda a capacidade da área ou vice-versa, atendendo o cliente de acordo com sua solicitação e necessidade de prazos.

Via ordens de produção geradas eletronicamente pelo PCP (planejamento e controle da produção) por meio de um software gerenciador, define-se a programação de cada setor envolvido na fabricação das peças, que é o primeiro processo de manufatura dos insumos envolvidos na produção. O PCP emite ordem de produção ao Warehouse (armazém) e setor de materiais que irão ditar o ritmo dos materiais, que será um sequenciamento de processos. A segunda operação é a fabricação do produto que inicia no posto CB100; será a união de peças com solda por resistência (solda ponto), as peças soldadas passam para a próxima etapa no posto CB200 e CB300, onde é feita a pré-soldagem formando um pré-conjunto, seguindo para o posto CB400 é feita a soldagem da estrutura, em seguida o produto é transportado com talha para o posto CB500 onde é concluída a soldagem, em sequência, o produto é colocado em um carro de transporte e feita a retirada de partículas e respingos de solda, ficando o produto pronto para ser enviado para setor de pintura conforme apêndice C.

Dentro desse processo tem várias atividades que não agregam valor, temos que observar que o mapeamento do fluxo sempre apresenta um caminho crítico no processo, a partir disso é que são levantadas as possíveis melhorias, isso representa atividades pelas quais o cliente não está disposto a pagar. O apêndice D mostra essa ideia.

Com o gráfico gerado do mapa de fluxo de valor, podem ser observados grandes tempos de estoques intermediários entre os processos existentes, um contribuinte direto para o alto valor de 69% de atividade que não agrega valor é o inventário dimensionado de 211,20 e outro com 52,80 minutos necessários para balanceamento entre postos de trabalho, uma proporção de valor que o cliente não está disposto a pagar. Estes valores que não agregam valor provêm de peças fabricadas e acondicionadas em forma de IPKs (inventários) são disponibilizados a frente de gargalos. Os 31% das atividades que agregam valor entre meio os processos, são atividades realizadas dentro do processo que agregam valor ao cliente e que realmente ele está disposto a pagar por isso.

4.2 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO FUTURA

4.2.1 Análise do layout futuro

Para a alteração do layout foi disponibilizado 150m² para organizar ferramentas para produzir o produto A e B, o restante da área fica disponível para a empresa inserir um produto novo. Nesta alteração, o produto C não será produzido como produto corrente, mas ferramentas e dispositivos ficarão alocados e disponíveis em outro pavilhão para produzir reposição, na necessidade de um cliente precisar substituir um produto danificado em campo.

Para melhor entender como ficou a alteração do layout e as etapas do processo serão mostrados no apêndice E.

Nesse novo cenário, podemos observar que foi possível adequar o *layout*, modificar ferramentas para minimizar a área do layout atual fazendo um produto com a mesmas características e proporções de projeto e entregues com o mesmo padrão e qualidade. Portanto, podemos observar também nesse fluxo que se obteve pequenas melhoria, principalmente na movimentação do operador que antes se deslocava até 15 m para buscar peças que agora estão alocadas bem próximas na PRT 2. Outro ponto a considerar no layout que as ferramentas e dispositivos ficaram mais próximos; facilitando novo rearranjo do layout foi possível adequar e eliminar dispositivos de solda e unificar atividades na mesma estação de trabalho, tornando as operações mais produtivas e os produtos com entrega mais rápida ao consumidor.

4.2.2 Análise do VSM futuro

Após ter analisado e identificado como funciona o fluxo de informações e de valor dentro do processo, necessita-se que um mapa do fluxo de valor futuro é definitivamente necessário para as devidas melhorias. Este novo mapeamento deve ser aplicado conforme a alteração de layout para dar sequência à cadeia produtiva, buscando atingir o principal objetivo que é a produção enxuta do item.

O PCP continua com a programação das ordens de produção geradas via eletronicamente. Com o novo mapeamento de fluxo de valor, podemos eliminar o excesso de produção que significa retirar do processo os inventários (IPKs) que não serão mais necessários de acordo com a diminuição de área do novo layout, conforme ilustração do apêndice F.

Com diminuição de área de (280 m²) para novo cenário de (150 m²), novo rearranjo do layout foi possível adequar e eliminar dispositivos de solda e unificar atividades na mesma estação de trabalho, tornando as operações mais produtivas e os produtos com entrega mais rápida ao consumidor, conforme podemos ver no apêndice G.

A leitura referente à nova situação proposta, nos mostra que os ganhos são reais e que através dos estudos realizados, observações levantadas *in loco* e experiência do autor e colegas operadores, foi possível adequar o layout, modificar ferramentas para minimizar a área do layout atual, fazendo um produto com a mesmas características e proporções de projeto e entregues com o mesmo padrão e qualidade, porém, sem processos atravessadores como inventários, que acabam ocupando área produtiva e sendo um mal necessário dentro do

processo. Outro ponto de ganho está na questão de movimentação que conseqüentemente nos gerou um ganho de 5%, sendo eliminada a atividade de deslocamento das peças do local estocado até o ponto de uso, aproximadamente 15 metros de distância que se reduziu para as mesmas atividades.

Com este trabalho, conseguiu-se adequar o layout existente e liberar a maior parte da área para um produto novo que será implementado no futuro.

CONCLUSÃO

Com o cenário da agricultura avançando e buscando cada vez mais por tecnologias, o mercado de máquinas agrícolas está ao lado dos agricultores para oferecer o que tem de melhor; são as empresas as principais envolvidas neste ramo buscando oferecer aos clientes a fórmula da tecnologia que eles precisam. Constantemente, a inovação vem sendo o centro das atenções com suas tecnologias, oferecendo alguma alternativa, isso se faz necessário para manter-se competitivo, perante os concorrentes. Dessa forma, para atingir estes objetivos são necessárias mudanças no setor produtivo, a melhoria contínua e o fluxo do processo, proporcionando que os operadores possam contribuir com sugestões de melhorias, eliminando perdas no processo produtivo.

O estudo dos layouts para as empresas, sendo elas de qualquer natureza, tem se tornado cada vez um diferencial frente às necessidades do mercado. Definir como será o processo, o dispor das máquinas bem como seu fluxo produtivo, é extremamente importante antes de dar início a sua atividade produtiva, sendo que todas essas questões estão ligadas diretamente ao custo de processo, estes custos serão repassados ao cliente final. Este é uma questão estratégica das companhias.

Os resultados alcançados com a proposta da otimização da célula de solda, com o layout apresentado à empresa, oferecem um cenário favorável para fazer a alteração do layout dentro do prazo, conforme estabelecidos.

A melhoria apresentada durante as fases do desenvolvimento do trabalho consiste, exclusivamente, em alterar um layout para atender as necessidades da demanda. As vantagens com esta alteração é que processos ficarão próximos um do outro e o operador não terá mais a necessidade de buscar peças a 15m do ponto de uso, gerando 5% de ganho com atividades de movimentação do operador. Eliminando atividades que não agrega valor de 69%, para 29%. Portanto se tem um ganho de 40% em atividades que agregam valor, que é de fundamental importância para empresa.

Poder aplicar a metodologia de Kaizen para definir as possíveis e relevantes oportunidades de melhoria, através da análise do processo, aplicou-se a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor na célula de solda estudada. Com as análises feitas sobre o processo, foi possível apresentar uma alternativa de melhoria notável e importante na decisão para continuação do “layout por processo”, tendo um novo mapeamento de fluxo do valor de processo.

Portanto, é importante lembrar que as alterações propostas através dessa melhoria, são importantes para o crescimento da empresa, também com a conclusão do curso de Engenharia Mecânica, bem como profissional e pessoal do autor. Saliente-se que esse trabalho pode servir para futuras pesquisas, podendo ser usado o embasamento teórico em estudos por outros acadêmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLATI, A. C.; KELENCY, L. G.; CORDEIRO, Ramon W.L. Balanceamento de operações: Aplicação da ferramenta de balanceamento de operações em uma linha de produção de bombas de combustíveis. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.
- CAMAROTTO, J. A. Projeto de instalações industriais. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos - Ufscar. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005c.
- CHASE, R. B.; JACOBS, R. F.; AQUILANO, N. T. Administração da produção para a vantagem competitiva. 10 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, p. 38-44, 161.
- CHIAVENATO, I. Teoria geral da administração: abordagens prescritivas e normativas da administração. 4 ed. São Paulo: v. 1. Makron Books, 1993.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações. São Paulo: Ed. Atlas, 2006.
- CORRÊA, H. L. GIANESI, I. G. N. Administração estratégica de serviços: operações para a satisfação do cliente. São Paulo: Atlas, 1994.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. Fundamentos de Administração da Produção. 3 ed. Porto Alegre. Bookman, 2001.
- FERREIRA, F. P. Análise da Implantação de um Sistema de Manufatura Enxuta em uma Empresa de Autopeças. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração). Universidade de Taubaté, UNITAU, Taubaté, 2004.
- FLEURY, A. et al Gestão de Operações. 2º edição 1998 São Paulo:
- GAITHER, N.; E FRAZIER, G. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira, 2001.
- GEORGE, M. L. Lean Seis Sigma para serviços. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.
- GIL, Antonio C.; Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GONÇALVES, H. S.; SANT'ANNA, C. H. M. Mapeamento do fluxo de valor na área de distribuição física: um estudo de caso numa empresa produtora de alimentos. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, 2006.
- IMAI, M. Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1988.
- JUNG, C. F. Metodologia Para Pesquisa & Desenvolvimento. Ed. Rio de Janeiro, 2004.
- JUNIOR, F. A. L. Otimização e reprojeto de layout. Joinville, Santa Catarina: Artigo 2008.

MARTINS, G. P, LAUGENI, P. F. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 1999.

OLIVERIO, J. L. Produtos Processos e Instalações Industriais. Apostila FEI, 1967.

OLIVERIO, J. L. - Apostila de Produtos Processos e Instalações Industriais, São Paulo: Ed.Ivan Rossi, 1985.

RIBEIRO, P. D. Kanban – resultados de uma implantação bem sucedida. 3 ed. Rio de Janeiro: COP Editora, 1999.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda, The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 1998.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para agregar valor e eliminar desperdícios, São Paulo:Lean, 1999.

ROTHER, M; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para agregar valor e eliminar desperdícios (2003).

SALGADO, E. G.; MELLO, C. H. P.; SILVA, C. E. S.; OLIVEIRA, E. S.; ALMEIDA, D. A. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. Gestão e Produção, v. 16, n. 3, p. 344-356, 2009.

STEVENSON, W. J. Administração das Operações de Produção. Tradução de Roger D. Frankel. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2001.

SLACK N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2007.

SLACK N.; CHAMBERS, S.; HARRISON A. Administração da Produção. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A; JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo, Atlas 1997.

PACHE, R. Proposta de arranjo Físico para uma Indústria de transformação de termoplástico baseado nos conceitos de manufatura enxuta. (Graduação em Engenharia de Produção). Faculdade Horizontina 2012.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

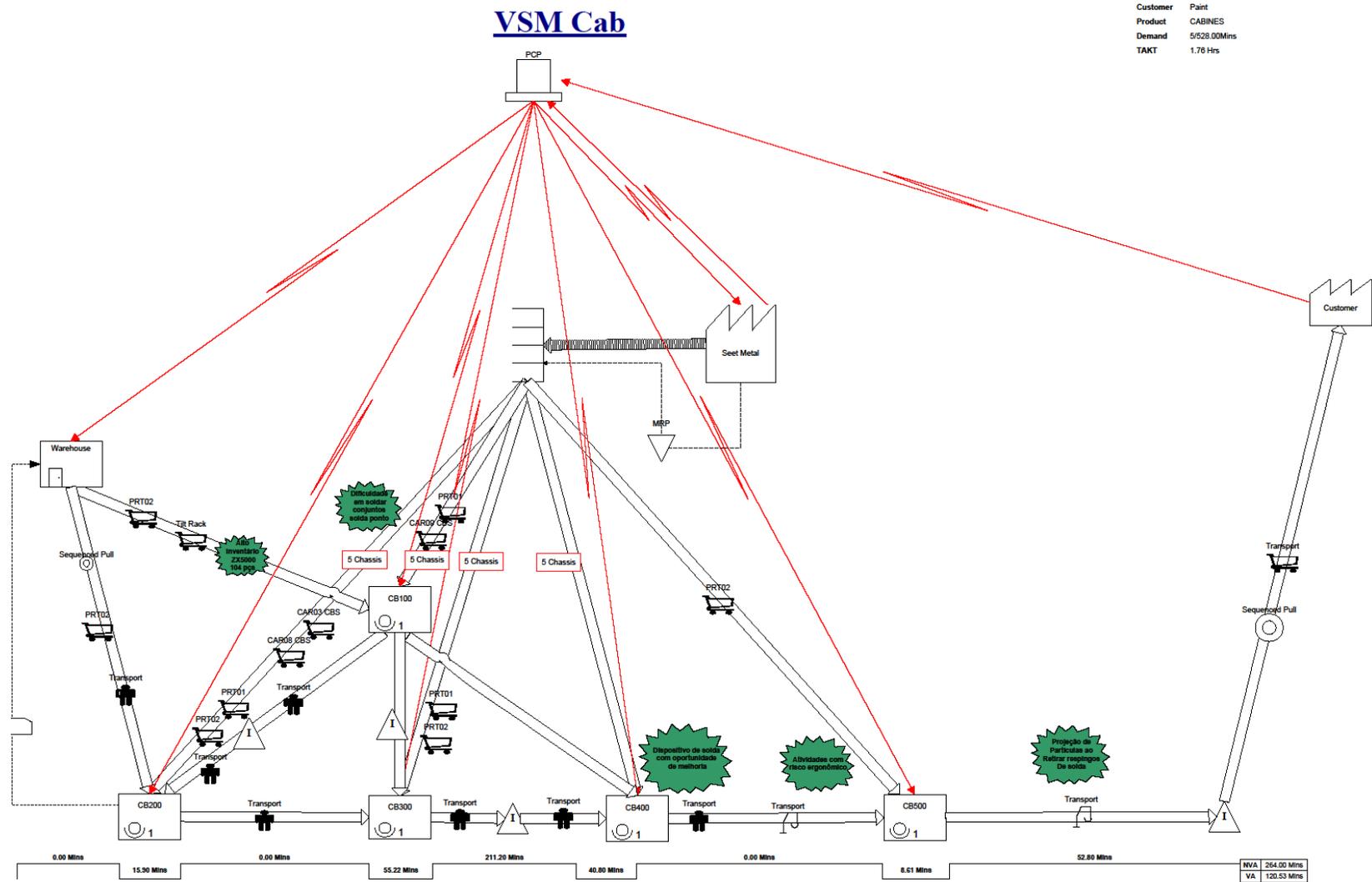
WERKEMA, C. Lean Seis Sigma – Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. 1. ed. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, T. J. & ROOS, D. A Máquina que Mudou o Mundo. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1992.

WOMACK, J.P.; JONES, T.J. A mentalidade Enxuta nas empresas Lean Thinking. Elsevier Editora Ltda 2004.

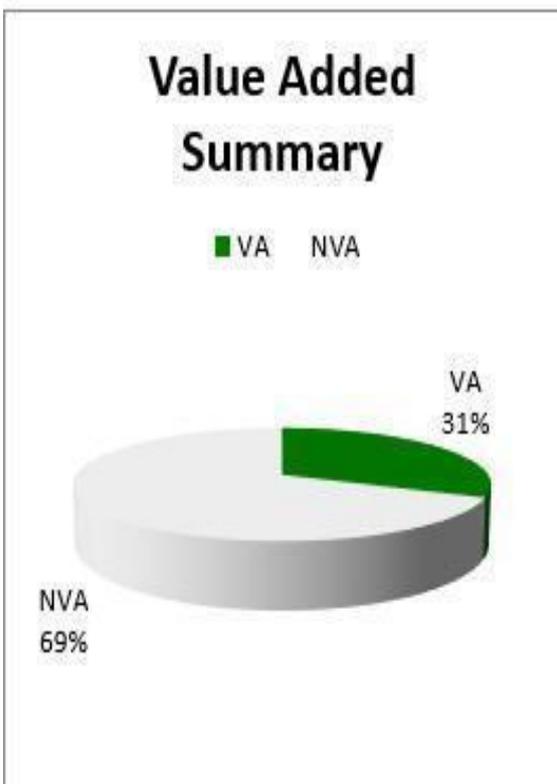
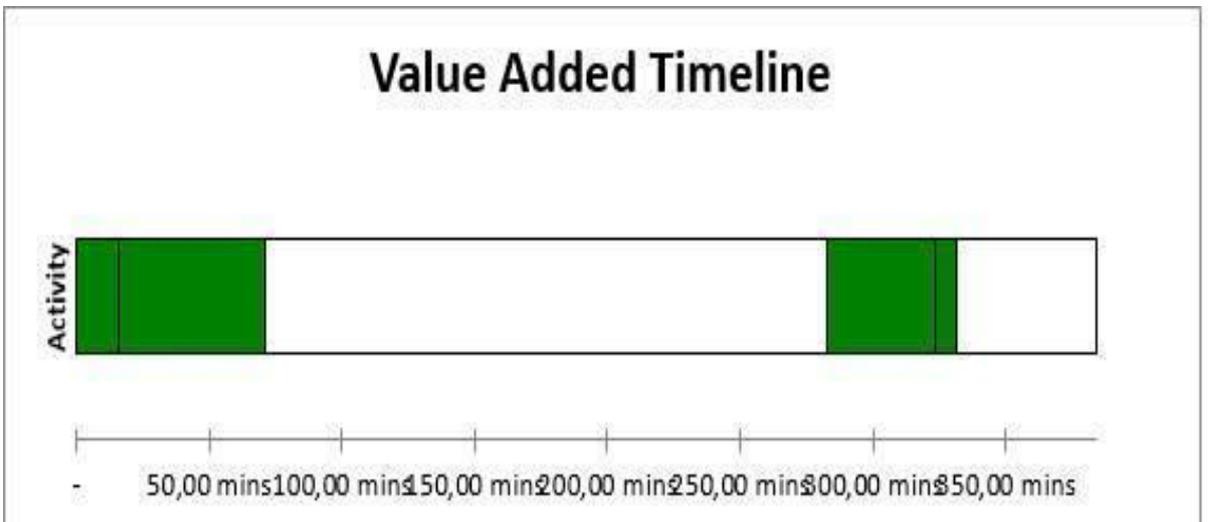
WOMACK, J. E; JONES,D.; DANIEL,T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Simon & Schuster, New York, 1996.

APÊNDICE C - REPRESENTA O FLUXO ATUAL DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO PROCESSO



Fonte: Elaborado pelo autor.

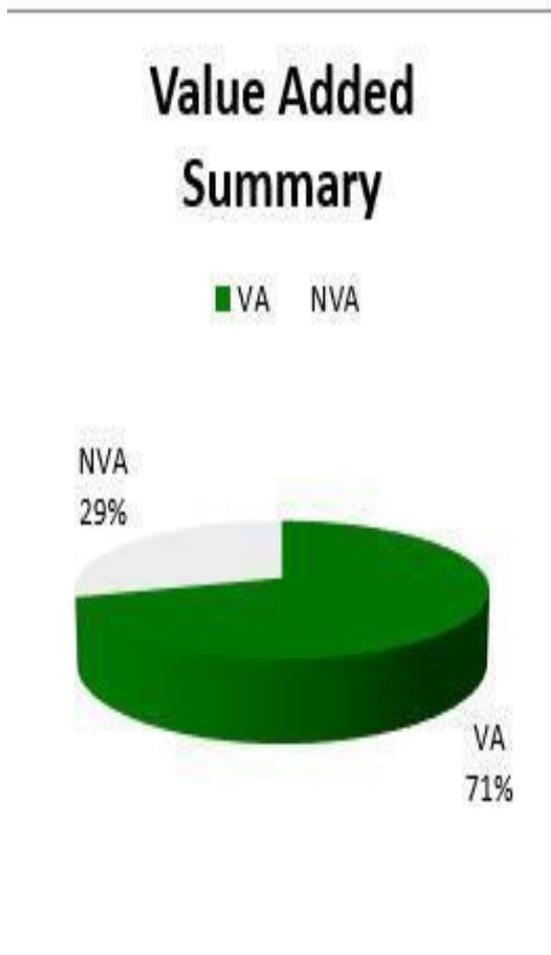
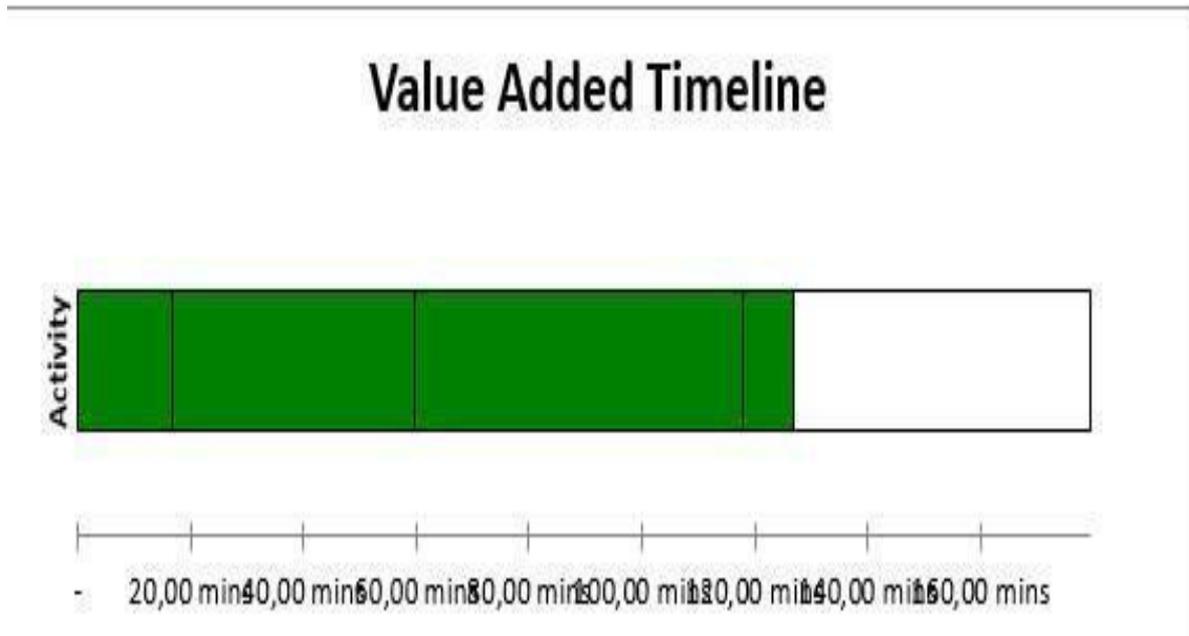
**APÊNDICE D - REPRESENTA A SITUAÇÃO REAL DO MAPEAMENTO DO
FLUXO DE VALOR (VSM).**



Activity Name	VA	NVA
CB200	15,90 mins	-
CB300	55,22 mins	-
Inventory	-	211,20 mins
CB400	40,80 mins	-
CB500	8,61 mins	-
Inventory	-	52,80 mins
SubTotal	120,53 mins	264,00 mins
Total		384,53 mins

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE G - REPRESENTA NOVO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (VSM)



Activity Name	VA	NVA
CB200	16,74 mins	-
CB300	42,95 mins	-
CB400	58,13 mins	-
CB500	9,06 mins	-
Inventory	-	52,80 mins
<i>SubTotal</i>	126,88 mins	52,80 mins
<i>Total</i>		179,68 mins