



FACULDADE HORIZONTINA

CARLOS ALBERTO BACKES

**UNIFICAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM
DAS CABINES EM UM FABRICANTE DE EQUIPAMENTOS
AGRÍCOLAS DO RS**

HORIZONTINA

2016

FACULDADE HORIZONTALINA
Curso de Engenharia de Produção

CARLOS ALBERTO BACKES

**UNIFICAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM
DAS CABINES EM UM FABRICANTE DE EQUIPAMENTOS
AGRÍCOLAS DO RS**

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

ORIENTADOR: João Batista Soares Coelho, Me.

HORIZONTALINA-RS

2016



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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Unificação das linhas de montagem das cabines em um fabricante de
equipamentos agrícolas do RS”**

Elaborada por:

CARLOS ALBERTO BACKES

**Aprovado em: 28/10/2016
Pela Comissão Examinadora**

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

**Me. Sirnei César Kach
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Me. Cristiano Rosa dos Santos
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**HORIZONTINA- RS
2016**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente a minha esposa Darliane e a meus pais Silvano (in memoria) e Beata. Aos meus irmãos Daniele e Tiago, que sempre estiveram junto comigo.

AGRADECIMENTO

Quero agradecer primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida.

Agradeço a minha esposa, por estar sempre ao meu lado, nos momentos de conquistas e também nos de dificuldades. Pelas inúmeras noites de apoio, que sempre me incentivou, e procurou me ajudar e me manter animado.

Agradecimento especial, aos meus Pais, obrigado, por tudo, sempre, pela vida, pelos ensinamentos, pelos valores, por me apoiarem em todos os momentos e me ensinarem tanto.

Obrigada meus irmãos, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

Agradeço a empresa que oportunizou este projeto, e as pessoas que me auxiliaram na construção deste trabalho, principalmente a equipe da linha de montagem de cabines.

Agradeço a todos os mestres por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem e ensinado, mas por terem me feito aprender. Em especial ao meu orientador Mestre João Batista Soares Coelho, pela sua dedicação e conhecimento.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)

RESUMO

Nas empresas em geral há uma busca constante de melhorar a eficiência produtiva, melhora nas entregas, assim como tornar os processos produtivos mais competitivos. A agregação de valor no processo de transformação da matéria prima em produto final é muito importante. A empresa que desenvolver o melhor processo terá menos custos e se tornará mais competitiva, desta forma diminuindo custos e aumentando a sua margem de lucro. Uma das maneiras de melhorar a eficiência operacional é modificar a forma de produzir. Isso poderá ser realizado através da alteração de *layout*, unificando processos similares, otimizando equipamentos de produção, espaço físico e mão de obra. O objetivo deste trabalho é apresentar a implantação da unificação das linhas de montagem de cabines de uma empresa do setor agrícola. O processo produtivo da empresa pesquisada foi modificado de forma a unificar duas linhas em uma única linha de montagem. Através do estudo de *layout*, foi readequado todo o processo, buscando melhorar o fluxo produtivo, assim como as entregas diárias de produção. O método de pesquisa utilizado foi à pesquisa-ação que consiste no engajamento do pesquisador com o objeto pesquisado, implementando soluções práticas para os problemas reais advindos no decorrer do projeto de pesquisa. O principal resultado obtido foi à unificação das linhas de montagem de cabines, melhorando consideravelmente as entregas, bem como a produtividade, e um fluxo de matérias bem definido do mercado para o posto de trabalho.

Palavras-chave: *Layout*. Unificação de linha. Fluxo de materiais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – As sete perdas do Sistema Toyota de Produção.	15
Figura 02 – Diagrama de Ishikawa das causas das perdas por superprodução.	16
Figura 03 - Caracterização dos tipos de perdas por transporte	18
Figura 04 – Esquema geral de melhorias no processo	19
Figura 05 - A decisão de arranjo físico.....	29
Figura 06- variabilidade x volume.....	29
Figura 07- Exemplo de layout posicional.....	30
Figura 08- Exemplo de layout por processo.....	31
Figura 09- Exemplo de <i>layout</i> por produto	33
Figura 10- Exemplo de layout por produto.	35
Figura 11 - Arranjo Funcional, com um agrupamento de máquinas para produzir os produtos “A”, “B”, “C” e “D”.....	36
Figura 12 – Arranjo físico celular agrupa os processos necessários para uma família de produtos	37
Figura 13 – Sistema de Produção Tradicional sem Nivelamento.....	38
Figura 14 – Sistema de Produção Nivelamento	39
Figura 15 – Linha não balanceada.....	41
Figura 16 – Linha balanceada.....	42
Figura 17 – Tempo de ciclo para uma linha de produção	43
Figura 18 – Gestão de melhoria do tempo de ciclo com base no <i>takt-time</i>	44
Figura 19 – Estruturação para condução da pesquisa ação	46
Figura 20 – Planta da linha de montagem dos equipamentos.....	52
Figura 21 – Cabine do equipamento	52
Figura 22 – Ponto de Recebimento da cabine na linha principal.....	53
Figura 23 – Layout do posto de montagem de Cabines.....	54
Figura 24 - Peças não conforme acondicionados no posto de montagem sem identificação	55
Figura 25 – kit de peças	56
Figura 26 – Peças sem embalagem, acondicionadas diretamente no piso.....	56
Figura 27 – Console da cabine.....	57
Figura 28 – Plano de Alteração do processo de Montagem.....	58

Figura 29 – Layout novo.....	59
Figura 30 – Dispositivo do nascimento da Cabine	60
Figura 31 – Dispositivos do nascimento da cabine eliminados	61
Figura 32– Antes e Depois da alteração dos dispositivos	61
Figura 33 - Quarentena de descarte	62
Figura 34 – Mesa de Pré-montagem.....	63
Figura 35 - Elementos de Fixação.....	65
Figura 36 – Comparativo Antes e Depois da alteração dos kit.....	66
Figura 37 – Ponto de Espera de Peças.....	67
Figura 38 – Dispositivo de Pré-montagem do Teto	68
Figura 39 – Painel de ferramentas da mesa de Pré-montagem.....	68
Figura 40 – Mesa de peças pré-montadas.....	69
Figura 41 – Fluxo do processo produtivo	70
Figura 42 - A entrada de peças do processo.....	71
Figura 43 – Área de processamento de materiais.....	72
Figura 44 – Demarcação do local do produto pronto	73
Figura 45 – Sequenciamento das operações.....	74
Figura 46 – Quadro hora-hora.....	75
Figura 47 – Tabela de perdas no processo.....	76
Figura 48 – Livro de processo (Book de Processo).....	77

LISTA DE SIGLAS

AGVs – Veículo Guiado Automaticamente

TC – Tempo de Ciclo

TFC – Trabalho Final de Curso

STP - Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.4 JUSTIFICATIVA	13
1.5 OBJETIVO GERAL	14
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 SETE PERDAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	15
2.1.1 Perdas por Superprodução	16
2.1.2 Perdas por espera	17
2.1.3 Perdas por transporte	17
2.1.4 Perdas por processamento em si	18
2.1.5 Perdas por Estoques	19
2.1.6 Perdas por movimentação	20
2.1.7 Perdas pela elaboração de produtos defeituosos	20
2.2 A NOVA PERDA DOS SISTEMAS PRODUTIVOS	21
2.3 CRÍTICAS SOBRE O CONCEITO DAS SETE PERDAS EM OHNO E SHINGO ..	22
2.4 5S (CINCO ESSES)	22
2.5 FLUXO DE MATERIAIS	24
2.6 LAYOUT	25
2.6.1 Princípios do arranjo físico	26
2.6.2 Como surge o problema com o arranjo físico	27
2.6.4 <i>Layout</i> posicional	30
2.6.5 <i>Layout</i> funcional ou por processo	31
2.6.6 <i>Layout</i> por produto	32
2.6.7 <i>Layout</i> celular	34
2.7 HEIJUNKA – NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO	37
2.8 TEMPO DE CICLO	40
2.9 BALANCIAMENTO DAS OPERAÇÕES	41
2.10 TAKT-TIME VS TEMPO DE CICLO	42
3 METODOLOGIA	45
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	45
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	48
3.3 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA	49
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	51
4.1 A EMPRESA	51
4.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ANTES DA ALTERAÇÃO	51
4.3 ELABORAÇÃO DO PLANO DE ALTERAÇÃO	57
4.4 ALTERAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS	78

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXO	82
ANEXO A - PLANTA DA LINHA DE MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS	83
ANEXO B - <i>LAYOUT</i> DO POSTO ANTES DA ALTERAÇÃO.....	84
ANEXO C - <i>LAYOUT</i> NOVO.....	85
ANEXO D - FLUXO DO PROCESSO PRODUTIVO	86

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios das empresas no cenário atual é a sobrevivência num mercado cada vez mais competitivo e passando por uma recessão econômica. Para se tornar mais competitiva e melhorar sua agregação de valor ao produto, as empresas necessitam estar atentas a todo e qualquer tipo de desperdício. Processos produtivos eficientes significam uma empresa mais lucrativa, em consequência, maior facilidade de investimentos e, com isso, tornando-se mais competitivas.

A alteração de *layout* é muito importante para a melhor utilização dos recursos disponíveis, como o espaço físico, equipamentos e mão de obra, através da unificação de processos produtivos os quais são similares, porém, feitos em pontos distintos dentro da fábrica. Quando isso acontece precisa-se de mais máquinas, espaço físico, e também mão de obra, o que aumenta a custo da produção, deixando o processo mais caro e menos competitivo.

Atualmente as empresas estão desperdiçando muito tempo, recursos de espaço, equipamento e mão de obra com o fluxo de materiais pouco econômicos. Esta movimentação, em muitos casos, possui o dobro do tempo de processo, desta forma gerando a falta de componentes nos postos de trabalho, prejudicando as entregas, e por vezes até a perda de clientes devido ao atraso na entrega do produto pronto.

1.1TEMA

Para tornar as empresas mais competitivas se faz necessários processos produtivos mais eficientes, mais enxutos e de alta qualidade. Para atingir tal excelência nos processos industriais é importante conduzir estudos de unificação de processos similares, através da alteração do *layout*, redesenhando o fluxo de materiais, a fim de aperfeiçoar espaço físico, ferramentas e mão de obra operacional.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Essa pesquisa tem por objetivo “apresentar uma proposta de alteração de *layout* e implantação da unificação dos processos de fabricação e montagem de cabines, por meio de uma proposta de alteração do processo produtivo, e fluxo de materiais”.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema de pesquisa caracteriza-se com a seguinte pergunta: “Alterações em *layout* de montagem objetivando a unificação de processos pode apresentar efeito positivo nos principais indicadores de manufatura como ‘produtividade’ e ‘prazo de entrega’?”.

1.4 JUSTIFICATIVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TFC), aplicado em uma empresa de agronegócio localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, RS, justifica-se pela necessidade de aperfeiçoar a produção através de alterações nos processos de montagem de cabines de máquinas agrícolas, objetivando unificar duas linhas de produção localizadas em pontos distintos. Desta forma, este projeto contribui com a empresa, sugerindo alterações no processo de montagem, melhorando a utilização do espaço físico, das ferramentas e da mão de obra, o que torna o projeto viável e de fácil execução.

Além disso, o assunto melhoria na eficiência de processos é pertinente às atividades profissionais do pesquisador e assume destaque nos objetivos estratégicos da organização pesquisada que, por meio da melhoria contínua, busca tornar seus processos mais eficientes e com mais agregação de valor ao produto final.

Para o engenheiro de produção, é importante porque contribui para o crescimento e desenvolvimento pessoal e profissional, pois exigem conhecimentos sobre processos produtivos, *layout* e fluxo de materiais. Como registro final, deixa uma versão deste para a faculdade, servindo de base para outras pesquisas.

1.5 OBJETIVO GERAL

O trabalho em questão tem como objetivo geral unificar as linhas de montagem de cabines, melhorando o processo de fabricação e aumentando a eficiência operacional, através da alteração e unificação de processos produtivos similares.

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Alinhados ao objetivo geral, os objetivos específicos deste projeto são:

- Fazer o estudo do processo produtivo de montagem das cabines a fim de unificar as linhas de montagem da empresa de agronegócios em análise;
- elaborar um procedimento para os processos produtivos de montagem das cabines das colheitadeiras;
- redesenhar o fluxo de materiais dentro e fora da célula, a fim de melhorar a eficiência produtiva.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem o objetivo de estudar através de referenciais teóricos o sistema Toyota de produção e para isso buscou-se vários autores que ajudaram na construção do mesmo.

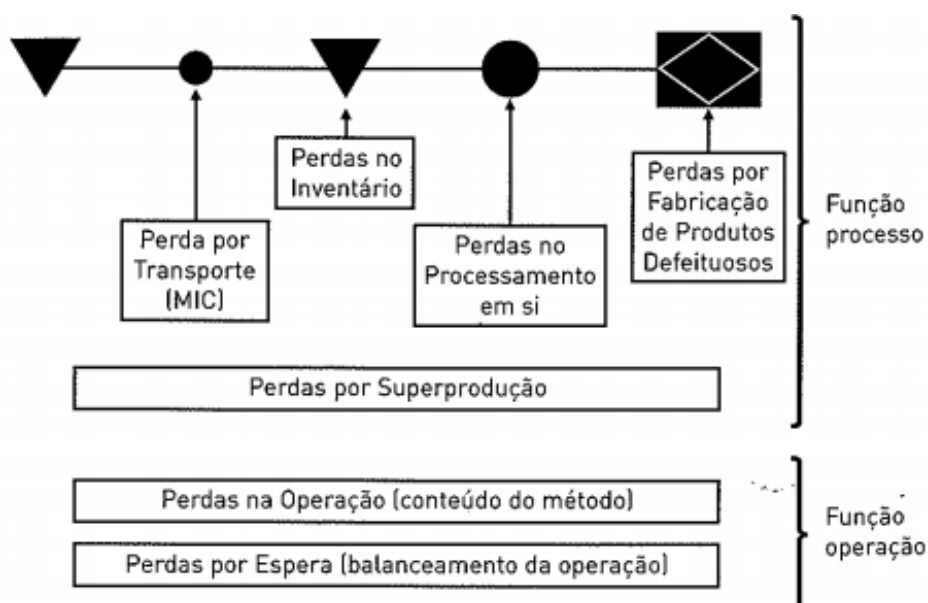
2.1 SETE PERDAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Segundo Ohno (1997), ao pensarmos em eliminação total de desperdícios, temos que ter em mente dois aspectos fundamentais, o primeiro é que o aumento da eficiência produtiva só fará sentido quando estiver associado à redução de custos, e o segundo é que devemos observar a eficiência de cada operador de cada linha produtiva, desta forma melhorando a fábrica como um todo.

Toda a despesa em recursos a qual não tenha como propósito criar valor para o cliente final pode ser considerada como desperdício e, portanto, um alvo para a ser eliminado. A verdadeira melhoria na eficiência operacional de uma empresa surge quando o desperdício tender a zero (OHNO, 1997).

Segundo Antunes et al. (2008), as sete perdas podem ser classificadas em duas categorias, uma a função processo e a outra a função operação, como pode ser visualizado na figura 1.

Figura 01 – As sete perdas do Sistema Toyota de Produção.



Segundo Ohno (1997), são sete os desperdícios: Desperdício de Superprodução, Desperdício de tempo disponível (espera), Desperdício em transporte, Desperdício do processamento em si, Desperdício de estoque disponível (estoque), Desperdício de movimento e Desperdício de produzir produtos defeituosos. Em algumas bibliografias o termo “sete desperdícios” pode ser encontrado como “sete perdas”.

É importante observar que as bibliografias sobre o tema referem-se a “perdas” e “desperdícios” como tendo o mesmo significado.

2.1.1 Perdas por Superprodução

Para Shingo (1996), as “Perdas por Superprodução” são divididas em superprodução por quantidade e por antecipação. A superprodução por quantidade refere-se à produção maior que a quantidade necessária naquele momento.

Segundo Ohno (1997), a superprodução deve ser considerada a principal perda, pois a mesma tende a esconder outras perdas, como pode ser visto na figura 2, a qual demonstra um diagrama de Ishikawa com as causas da superprodução.

Figura 02 – Diagrama de Ishikawa das causas das perdas por superprodução.



Fonte: Antunes et al. (2008, p. 205)

A superprodução por antecipação está relacionada a produzir um produto muito antes de sua necessidade, ou de ser entregue para o cliente.

2.1.2 Perdas por espera

A espera do processo ocorre tanto quando um lote inteiro de itens não está sendo processado devido estar esperando o lote anterior ser processado, inspecionado ou transportado. As perdas por espera estão diretamente relacionadas com a falta de sincronismo e nivelamento do fluxo de produção, em consequência disso tem-se uma queda na taxa de utilização das máquinas (SHINGO, 1996).

Segundo Antunes et al. (2008), o desperdício referente ao tempo de espera ocorre quando os recursos (pessoas ou equipamentos) são obrigados a esperar desnecessariamente em virtude de atrasos na chegada de materiais ou disponibilidade de outros recursos, incluindo informações. Antunes et al. (2008) salienta que as principais causas das perdas por esperas são: linha e processos desbalanceados; superdimensionamento da equipe; não agendamento da máquina para produção; falta de material e força de trabalho inflexível.

2.1.3 Perdas por transporte

A perda por transporte é caracterizada pela movimentação de matéria prima, produtos em processos ou acabados em curtas ou longas distancias. O transporte em si não agrega valor ao produto, ao contrario ele simplesmente aumenta o custo do mesmo. Desta forma, abordar as perdas por transporte significa debater a eliminação da movimentação de materiais, o máximo possível (SHINGO, 1996).

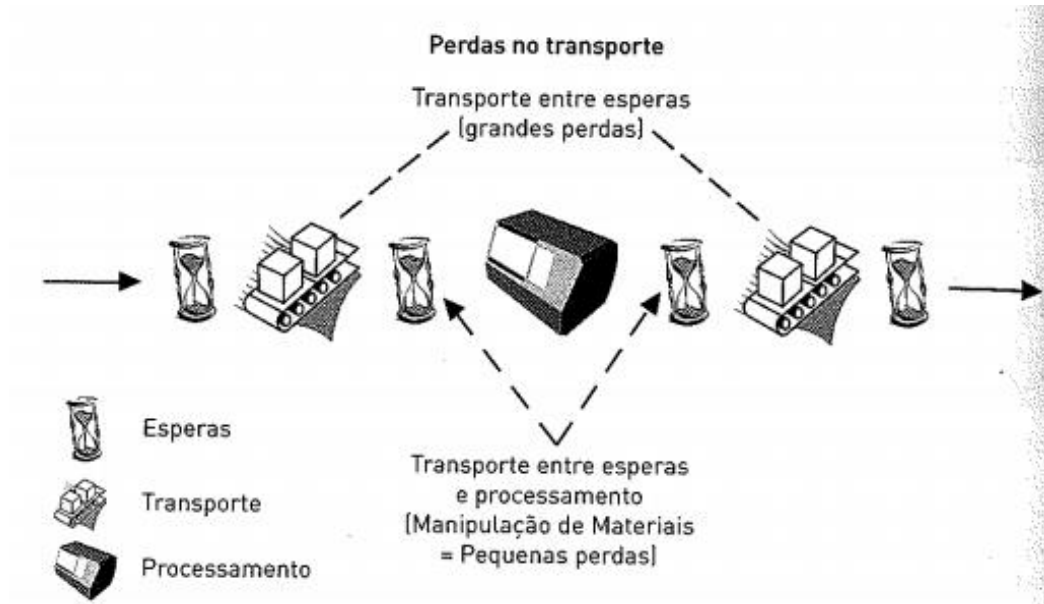
Segundo Ghinato (1996), a eliminação ou redução de transporte de materiais ou produtos em processamento, é uma das prioridades nos trabalhos de reduções de custo, pois geralmente o transporte ocupa 45% do tempo de fabricação do produto.

Para Antunes et al. (2008), pode-se distinguir perdas por transporte em duas modalidades, a primeira como as perdas no grande transporte e a segunda como a perda no pequeno transporte.

Antunes et al. (2008), salientam que devemos atacar as perdas grandes no transporte a partir de duas ações, a primeira consiste no estudo da função processo, visando a eliminação ou minimização do transporte a partir de melhorias no fluxo produtivo, alterando o *macrolayout* e os *layout* locais. O segundo passo é propor e implementar melhorias no sistema de transporte como por exemplo o uso de AGVs

(do inglês: *Automatic Guided Vehicle* ou, veículo guiado automaticamente). A figura 3 contribui para a compressão destes conceitos.

Figura 03 - Caracterização dos tipos de perdas por transporte



Fonte: Adaptado de Antunes et al. (2008, p. 206)

Antunes et al. (2008), salienta que o pequeno transporte envolve uma situação de espera-processamento-espera, e para diminuir as perdas é essencial fazer melhorias no *microlayout* do posto de trabalho.

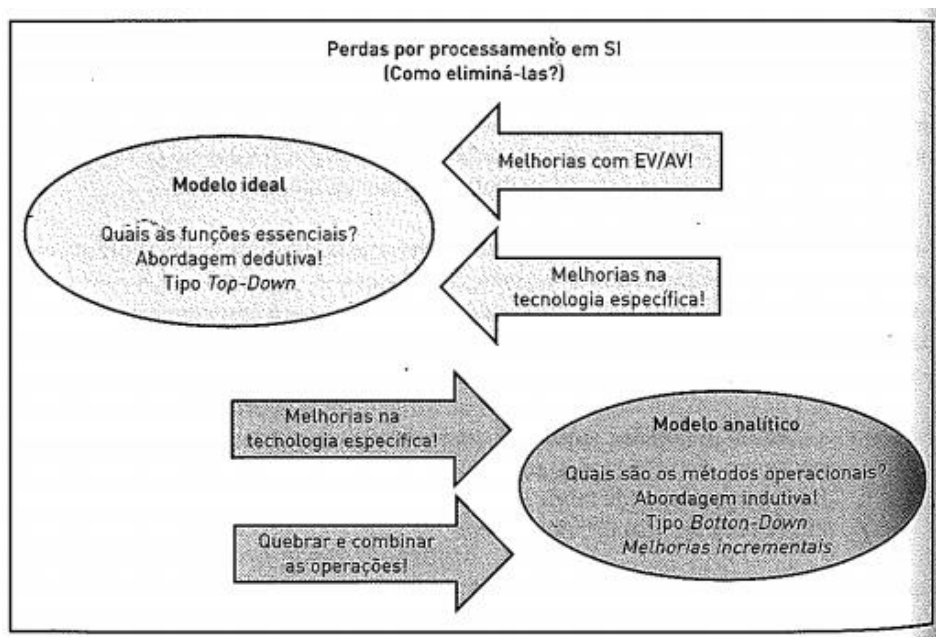
2.1.4 Perdas por processamento em si

Shingo (1996), evidencia que as perdas por processamento em si são caracterizadas por atividades que não agregam valor ao produto, mas estão utilizando recursos produtivos. As perdas acontecem quando se tem a execução de atividades desnecessárias, durante o processamento, realizadas para atribuir ao serviço ou ao produto as características da qualidade que são exigidas.

Neste contexto, Shingo (1996), diz que as ferramentas da engenharia de valor auxiliam na identificação das perdas por processamento, com o objetivo de reduzi-las ou eliminá-las, e assim questionar a necessidade da produção de cada produto, e também auxiliam na identificação do método de produção, mostrando se o mesmo é o mais adequado.

Para Antunes et al. (2008), há duas estratégias para a eliminação das perdas por processamento, a primeira é uma abordagem de natureza dedutiva de cima para baixo (*top-down*), para isso são utilizadas técnicas e praticas de engenharia, estas melhorias são feitas pelos departamentos de engenharia de processo e produto. A segunda abordagem é de baixo para cima (*botton-up*) a qual geralmente é conduzida pelos operadores, trabalhando em melhorias incrementais nos processos. A figura 4 ilustra este raciocínio de eliminação de perdas.

Figura 04 – Esquema geral de melhorias no processo



Fonte: Adaptado de Antunes et al. (2008, p. 208)

2.1.5 Perdas por Estoques

As perdas por estoques são resultado do excesso de matéria-prima, produtos em processo ou produtos acabados, podendo ocorrer avarias nos produtos, causando dificuldades de manuseio, excesso de espaço físico ocupado (SHINGO, 1996).

Para Junior (2016), a principal causa da existência de estoques é a falta de sincronismo entre os processos produtivos, e também problemas com a compra de materiais para a fabricação de produtos, gerando estoques altos para que seja possível fazer a entrega no prazo para o cliente final.

Para possibilitar a redução de perdas por estoque é necessário o estabelecimento de uma política que busque o nivelamento da quantidade, sincronização e o fluxo de operação de uma peça, produção em pequenos lotes, a troca rápida de ferramenta, bem como ações para a melhoria continua do *layout* (OHNO, 1997).

2.1.6 Perdas por movimentação

A perda por movimentação pode ser caracterizada pela movimentação realizada pelo operador a qual poderia ser evitada ou encurtada, como por exemplo, transportar componentes de um lugar a outro, procurar as ferramentas durante a realização do processo produtivo.

A mecanização é uma opção para trabalhar na redução ou eliminação de movimentos, mas, primeiramente deve-se considerar o estudo de todos os movimentos e melhora-los, como por exemplo, a disposição ordenada dos componentes, o alinhamento dos dispositivos, o fácil acesso e a localização dos itens à serem manufaturados e também das ferramentas a serem usadas durante o processamento. (SHINGO, 1996).

Schonberger (1983), afirma que, a disposição definida e a identificação exata das peças reduzem a perda por movimento, visto que os montadores podem economizar tempo, aumentando a produtividade e tornando o serviço menos cansativo.

Para Antunes et al. (2008), o objetivo a ser perseguido para minimizar a perdas no movimento consiste em trabalhar continuamente na melhoria dos padrões operacionais, para assim torna-los mais efetivos, para uma execução mais eficaz das operações, ou seja, reduções sistêmicas dos tempos de processamento.

2.1.7 Perdas pela elaboração de produtos defeituosos

A perda por produtos defeituosos está relacionada à fabricação de peças, subcomponentes e produtos acabados que não atendem às especificações dos projetos, gerando custos com retrabalho ou descarte. Em observância aos itens não conformes tem-se que a perda por fabricação de produtos defeituosos é a que

transfere maior impacto negativo ao cliente, tanto interno como externo (HUSAR, 2000).

Ghinato (1996), salienta que a geração de produtos defeituosos eleva os custos de produção e em consequência o preço de venda, compromete a programação da produção a ser entregue, afeta os prazos de entrega e a qualidade requerida

Para Antunes et al. (2008), atacar as causas fundamentais das perdas por fabricação de produtos defeituosos é necessário implementar um sistema para prevenção de defeitos, neste contexto tem-se três sistemas básicos de prevenção:

- Sistema de inspeção sucessiva, onde a ideia central é que o processo seguinte inspecione o processo anterior;
- Sistema de auto inspeção, onde o próprio operador ou dispositivos faz a inspeção logo após a fabricação da mesma;
- Sistema de inspeção na fonte, o qual controla as principais origens dos defeitos.

2.2 A NOVA PERDA DOS SISTEMAS PRODUTIVOS

Segundo Liker (2005), além das sete perdas do Sistema Toyota de Produção (STP) há uma oitava perda, a qual é “o desperdício da criatividade dos funcionários”, ou seja, a perda de tempo, habilidades, ideias, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver os funcionários.

Liker (2005), acrescenta que este desperdício também pode ser considerado como a perda da capacidade intelectual dos funcionários. Esse tipo de perda é comumente observado nas rotinas do processo produtiva e administrativa. Nos primeiros, pede ser destacado atribuição errônea de atividades que exigem baixa capacidade cognitiva a funcionários que poderiam ser mais eficientemente aproveitados em atividades de maior complexidade. Já em processos administrativos, a oitava perda do STP pode ser evidenciada em reuniões que não levam a solução dos problemas, atendimento de celulares durante a discussão de um assunto, no uso de ferramentas digitais como e-mails que não estão alinhados ao tema em questão ou conversas em redes sociais.

A oitava perda pode ser gerada pelo novo perfil de gestão empregado nas organizações. A busca por resultados supera todos os limites, para isso são usadas

novas ferramentas, novas filosofias que muitas vezes tiram o foco dos funcionários e assim, se sintam perdidos e desmotivados em muitos casos (LIKER, 2005).

2.3 CRÍTICAS SOBRE O CONCEITO DAS SETE PERDAS EM OHNO E SHINGO

Junior (2016), apresenta algumas considerações críticas sobre o conceito das 7 perdas de Ohno e Shingo, onde a base do Sistema Toyota de Produção é fundamentado pelos conceitos das 7 perdas, o qual é caracterizado como aberto e sistêmico, de acordo com a seguinte lógica hierárquica geral:

- O conceito global de perdas e o detalhamento das 7 perdas de modo amplo;
- A construção de um sistema produtivo a partir dos conceitos gerais de perdas adaptado a realidade da competição intercapitalista mundial, de acordo com o país ou de uma determinada região em particular. No Japão foi criado o Sistema Toyota de Produção;
- Criar e estabelecer um conjunto de técnicas apropriadas para a operacionalização do sistema.

Junior (2016), salienta que é preciso observar a realidade econômica de cada país, e esta por sua vez levará a soluções diferenciadas nos aspectos de definição das perdas operacionais, e posteriormente sua minimização ou eliminação.

Como exemplo, o custo horário do pessoal no Japão é 3 à 5 vezes maior do que o custo horário das máquinas. Por isso, a necessidade de se usar o máximo a mão de obra, onde nem sempre é utilizado toda carga máquina, por isso, o não uso das máquinas algumas vezes é permitido, pois o custo da hora operador é 3 à 5 vezes maior do que o custo hora máquina (JUNIOR, 2016).

No Brasil, o custo médio horário das máquinas é o mesmo ou maior que o custo horário pessoal, com isto, a perda com máquina parada é muito relevante. Desta forma o sistema de produção adequados a realidade do Brasil devem levar em consideração técnicas como a manutenção produtiva total para não haver a quebra de máquinas (JUNIOR 2016).

2.4 5S (CINCO ESSES)

Segundo Silva (1994), o Programa 5S foi elaborado por Kaoru Ishikawa, no Japão na década de 1950, onde o mesmo foi aplicado com a finalidade de

reorganizar o país após a Segunda Guerra Mundial. Até nos dias atuais o 5S é considerado como a principal ferramenta de gestão da qualidade e da produtividade, devido a sua eficácia.

O Programa 5S é utilizado nas organizações por todo o mundo para implementar e manter melhorias no ambiente de trabalho, com impactos positivos na produtividade, segurança, deste modo tendo melhora na qualidade de vida (SILVA,1994).

Para Silva (1994) o principal objetivo do programa 5S é a manutenção da ordem no local de trabalho, de forma que o mesmo permaneça organizado, limpo e arrumado, sob condições padronizadas e com a disciplina necessária para promover a melhoria contínua do ambiente produtivo. O 5S são cinco sentidos derivados de palavras japonesas que significam:

- SEIRI = senso de utilização: significa separar o necessário do desnecessário. Manter no local de trabalho somente o que é utilizado. Refere-se à identificação, classificação e remanejamento dos recursos e dados que são úteis ao fim desejado, que são desnecessárias devem ser descartados;
- SEITON = senso de ordenação: significa a arte de cada coisa em seu lugar para pronto uso. Refere-se à disposição dos objetos, proporcionando a visualização do fluxo de pessoas, bem como o fluxo de processos, para isso colocar uma ordem no que ficou como necessário para fácil localização;
- SEISO = senso de limpeza: significa inspeção, zelo, a arte de limpar e também de manter o que é utilizado limpo, bem como, toda área de trabalho;
- SEIKETSU = senso de padronização (saúde): significa padrões, ambientação, higiene, conservação, asseio. Descobrir a melhor forma de aplicar as melhores práticas de utilização, ordenação e limpeza, conseqüentemente a manutenção do senso de saúde;
- SHITSUKE = senso da disciplina: significa auto disciplina, educação, harmonia. Refazer os S's anteriores ciclicamente, utilizando-se das auditorias periódicas.

2.5 FLUXO DE MATERIAIS

Olivério (1985), afirma que a movimentação dos materiais nos processos produtivos é uma atividade importante a ser levada em consideração quando esta sendo realizada a elaboração de um projeto novo de instalações industriais. Segundo o autor a movimentação de materiais e *layout* estão fortemente relacionadas. É comum não levar estes dois fatores em consideração na concepção de novos projetos industriais.

Estudos mostram que em um sistema de manufatura a movimentação de materiais envolve: 25% de todos os empregados, 55% de todo o espaço da fábrica, 87% do tempo de produção. Já os gastos com a movimentação de materiais representem entre 15 e 70% dos custos totais de um produto manufaturado, e sobre o aspecto da qualidade, estima-se que de 3 a 5% do material produzido, sofrerá algum tipo de dano durante o processo de movimentação (OLIVÉRIO, 1985).

Para Antunes et al. (2008), o *takt-time* é definido a partir da demanda de mercado e também pelo tempo disponível para a produção do produto. O *takt-time* determina o ritmo de produção, em um período determinado, para atender a uma demanda específica. Matematicamente o tempo *takt* é definido pela razão entre o tempo disponível para produção e o número de unidades a serem produzidas.

Segundo Antunes et al.(2008), uma definição mais adequada para *takt-time* seria o ritmo de produção necessário para atender a um determinada produção, levando em consideração as restrições dos processos produtivos, então *takt-time* é o ritmo de produção alocado para produzir uma peça ou um produto em uma linha de montagem ou uma célula de manufatura.

Antunes et al.(2008), salienta que o conceito de *takt-time* está diretamente relacionado com a função processo, pois trata o fluxo de materiais ao longo do tempo e espaço. Já, em uma perspectiva operacional, *takt-time* está relacionado ao tempo disponível para produção, o qual não é igual à duração do expediente, em situações reais é necessário descontar os tempos de paradas programadas. Desta forma o tempo disponível para produção é igual ao período de trabalho menos as paradas programadas.

Como exemplo pode-se citar o cálculo de *takt* de uma linha de montagem de automóveis com demanda diária de 300 unidades e tempo disponível de 10 horas,

neste caso teremos um *takt-time* de 2 minutos, ou seja, a cada dois minutos deve sair um carro ao final da linha (ANTUNES et al. 2008).

Outro ponto importante abordado por Ohno (1997) é a eliminação de fontes de desperdício através do *just-in-time*. Segundo o autor, o termo significa que em um fluxo de processo, os componentes necessários à montagem devem chegar à linha de produção no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária.

Ohno (1997), destaca que, sob o ponto de vista da gestão da produção, alcançar o *just-in-time* seria o estado ideal, porém é impossível não contar com defeitos em componentes, absenteísmos, problemas em equipamentos entre outros problemas que podem ocorrer no processo produtivo. Para minimizar estes tipos de problemas, o autor sugere trabalhar com a gestão da produção dos processos produtivos através do *kanban*.

Segundo Ohno (1997), *kanban* é o método de operação do Sistema Toyota de Produção. Ele controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em uma forma mais simples, é um cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar o estágio fornecedor que mais material deve ser enviado. No cartão devem estar contidas informações em três categorias: informações de coleta, informações de transferência e informação da produção.

Ohno (1997), afirma que a essência do *kanban* está na transmissão da informação de forma simples e visual para manter em funcionamento um sistema de produção puxado, o mesmo pode adquirir várias formas as quais vão depender das características das operações do local será implementado.

2.6 LAYOUT

Segundo Rocha (1995), em todas estas situações o termo *layout* significa a disposição de máquinas, equipamentos e ferramentas de modo que a sua utilização pelo operador, no sentido da tarefa, se torne ágil, eficiente, econômica, menos perigosa e menos fatigante.

Para Oliverio (1985), ao fazer o arranjo físico de uma área qualquer, é necessário planejar e integrar os caminhos dos componentes de um produto ou serviço, a fim de obter o relacionamento mais eficiente e econômico entre o pessoal, equipamentos e materiais que se movimentam.

Moreira (1993), afirma que o arranjo físico ou *layout* corresponde à disposição física de todos os recursos em um determinado processo produtivo como: máquinas, postos de trabalho, equipamentos e mão-de-obra.

O arranjo físico tem como objetivo a combinação mais eficiente das instalações industriais buscando melhor aproveitamento dos recursos materiais, humanos e fluxo de materiais, condicionando ao espaço existente, ou seja, harmonizando e integrando o sistema de produção (BORBA, 1998).

Rocha (1995), salienta que o objetivo do *layout* é obter operações econômicas com a finalidade de:

- Melhorar a utilização do espaço disponível com menor quantidade de material em processo, diminuindo distâncias de movimentação de materiais, serviços e pessoas;
- Aumentar a moral e a satisfação do trabalho, com um ambiente mais limpo e organizado;
- Incrementar a produção com um fluxo mais racional;
- Utilização positiva da movimentação no processo produtivo;
- Redução de tempos de manufatura através da redução de distâncias a serem percorridas;
- Permitir a entrada para as manutenções.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) o *layout* interfere diretamente na capacidade produtiva das operações. Uma mudança adequada em *layout* poderá proporcionar ganhos na produção através da racionalização no fluxo de pessoas, materiais e informações.

Nas bibliografias pesquisadas sobre o tema, *layout* e arranjo físico possuem o mesmo significado.

2.6.1 Princípios do arranjo físico

Segundo Oliverio (1985), os arranjos físicos devem ser essencialmente dinâmicos, oferecendo flexibilidade às mudanças, agilidade nos processos produtivos, usando os recursos com o máximo de eficiência.

Para Rocha (1995), os princípios básicos do arranjo físico são:

- Os fatores diretos e indiretos ligados à produção devem estar integrados, pois a falha em qualquer um deles resultará numa ineficiência global;
- O transporte não acrescenta valor ao produto, por isso, deve-se procurar uma maneira de reduzir ao mínimo as distâncias entre as operações para evitar esforços inúteis, confusões e custos;
- Devem ser evitados cruzamentos e retornos que causam interferência e congestionamentos;
- Eliminar obstáculos a fim de garantir melhores fluxos de materiais e sequência de trabalho dentro da empresa;
- Redução de materiais sem processo mantendo-os contínuo movimento;
- Utilizar da melhor maneira o espaço e se possível as 3 dimensões;
- Um melhor aspecto das áreas de trabalho promove tanto a elevação da moral quanto a redução de riscos de acidentes;
- No projeto do *layout* deve-se considerar que as condições vão mudar e que o mesmo deve ser fácil de mudar e de se adaptar as novas condições.

Segundo Moreira (1993), outro fator importante a ser ressaltado é que são frequentes e rápidas as necessidades de mudança do projeto do produto, além de mudanças de métodos e sistemas de trabalho. A falta de atenção a essas alterações pode levar uma empresa ao obsoletismo.

Ainda segundo Moreira (1993), as disposições das áreas de trabalho devem obedecer às exigências das operações de maneira que homens, materiais e equipamentos se movam em fluxo contínuo, organizado e de acordo com a sequência lógica do processo de manufatura.

2.6.2 Como surge o problema com o arranjo físico

Segundo Oliverio (1985), a própria rotina da indústria altera a condição inicial sobre a qual era inicialmente considerada como a ideal, dessa forma, precisa ser revisada para novamente ter a mesma eficiência que possuía anteriormente.

Oliverio (1985), destaca os principais motivos para as necessidades do reestudo dos arranjos físicos, são eles:

- Excessiva perda de tempo entre os processos, principalmente por movimentações de peças e operadores;

- Dificuldade de abastecimento de peças devido á falta de espaço físico;
- Fluxo confuso do trabalho causando dificuldade de perceber as entradas e saídas de cada processo;
- Mudança no projeto do produto;
- Introdução de um novo projeto;
- Reprovações de produtos nas inspeções da qualidade;
- Ergonomia deficiente podendo causar acidente no trabalho;
- Necessidade de redução de custos;
- Mudança nos processos produtivos;
- Introdução de novas metodologias de produção.

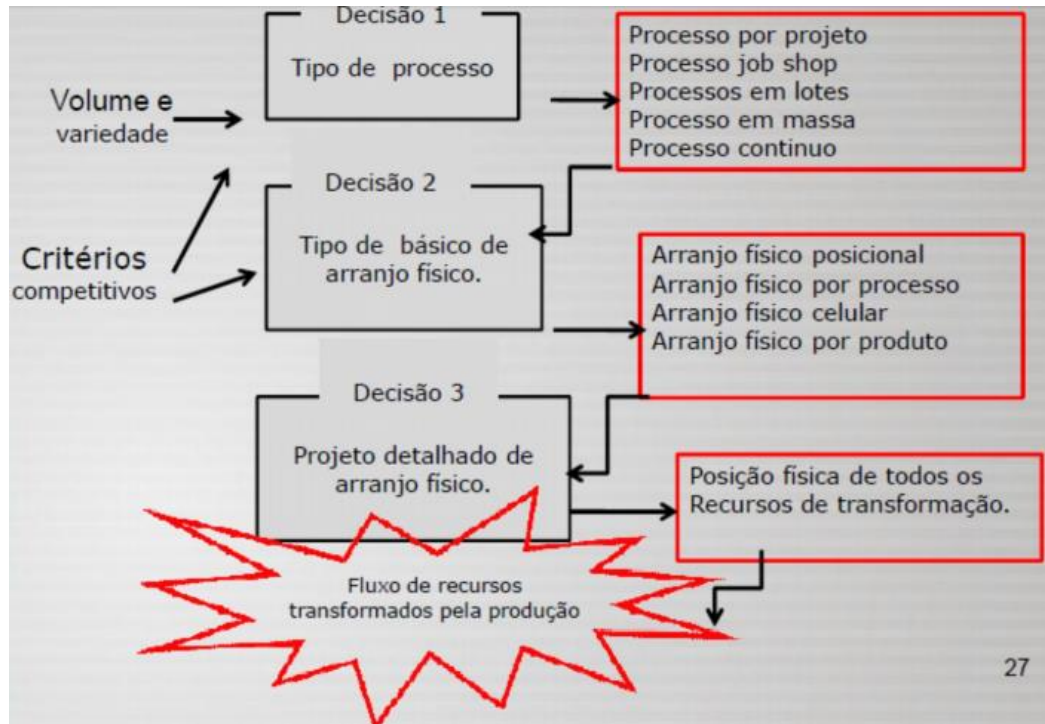
Para Rocha (1995), os principais problemas de arranjo físico geralmente recaem sobre dois elementos básico, destacando problemas com relação ao produto que esta sendo produzida e a qualidade associada ao mesmo.

2.6.3 Arranjo físico – como definir

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o conceito de tipo de processo é confundido com arranjo físico. Para o autor, primeiramente, é necessário saber qual é o tipo de processo a ser adotado para posteriormente implementar o arranjo físico mais adequado.

O volume de produção e a diversidade de produtos a serem produzidos possuem influencia direta na definição do *layout* mais adequado. À medida que a demanda e a variedade dos produtos aumentam, cresce a necessidade de melhorar o gerenciamento dos fluxos dos processos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). A figura 5 mostra um esquema que auxilia na tomada de decisão sobre qual tipo de arranjo físico utilizar.

Figura 05 - A decisão de arranjo físico



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002)

Para Slack, Chambers e Johnston (2002), temos quatro tipos básicos de *layout*: arranjo físico posicional, arranjo físico por processo, arranjo físico celular, arranjo físico por produto, onde a variabilidade e o volume influenciam na escolha do arranjo mais adequado, como pode ser visto na figura 6.

Figura 06- variabilidade x volume



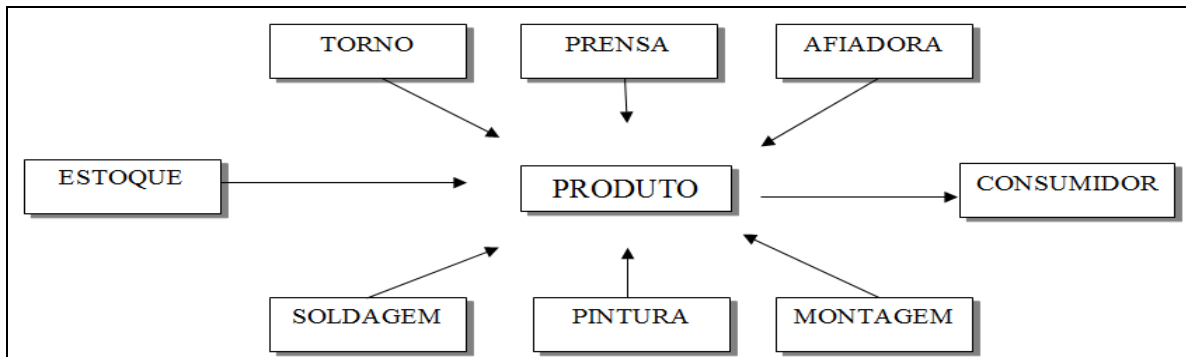
Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002)

Para Costa (2010), as características dos diferentes níveis de volume e variedade de produtos determinam a escolha do tipo de leiaute. A decisão pelo tipo de arranjo físico está relacionada ao entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um.

2.6.4 *Layout* posicional

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o arranjo físico posicional também é conhecido como arranjo físico de posição fixa, o qual se caracteriza pela posição estacionária do elemento ou produto a ser transformado, assim ao invés dos materiais se moverem, os equipamentos e trabalhadores posicionam e se deslocam em torno do produto, geralmente este tipo de *layout* é utilizado em equipamentos de grandes dimensões, como pode ser visto na figura 7.

Figura 07- Exemplo de *layout* posicional



Fonte: Adaptado de Tompkins et al. (1996).

Para Slack, Chambers e Johnston (2002), o *layout* posicional é o mais utilizado em alguns processos específicos, dos quais destaca:

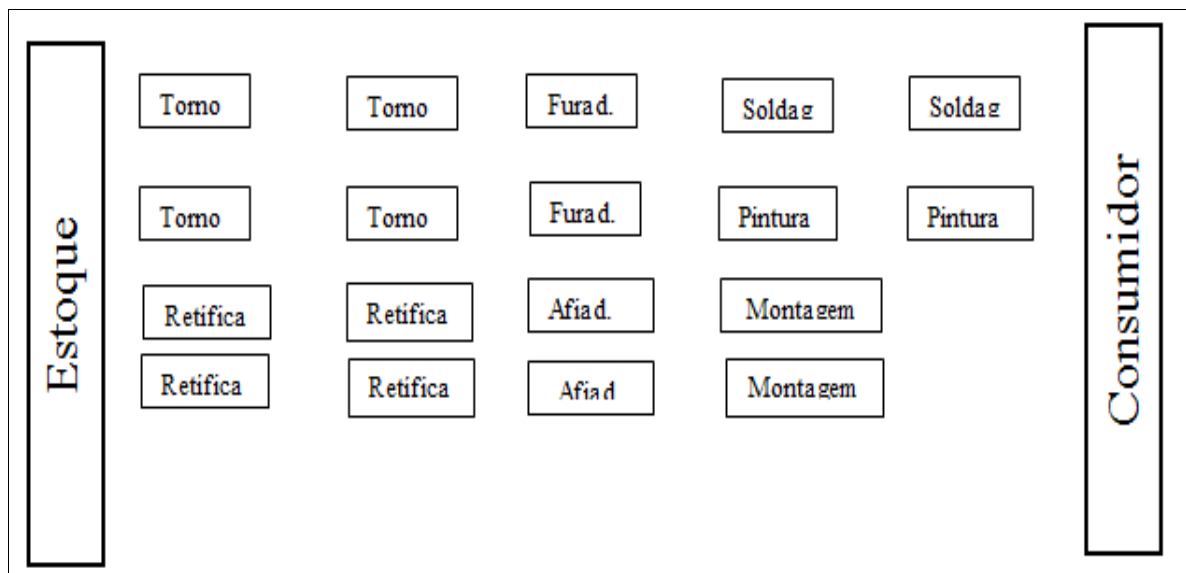
- Construção de rodovias: o produto mantém-se fixo num determinado local enquanto os operadores e máquinas deslocam-se;
- Cirurgias delicadas: pacientes estão em estado muito delicado para serem movidos para sala de recuperação;
- Estaleiro: produto muito grande para mover-se
- Manutenção de equipamentos de grande porte: produto muito grande ou muito delicado para ser movido até a oficina para manutenção.

2.6.5 *Layout* funcional ou por processo

De acordo com Moreira (2002), o arranjo físico por processo é utilizado pela maioria das indústrias e também em atividades de prestações de serviços, onde os centros de trabalhos são agrupados de acordo com a função que desempenham. Neste tipo de arranjo os materiais e as pessoas se movem de um centro de trabalho para outro de acordo com a necessidade. Este tipo de arranjo é usado em hospitais, escolas, armazéns, bancos e indústrias onde os processos estão organizados por centro de trabalho.

O arranjo por processo é usado quando houver a necessidade de a manufatura produzir uma variedade de produtos em lotes médios e pequenos, e o uso dos recursos são compartilhados por produtos diferentes, todos os processos e os equipamentos similares são posicionados juntos, realizando operações ou montagens semelhantes na mesma área (GAITHER; FRAZIER 2001), conforme pode ser observado na figura 8.

Figura 08- Exemplo de *layout* por processo



Fonte: adaptado de Tompkins et al. (1996).

Rocha (1995), destaca algumas vantagens do uso do arranjo físico dos quais pode-se citar:

- A melhor utilização das máquinas onde as operações são independentes e se tem a possibilidade de mudar a sequência na execução das operações;
- Um menor investimento;
- Melhor avaliação da produtividade dos operadores;
- A quebra de equipamento ou da máquina não para o processo produtivo;
- Adaptação a produção não contínua;
- Uso da melhor mão de obra em processos diferentes;
- Permite uma maior variedade de produtos fabricados.

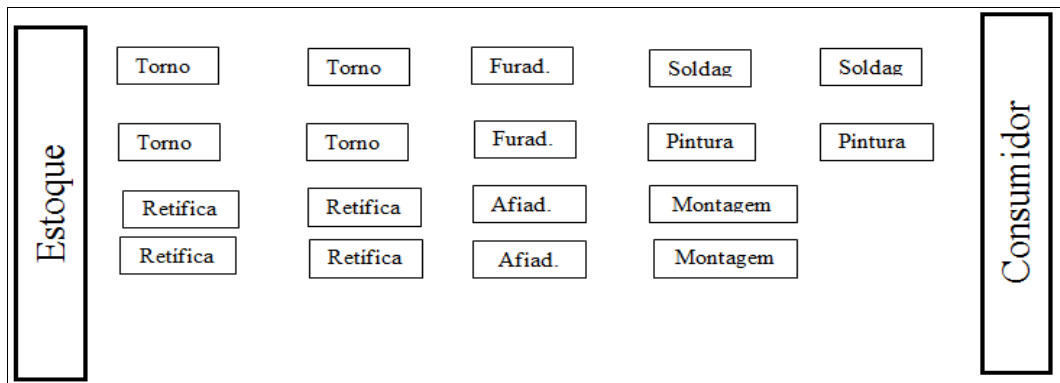
Rocha (1995), afirma que este tipo de arranjo possui algumas desvantagens das quais pode se destacar:

- Longos trajetos a serem percorridos pelo produto de um processo ao outro;
- O planejamento fica mais difícil devido a uma grande variedade de produtos a serem produzidos;
- Uma maior área ocupada, devido a grande quantidade de máquinas;
- Movimentação elevadas da matéria prima bem do produto durante as fases do processamento;
- Os tempos de fabricação não padronizados e muitas vezes mais longos;
- Fluxo de material deficiente variando de um produto para outro pela diversidade de itens.

2.6.6 *Layout* por produto

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) o projeto de arranjo físico por produto envolve a necessidade de produzir uma célula onde os recursos são alocados de maneira a produzir um produto ou um serviço específico.

Para Gaither e Frazier (2001), os *layouts* por produto usam equipamentos especiais e cativos, os quais são configuradas especialmente para executar uma operação específica em um produto. Neste tipo de arranjo os recursos de transformação são ordenados na sequência própria para melhor conveniência de fabricação do produto como pode ser visto na figura 9.

Figura 09- Exemplo de *layout* por produto

Fonte: adaptado de Tompkins et al. (1996).

Rocha (1995), salienta que o *layout* por produto ou *layout* em linha é obtido pelo posicionamento sequencial dos processos de acordo com a sequência de operação do produto formando uma linha de produção. Esse tipo de processo é caracterizado por uma montagem progressiva, gerida por padrões e sistema de produção e controle que dita o ritmo da transferência de materiais entre os processos.

Segundo Moreira (2002), o arranjo físico por produto é caracterizado por alguns aspectos fundamentais, dos quais destacam-se:

- É bastante adequado a produtos com alto grau de padronização, com pouca ou nenhuma diversidade, produzidos em grandes quantidades;
- O fluxo de materiais através do sistema é previsível, abrindo possibilidades para o manuseio e transporte automáticos de matéria;
- O sistema se ajusta a diversas taxas de produção, embora trabalhar com produções baixas não seja conveniente;
- Os investimentos em capital são elevados, devido a presença de equipamentos de alta tecnologia e projetados para execução de projetos especiais;
- Custo fixo muito alto e comparativamente baixos os custos com materiais e mão de obra.

Para Rocha (1995) este tipo de arranjo físico oferece algumas vantagens das quais se destacam:

- Estoque de componentes em processo reduzidos;
- Pouco manuseio de material;

- Fabricação de produtos padronizados;
- Produção contínua;
- Tempo de produção conhecido;
- Produção elevada;
- Menor especialização da mão de obra;
- Facilidade de treinamento das pessoas;
- Melhor controle sobre os processos produtivos;
- Facilidade de planejamento da produção.

Como todo e qualquer tipo de arranjo físico tem suas vantagens e desvantagens, quanto ao arranjo por processo Rocha (1995) destaca as seguintes desvantagens:

- O processo não possibilita a utilização completa da capacidade produtiva dos equipamentos;
- Alto nível de investimento;
- Defeito em uma das máquinas ou de um equipamento implica na paralisação do processo de fabricação;
- Custo elevado dos equipamentos se os mesmos não forem utilizados em 100% de sua capacidade;
- Dificuldade de utilização da linha produtiva na fabricação de outros produtos, e ainda de utilizar alguma máquina isoladamente.

Rocha (1995), conclui que este tipo de arranjo físico é ideal para a fabricação de produtos em série, onde a fabricação dos produtos é padronizada, repetitiva e de forma contínua. Este tipo de produção também é chamado de produção em massa.

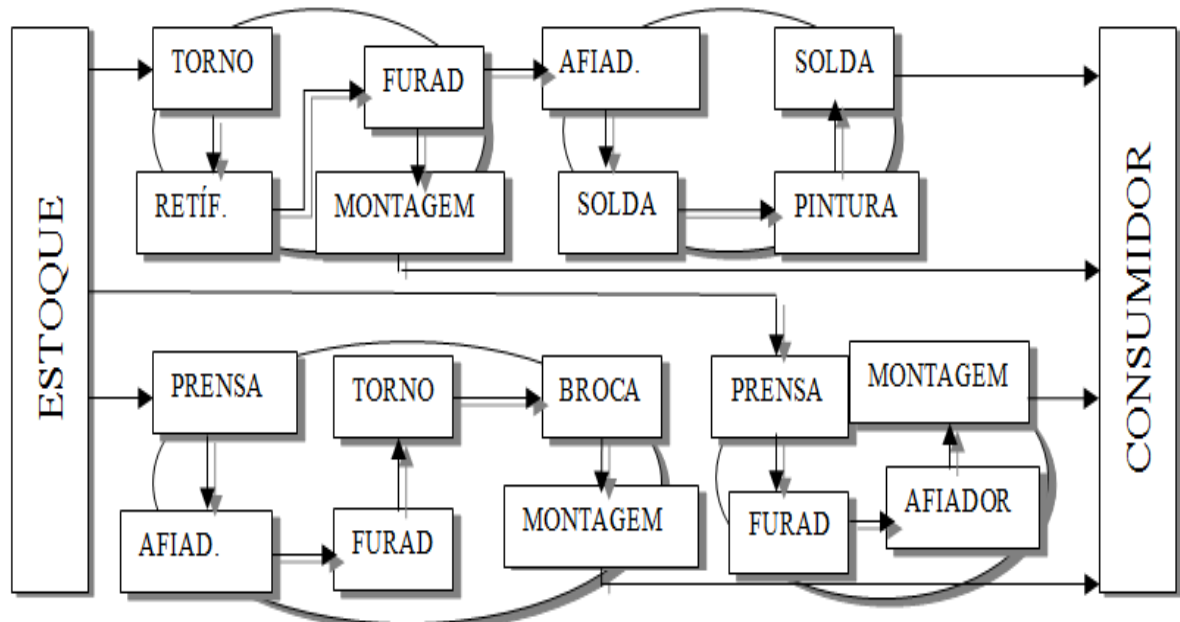
2.6.7 Layout celular

O arranjo físico celular consiste em arranjar em um só local, conhecido como célula, máquinas diferentes que possam fabricar completamente o produto. Nesta célula são agrupadas máquinas dedicadas a uma família de produtos com roteiros de produção semelhantes, que necessitam das operações das mesmas máquinas e na mesma sequência de processamento (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002), conforme pode ser observado na figura 10.

Shingo (1996) e Monden (1984), salientam os principais ganhos do layout celular:

- Flexibilidade é a característica chave (reação à demanda do cliente);
- Redução de custos (perdas);
- Melhor aproveitamento dos recursos humanos;
- Maior competitividade da empresa;
- Menor tempo de processo e setup;
- Menor estoque em processo.

Figura 10- Exemplo de *layout* por produto.

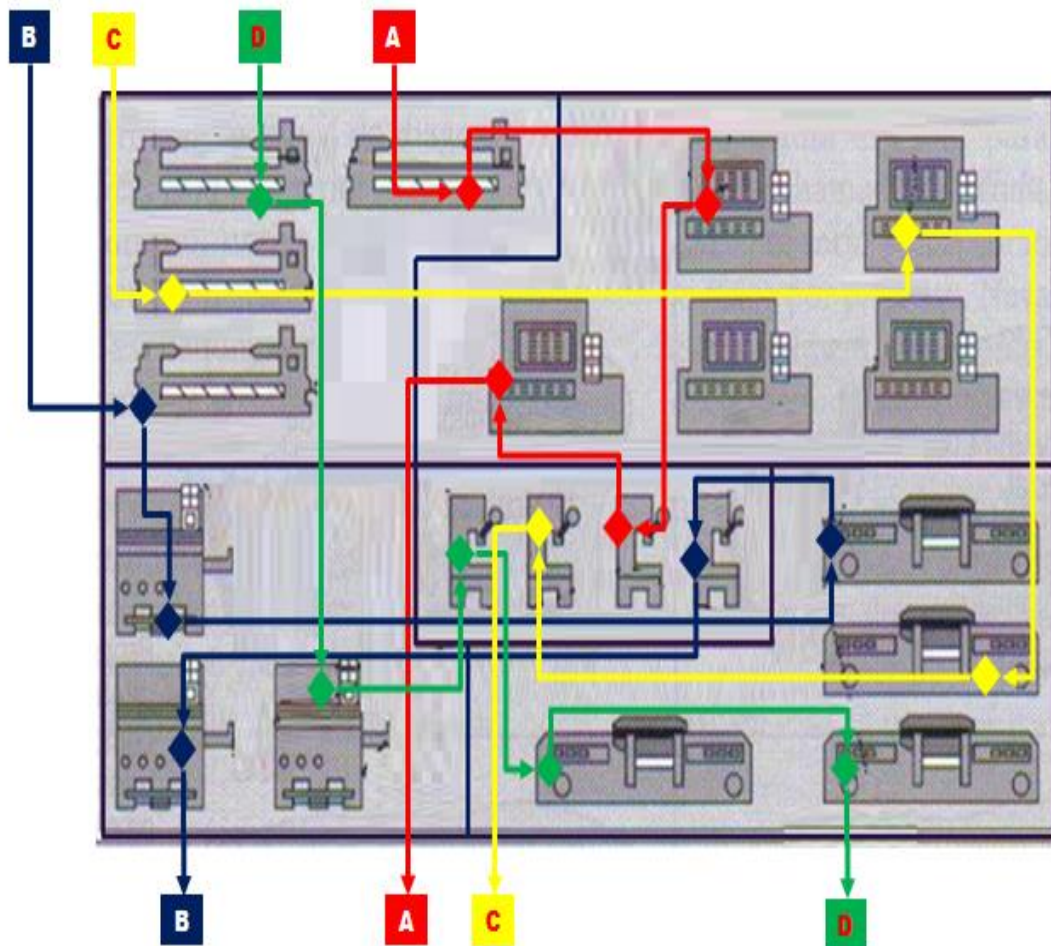


Fonte: adaptado de Tompkins et al. (1996).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) a principal característica desse tipo de arranjo físico é a flexibilidade quanto ao tamanho de lote a ser manufaturado, permitindo elevado nível de qualidade e produtividade.

A figura 11 mostra a imagem de um arranjo físico funcional com o esquema da movimentação de quatro produtos diferentes desde sua entrada no processo até sua saída (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

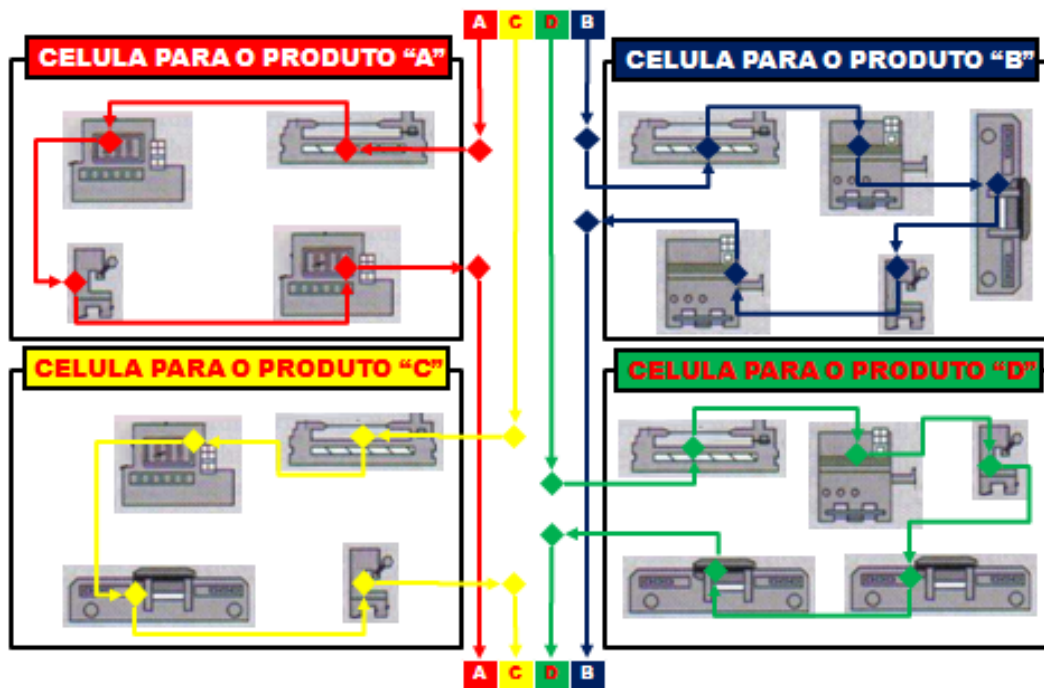
Figura 11 - Arranjo Funcional, com um agrupamento de máquinas para produzir os produtos “A”, “B”, “C” e “D”.



Fonte: adaptado de Slack, Chambers e Johnston 2002

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), é possível transformar um arranjo físico funcional em arranjo físico celular, reposicionando as máquinas de forma que cada célula seja capaz de produzir completamente o produto. A diferença entre os arranjos físicos é que no arranjo físico funcional as máquinas são agrupadas em função do tipo de processo, enquanto que no arranjo físico celular as máquinas são distribuídas em células encarregadas de produzir, do início ao fim, uma família de produtos como pode ser visto na figura 12 onde cada produto passou a ter a sua célula de trabalho.

Figura 12 – Arranjo físico celular agrupa os processos necessários para uma família de produtos



Fonte: adaptado de Slack, Chambers e Johnston 2002

Para Slack, Chambers e Johnston (2002) o arranjo físico celular apresenta diversas vantagens em relação aos demais arranjos físicos das quais destacam-se:

- Aumento da flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto;
- Diminuição do transporte de material;
- Diminuição dos estoques;
- Maior satisfação no trabalho;
- Menor manuseio de materiais.

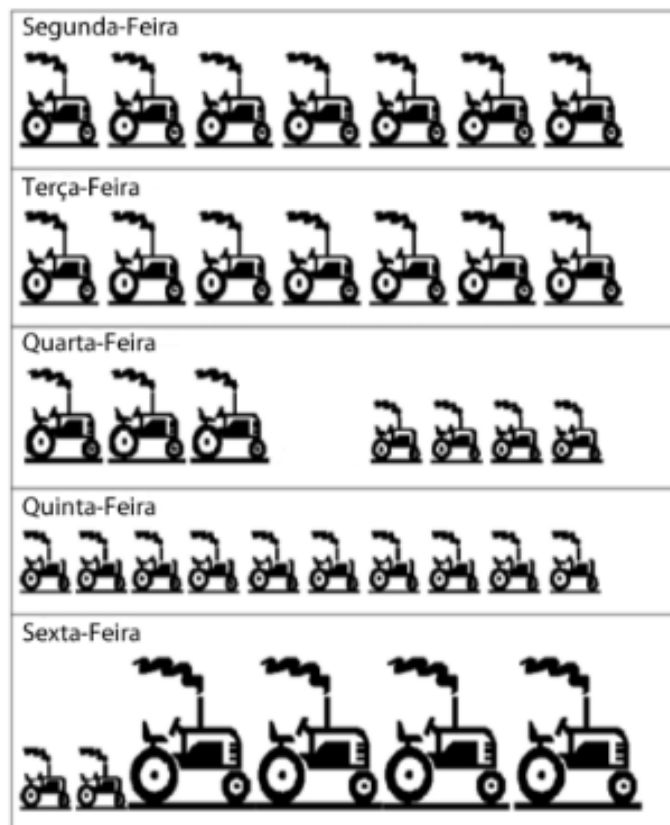
2.7 HEIJUNKA – NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO

Segundo Liker (2005), *heijunka* significa nivelar a produção em volume em combinação da variedade de produtos ao longo de um período determinado de tempo. Esta ferramenta está relacionada à programação dos processos produtivos e serve para dar estabilidade aos processos produtivos, o mesmo é utilizado para controlar o tamanho de lotes e de tipo de produtos, bem como controlar as flutuações nos volumes dos mesmos.

A questão central do nivelamento da produção, para Liker (2005), merece destaque na grande dificuldade das empresas em produzir exatamente o que seus clientes pedem e no momento exato em que eles desejam receber. Com isso as empresas apresentam oscilação de pedidos dentro de curtos espaços de tempo, podendo os mesmos variarem de uma semana para outra. A falta de nivelamento na programação da produção causa problemas como: excesso de horas extras, esgotamento emocional dos colaboradores, além de má utilização de equipamentos. Como consequência as empresas trabalham com elevados níveis de estoque, perda de qualidade do produto e falta de fluxo nos processos de trabalho.

Liker (2005), cita como exemplo um fabricante de tratores cuja produção apresenta-se desnivelada (Figura 13). O fabricante produz três modelos de tratores os quais são de pequeno médio e grande porte. O trator médio é o que mais vende, e por isso é produzido de segunda até quarta-feira, ainda na quarta-feira é feita a troca do produto para o trator pequeno, o qual é produzido até sexta-feira, onde é feito mais uma troca para o trator de grande porte o qual tem a menor demanda.

Figura 13 – Sistema de Produção Tradicional sem Nivelamento

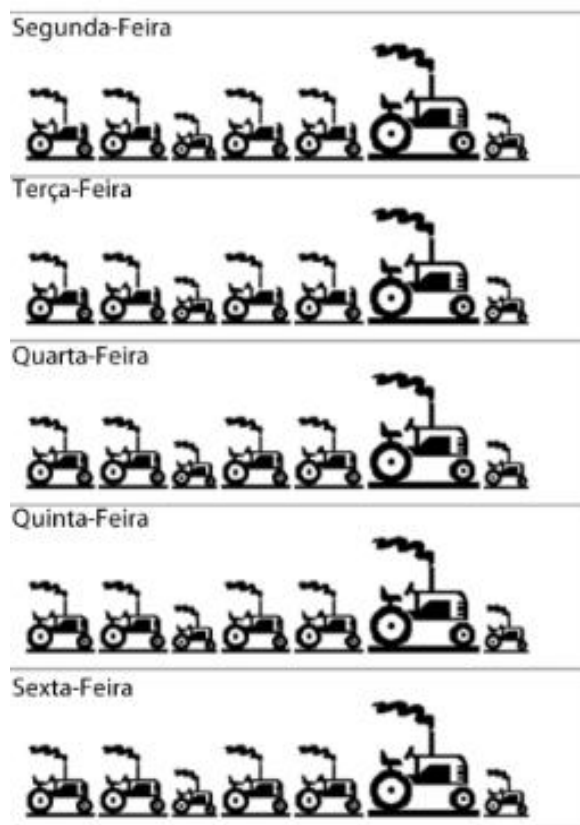


A falta de nivelamento resulta em efeitos negativos na produção, podendo-se citar:

- Caso algum cliente decidir comprar tratores no começo da semana e exigir um prazo de entrega curto a planta já enfrentará problemas para produzir e entregar os mesmos;
- O risco de não conseguir vender todos os produtos produzidos, desta maneira aumenta o custo com estoque de produto acabado;
- O uso dos recursos da mão de obra e equipamentos não é equilibrado, conseqüentemente pode haver horas extras e a utilização maior de alguns equipamentos;
- Demanda irregular entre os processos produtivos.

Na figura 14, Liker (2005), apresenta um exemplo de modelo misto de produção nivelada, onde ao reduzir o tempo de troca na confecção de produtos e fazendo o uso de metodologias mais enxutas a fabrica é capaz de produzir os tratores em qualquer ordem.

Figura 14 – Sistema de Produção Nivelamento



Com o nivelamento da produção obtêm-se os seguintes benefícios:

- Maior flexibilidade para produzir o que o cliente deseja quando ele deseja;
- Queda no risco de não vender os produtos;
- Balanceamento no uso das máquinas e também na mão de obra;
- Demanda uniforme para os processos e para os fornecedores.

Segundo Liker (2005), para que seja possível o nivelamento da produção faz-se necessário seguir alguns requisitos como:

- O menor tempo de *setup*(tempo de troca de ferramenta) possível;
- Nivelar os processos produtivos dos produtos mais frequentes e que apresentam maiores volumes de produção;
- O *takt time* e o tamanho dos intervalos de produção devem ser estabelecidos e mantidos atualizados;
- Estabelecer um estoque máximo;
- Trabalhar com operações padronizadas;
- Utilizar os dados de controles da produção para nivelar a mesma.

2.8 TEMPO DE CICLO

Segundo Antunes et al. (2008), a duração de um ciclo é dada pelo período de tempo transcorrido entre a repetição de um mesmo evento, o qual caracteriza o início e o fim de um determinado ciclo. Num sistema produtivo o tempo de ciclo é determinado pelas condições operacionais do processo produtivo.

Antunes et al. (2008), considera que uma célula, ou um processo produtivo, com inúmeros processos produtivos o tempo de ciclo é definido em função de dois elementos, sendo:

- Tempo unitário do processamento em cada máquina ou posto de trabalho, ou seja, o tempo padrão;
- O número de colaboradores na célula ou linha de produção.

Antunes et al. (2008), salienta que é necessário considerar que cada célula ou máquina possuem diferentes tempos de operação. Considerando uma sequência de operações em três diferentes máquinas: Se a primeira máquina levar 2 minutos para executar a operação, ao passo que a segunda máquina levar 3 minutos e a terceira máquina demorar apenas 1 minuto, o tempo de ciclo (TC) será o tempo da operação

mais lenta. Nesse caso a segunda máquina. Essa máquina será denominada de gargalo do processo produtivo.

Segundo Antunes et al. (2008), para reduzir o TC é necessário a realização de melhorias nos processos gargalos de produção, eliminando as perdas, assim como a realocação de atividades para outros processos não gargalos ou realocação de pessoal de outros processos para os processos gargalos, também conhecido como Balanceamento das operações (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002).

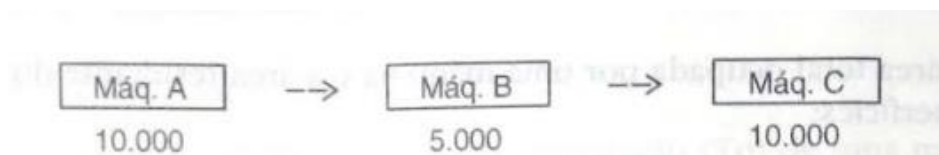
Para Slack, Chambers e Johnston (2002), concluem que o TC é um dos fatores limitantes para o *takt time*, ou seja, a velocidade do processo é determinada pelo gargalo da produção, desta forma limita o ritmo da linha.

2.9 BALANCIAMENTO DAS OPERAÇÕES

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o conceito de balanceamento é a análise da linha de produção que consiste em dividir as tarefas de forma mais igual entre as estações de trabalho, para que as estações demandem aproximadamente o mesmo tempo de processo nas tarefas a elas atribuídas.

Para Rocha (1995), nos processos de fabricação em série é muito importante que haja uma equivalência entre as capacidades produtivas dos equipamentos nos postos da linha de montagem. Segundo o autor, para fazer o balanceamento de uma sequência de operações deve-se, em primeiro lugar, determinar o Tempo de Ciclo (TC) de cada operação separadamente. Por exemplo, em uma linha de produção existe uma sequência de três máquinas “A-B-C” e o produto que passa pela máquina A passa também pelas máquinas B e C. Para esse processo estar balanceado é importante que as três máquinas tenham produções equivalentes. Seguindo o mesmo exemplo se as máquinas A e C tem capacidade produtiva de 10.000 peças por dia e a máquina B tiver capacidade de produzir apenas 5.000 diariamente, a linha estará desbalanceada (Figura 15).

Figura 15 – Linha não balanceada

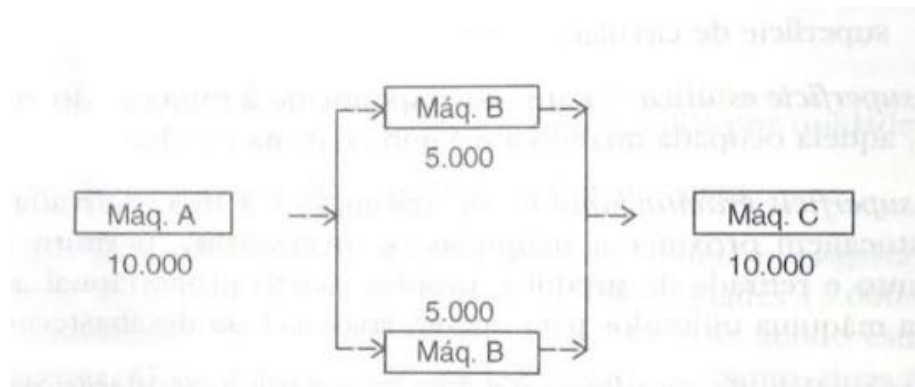


Fonte: adaptado de Rocha 1995

Para resolver o problema da falta de balanceamento entre os processos das máquinas A-B-C do exemplo anterior pode ser seguido dois caminhos:

- a) Adicionar mais uma máquina B em paralelo aquela já existente, dobrando, assim, a capacidade de produção daquele processo (Figura 16); ou
- b) Quebrar as atividades realizadas na máquina B, distribuindo parte dessas atividades entre as máquinas A e C. Assim será evitado que as máquinas A e C fiquem paradas esperando a máquina B completar sua atividade. Por consequência as máquinas A e C ficarão mais lentas e a máquina B ficará mais rápida. As três máquinas terão produções equivalentes e maiores que 5.000 peças por dia.

Figura 16 – Linha balanceada



Fonte: adaptado de Rocha 1995

Rocha (1995), conclui que um processo produtivo está balanceado quando todas as máquinas ou processos produtivos da linha de produção apresentam o mesmo tempo de execução por unidade fabricada. Na prática isso é quase impossível de ser realizado, o que é feito é aproximado ao máximo possível o tempo de processo.

2.10 TAKT-TIME VS TEMPO DE CICLO

A palavra alemã '*takt*' serve para designar o compasso de uma composição musical, tendo sido introduzida no Japão nos anos 30 com o sentido de 'ritmo de produção' (ALVARES E JUNIOR, 2001).

Por definição, o tempo *takt*, em inglês, *takt time*, pode ser entendido como sendo o ritmo necessário para atender a produção de uma determinada demanda

levando em consideração as restrições do processo. Para os autores Alvares e Junior (2001), nem sempre o tempo alocado para a produção de um produto é suportado somente pelo processo produtivo. Perdas no processo consumirão parte desse tempo.

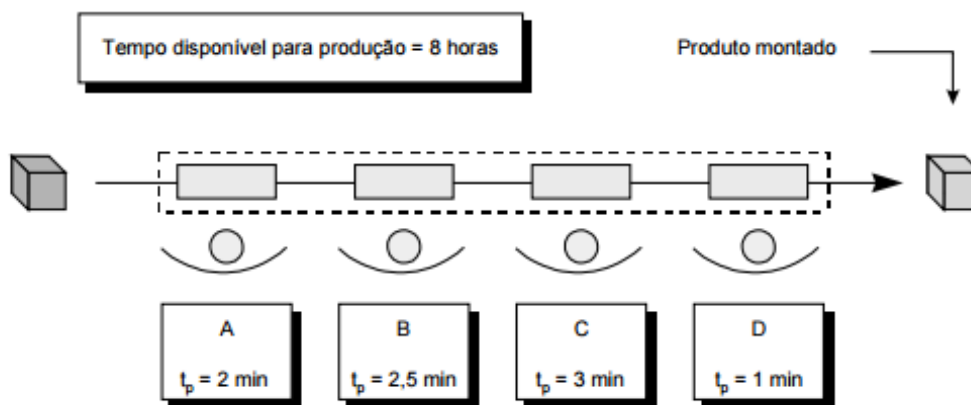
Para Alvares e Junior (2001), o *takt-time* é calculado a partir da razão matemática entre o tempo disponível para produção e o número de unidades requeridas pelo cliente. Sendo assim, o *takt-time* não é um dado absoluto, mas sim determinado, e varia de acordo com a demanda do cliente e o tempo disponível para produzir.

O tempo de ciclo, outra métrica utilizada na engenharia de produção, indica o tempo de execução de uma determinada operação. Segundo Alvares e Junior (2001), o tempo de ciclo é definido em função de dois elementos:

- Tempos unitários de processamento em cada máquina/posto (tempo-padrão);
- Número de trabalhadores na célula ou linha.

A figura 17 mostra um exemplo de processo produtivo de uma célula com quatro postos de trabalho, onde o terceiro posto tem maior tempo de processo, este vai determinar o tempo do ciclo, neste exemplo o tempo de ciclo é de 3 minutos.

Figura 17 – Tempo de ciclo para uma linha de produção



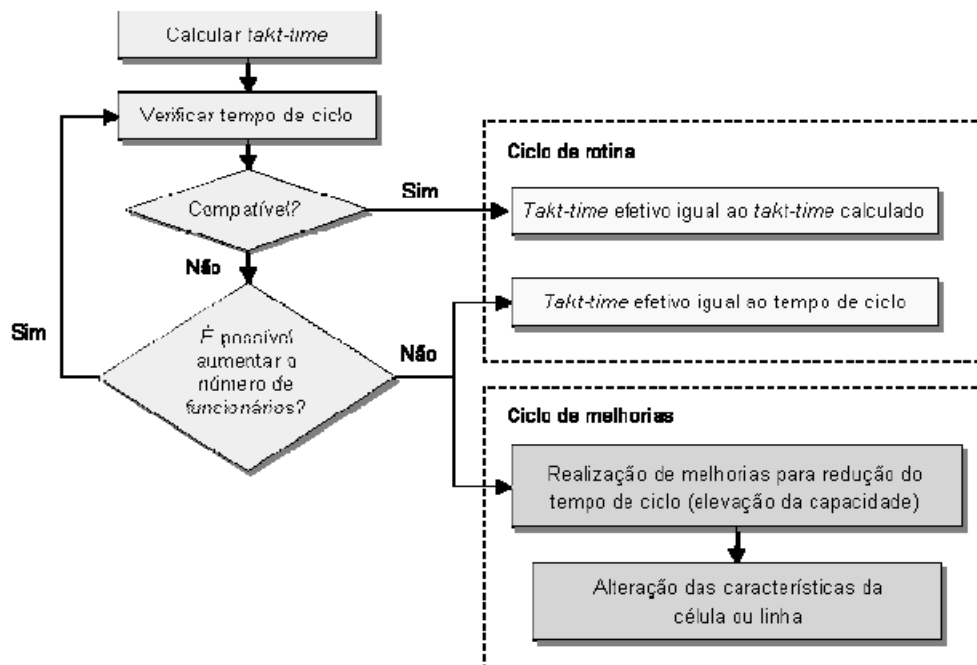
Fonte: Alvares e Junior (2001)

Os autores Alvares e Junior (2001), usam o exemplo da figura 17 para o cálculo *takt-time* em duas situações. A primeira seria esta linha de produção com uma demanda de 120 unidades por dia, o que resultaria em um *takt-time* igual há 4 minutos, com esta configuração o tempo de ciclo é menor do que o *takt-time* e desta

forma a produção atenderia a demanda. A segunda situação é para uma demanda de 240 unidades dia, o *takt-time* seria de 2 minutos por unidade, nesta configuração o tempo de ciclo é maior do que o *takt-time* o que impossibilita a entrega da produção no prazo.

Alvares e Junior (2001), salientam que quando o tempo de ciclo é maior do que o *takt-time* será necessário à realização de melhorias nas operações para a diminuição do tempo de ciclo, para que o mesmo seja menor ou igual ao *takt-time*. A figura 18 ilustra um esquema completo gestão de melhorias com base no *takt-time*.

Figura 18 – Gestão de melhoria do tempo de ciclo com base no *takt-time*



Fonte: Alvares e Junior (2001)

Para Alvares e Junior (2001), o *takt-time* é uma ferramenta de gestão dos fluxos de materiais, clareando desta forma onde estão os pontos da fábrica que precisam de melhorias no processo. Com a diminuição do *takt-time* aparecem as restrições do processo, ou seja, os pontos onde não se consegue atender a demanda dentro do tempo estipulado, nestes postos de trabalho são necessários fazer melhorias de processo.

3 METODOLOGIA

Na metodologia define-se o caminho percorrido e os métodos utilizados ao longo da pesquisa. Para que ela possa alcançar os objetivos esperados vários fatores devem ser considerados, pois é através da metodologia que se estabelecem os procedimentos e recursos para que possa realizar o fim da pesquisa, e para atingir os objetivos da pesquisa precisa saber qual o problema da pesquisa.

Para Marconi e Lakatos “a especificação da metodologia da pesquisa é a que abrange maior número de itens, pois responde, a um só tempo, às questões: Como? Com quê? Onde? Quando?” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p.204). A Metodologia significa uma maneira de identificar como, onde e de que maneira será realizada a pesquisa.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

O método a ser utilizado para a realização desse estudo foi a pesquisa-ação, a qual é caracterizada como um método qualitativo de abordagem de problemas, fazendo associações entre a ação e a resolução de um problema coletivo (THIOLLENT, 2005). O autor salienta que este tipo de pesquisa é caracterizado pelo envolvimento do pesquisador com os participantes representativos da situação, os quais trabalham de maneira cooperativa e participativa.

Ao se utilizar a metodologia de pesquisa-ação tem-se o objetivo de fazer um diagnóstico da situação atual e propor soluções de melhorias. Através da pesquisa-ação temos acesso a informações, conhecimentos e dados, onde é possível fazer proposta para estudos futuros. Além disso, são realizadas pesquisas documentais através de atividades de observação, reuniões e, formular conceitos entre a equipe e o pesquisador (THIOLLENT, 1997).

Quanto ao tratamento dos dados, as pesquisas se categorizam por pesquisas qualitativa, exploratória, descritiva e explicativa. Para Vianna pesquisa qualitativa é definida da seguinte maneira:

Na pesquisa qualitativa você analisará cada situação a partir de dados descritivos, buscando identificar relações, causas, efeitos, consequências, opiniões, significados, categorias e outros aspectos considerados necessários à compreensão da realidade estudada e que, geralmente envolve múltiplos aspectos. (VIANNA, 2001, p. 122).

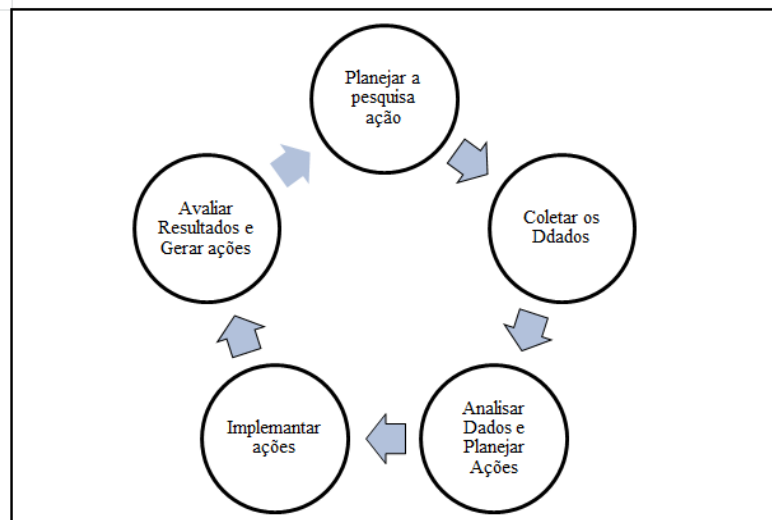
Segundo Gil, a pesquisa exploratória “as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.” (GIL, 2010, p.27). Pesquisa descritiva para Cervo, Bervian e Silva, é definida da seguinte maneira:

A pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-los. Procura descobrir com maior precisão possível, a frequência com quem um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e suas características. Busca conhecer as diversas situações e relações que ocorrem na vida social, política, econômica e demais aspectos do comportamento humano, tanto do indivíduo tomado isoladamente como de grupos e comunidades mais complexas. (CERVO, BERVIAN, SILVA, 2007, p. 61-62).

De acordo com Gil, pesquisa explicativa “têm como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos”. (GIL, 2010, p. 28).

Segundo Mello et al. (2012), a pesquisa-ação ocorre em cinco fases: a planejar, coletar dados, analisar e planejar ações, implementar ações, avaliar resultados e gerar ações, conforme pode ser visto na figura 19.

Figura 19 – Estruturação para condução da pesquisa ação



Fonte: adaptado de Melo et al. 2012

Através do estudo da situação atual do processo de produção, observou-se que o processo produtivo de pré-montagem das cabines estava atrasado com relação a linha de montagem principal, o que ocasionava perdas de produção no

dia, gerando horas extras para recuperar a produção atrasada e, com isso, aumentando o custo de produção. Ao se fazer um estudo mais aprofundado do problema identificou-se que o fluxo do material nas linhas de pré-montagem não estava bem definido, onde pôde-se perceber várias perdas, tornando o processo produtivo incapaz de atender a demanda. Identificou-se, também, um *layout* ineficiente, com duas linhas de montagem para a fabricação de produtos bastante similares em locais distintos. Com isso os operadores se deslocam constantemente de uma linha para outra para a execução do processo de montagem requerido. Além disso, também se observou a falta de organização das ferramentas e dos componentes que estavam em processamento.

No diagnóstico da situação atual, foram identificados os principais problemas e as restrições no processo estudado. Para isso foram utilizados os conhecimentos adquiridos no decorrer deste trabalho para formular um plano de ação alterando o processo produtivo e unificando as duas linhas de montagem das cabines, através de um novo *layout*, redesenhando todo o processo produtivo.

O próximo passo foi realização de coletas de dados para posteriormente, por meio da revisão de literatura, obter-se o embasamento teórico necessário na orientação das atividades práticas a serem realizadas para obtenção da solução do problema.

Os dados utilizados na realização desta pesquisa foram coletados diretamente nos processos estudados.

Para a realização do trabalho, após toda a coleta de dados, foi realizado um “bota fora”, onde foi retirado e colocado em quarentena todo o material que não estava em uso nos processos de fabricação.

Para a organização do novo *layout* produtivo, primeiramente foram analisados os dispositivos usados nos dois processos de montagem da cabine, para ver que alterações seriam necessárias a fim de unificação das duas linhas de montagem em um único local. Posteriormente a alteração dos dispositivos, foi feito a retirada de todos os equipamentos da área, para fazer a simulação do novo processo de montagem com os carros de movimentação das cabines, agora unificados. Então, foi definido o novo fluxo de materiais, a distribuição das tarefas em cada estação de trabalho e, por fim, a elaboração dos kits de suprimento de peças para atender ao novo processo produtivo.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Coletar dados é essencial para o pesquisador situar-se diante da pesquisa, pois assim, poderá buscar soluções de acordo com os problemas detectados. Para Cervo, Bervian e Silva:

A coleta de dados, tarefa importante na pesquisa, envolve diversos passos, como a determinação da população a ser estudada, a elaboração do instrumento de coleta, a programação da coleta e também o tipo de dados e de coleta. Há diversas formas de coletas de dados, todas com suas vantagens e desvantagens. Na decisão do uso de uma forma ou de outra, o pesquisador levará em conta a que menos desvantagens oferecer, respeitando os objetivos da pesquisa. (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p.50).

Portanto, a técnica de coleta dos dados foi uma pesquisa de observação das informações, pesquisados dentro da empresa, por meio de visitas, e também bibliográfica, porque todos os conceitos e definições citados neste trabalho serão embasados por diversos autores.

Após a geração dos dados, foi necessário para a consecução da pesquisa, o plano de análise e de interpretação de dados, envolvendo métodos que foram utilizados, buscando atingir os objetivos traçados e respondendo a problematização do trabalho que foi realizado.

Para a realização dos procedimentos, foi necessário à utilização de documentação que é a documentação direta que se classifica como direta intensiva e extensiva e a documentação indireta. Documentação direta para Marconi e Lakatos, explica sendo como “a documentação direta constitui-se, em geral, no levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem. Esses dados podem ser obtidos de duas maneiras: através de pesquisa de campo ou de pesquisa de laboratório.” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 169).

Ainda para Marconi e Lakatos, a pesquisa direta intensiva é definida como “A observação direta intensiva é realizada através de duas técnicas: observação e entrevista.” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p.173). Entrevistas segundo Gil são “Entrevista, por sua vez, pode ser entendida como a técnica que envolve duas pessoas numa situação “face a face” e, em que uma delas formula questões e a outra responde.” (GIL, 2010, p.102).

A entrevista foi descritiva de vários tipos, conforme Marconi e Lakatos, entrevista padronizada ou estruturada “é aquela em que o entrevistador segue um

roteiro previamente estabelecido; as perguntas feitas ao indivíduo são predeterminadas. Ela se realiza de acordo com um formulário [...]” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 180).

Já entrevista não estruturada. “O entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão.” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 180). Na documentação direta intensiva a observação de acordo com Cervo, Bervian e Silva é “observar é aplicar atentamente os sentidos físicos a um objeto, para dele obter um conhecimento claro e preciso. A observação é de importância capital nas ciências.” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p.31).

Para a realização da pesquisa ação, foi utilizada a metodologia de entrevista direta com os colaboradores do processo de montagem de cabines, também foram usadas fotos, relatos, além de análise dos dados quantitativos com relação aos volumes futuros, bem como os dados de produtividade dos processos durante o dia a dia. Para visualizar a real dimensão do problema foi conduzido um acompanhamento visual do processo, onde foram feitas anotações, para ajudar na caracterização do processo de montagem.

3.3 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

O levantamento de dados foi realizado na linha de montagem principal e linha de pré-montagem de cabines. O fator principal observado foi à existência de duas linhas de pré-montagem de cabines em locais fisicamente distintos e distantes entre si. Em adição a esse fato, ocorriam atrasos no fornecimento do produto das pré-montagens para a linha principal, ocasionando paradas de linha e, conseqüentemente, atrasos na entrega do produto pronto para o consumidor final.

Durante o período de dois meses foi feito um levantamento de dados de quantas vezes o processo de montagem da cabine estava atrasado. Os registros demonstraram que em um período de 20 dias uteis foram registradas trinta ocorrências de parada de linha.

Outro dado importante pesquisado foi à demanda futura. Foi verificado que durante os doze meses do ano, a empresa pesquisada apresenta uma demanda diária média de 3,5 cabines. O volume de produção diário é uma informação que

deve ser levada em consideração na elaboração da proposta de um novo processo produtivo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo demonstrar a análise dos resultados da pesquisa realizada.

4.1 A EMPRESA

A empresa em estudo está localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, ao qual fabrica e comercializa equipamento agrícolas para toda América Latina. A empresa possui cerca de 500 colaboradores, sendo caracterizada como de grande porte, considerando-se pelo critério de número de trabalhadores adotado pelo SEBRAE (2011), o qual afirma que a indústria de construção com a quantidade de mais de 500 funcionários é caracterizada como de grande porte.

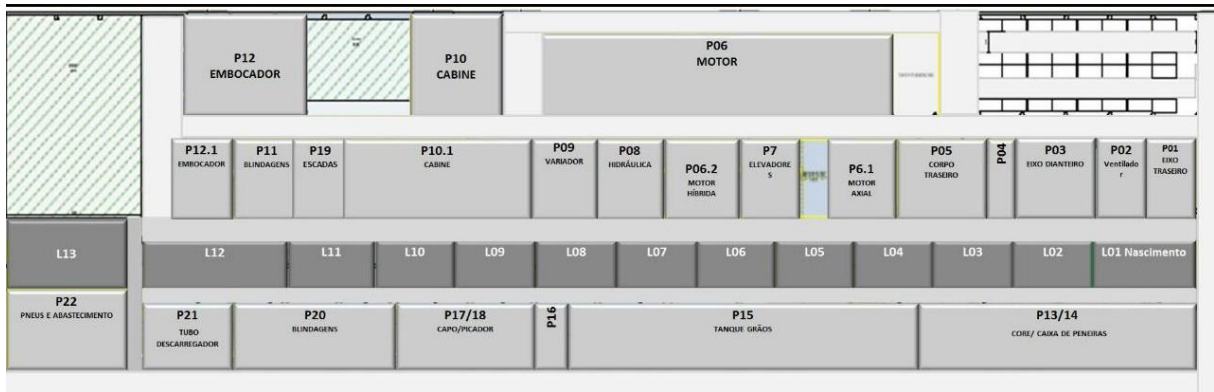
4.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ANTES DA ALTERAÇÃO

O processo produtivo passa por diversas etapas diferentes até chegarmos num produto pronto. Para que o processo seja eficiente é necessário que seja feito um nivelamento entre as operações, a fim de obter tempos similares entre um processo e outro. Também, é necessário a identificação da etapa de fabricação do produto que esta com problemas, a qual está mais lenta que as demais, a fim de poder efetuar melhorias mudando a forma de produzir para obter-se resultados diferentes, melhorando a agregação de valor ao produto, tornando o processo mais eficaz com os recursos disponíveis.

O processo de montagem de cabines no cenário estudado, é considerado gargalo de produção do produto final devido ao seu elevado tempo de ciclo. Se o processo de montagem de cabines atrasarem, ocorrerão paradas na linha principal de montagem (processo cliente do processo de montagem de cabines). O efeito imediato seria perdas de produção na linha principal, atrasos na entrega ao cliente e, em alguns casos, riscos de perdas da venda do produto final.

O processo de montagem da linha principal (processo cliente do processo estudado) ocorre por etapas. A linha de montagem é composta por 13 postos de montagem e 22 postos de pré-montagens distribuídos nas laterais esquerda e direita da linha de montagem principal. A figura 20 mostra a distribuição desses processos.

Figura 20 – Planta da linha de montagem dos equipamentos



Fonte: elaborado pelo autor

O processo estudado (montagem de cabines) é fornecedor do posto 10 da linha principal de montagem. A montagem de cabines é formada por duas linhas de pré-montagem, a fim de atender dois produtos finais da linha principal. A foto 21 mostra uma cabine pronta para ser entregue ao processo cliente (linha principal).

Figura 21 – Cabine do equipamento



Fonte: elaborado pelo autor

Quando o produto principal chega à nona etapa de montagem (L9) na linha principal, a cabine já produzida no processo estudado deve estar pronta para ser acoplada ao produto principal. A figura 22 mostra a posição em que o produto principal deve estar para receber a cabine.

Figura 22 – Ponto de Recebimento da cabine na linha principal



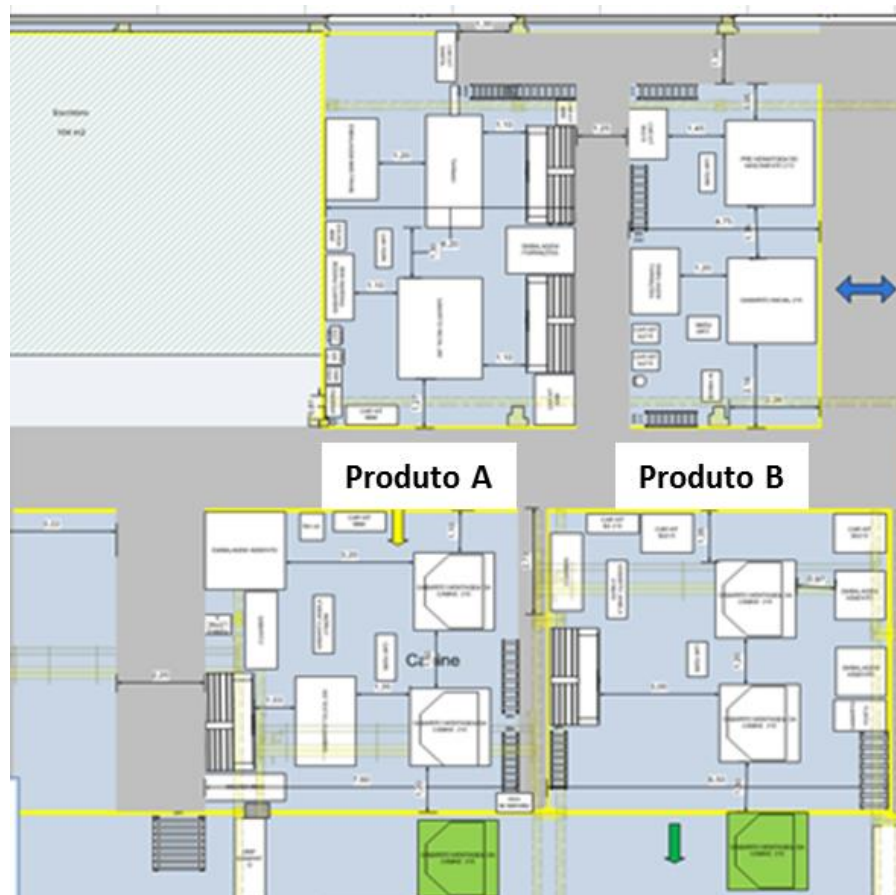
Fonte: elaborado pelo autor

Durante a pesquisa, observou-se casos em que o produto principal chega ao posto L9 e a cabine não estava pronta. Conseqüentemente, para evitar atrasos no processo da linha principal, a linha de montagem avança para o próximo ponto iniciando, assim, atrasos tanto no processo de acoplagem da cabine ao produto principal quanto atrasos nos demais processos realizados nos postos L10, L11, L12 e L13 da linha principal. Como efeito do distúrbio no processo, e para evitar atrasos na entrega do produto final ao cliente, pode-se citar excesso de horas extras para recuperar perdas produção, além da necessidade de cuidados especiais com relação à qualidade, devido a atividade ser realizada fora do posto.

O estudo das causas da falta de cabines para a linha principal iniciou com observações no processo produtivo do posto de montagem de cabines (posto P10, Figura 20). O resultado da observação gerou uma lista de causas potenciais do atraso na montagem de cabines.

Na observação do processo de montagem de cabines, constatou-se a existência de duas linhas de montagem de cabines, sendo uma para cada família de equipamentos. Apesar das duas linhas de montagem de cabines, os recursos de mão de obra e alguns equipamentos de menor porte eram compartilhados, ou seja, uma das linhas sempre estava parada devido a falta de ferramentas e/ou mão de obra para manter as duas funcionando ao mesmo tempo. A mão de obra e ferramentas manuais eram levadas de uma linha para a outra conforme necessidade. A figura 23 mostra o *layout* do posto 10 do processo de montagem de cabines, onde pode ser visto duas linhas, uma para cada tipo de família de produto (Produto A e Produto B).

Figura 23 – *Layout* do posto de montagem de Cabines



Fonte: elaborado pelo autor

A figura 23 demonstra a existência das duas linhas de montagem para produtos similares, onde o ideal seria uma linha única para o produto onde os processos produtivos são similares.

Outro problema encontrado no posto de trabalho foi a grande quantidade de materiais fora do seu local, dispositivos sem utilização, peças não-conformes sem identificação e ferramentas quebrados. A figura 24 mostra um exemplo do problema de peças não conforme acondicionada no posto de montagem.

Figura 24 - Peças não conforme acondicionadas no posto de montagem sem identificação



Fonte: elaborado pelo autor

A presença de peças não-conformes no do posto de trabalho sem a devida identificação, possibilita o uso indevido por algum operador sem conhecimento do problema existente no componente. Nesse caso, o item corre o risco de ser montado e posteriormente precisa ser substituído. Por consequência, o tempo de montagem deste item é triplicado, gerando uma perda de tempo durante o processo de fabricação.

A forma de suprimento dos componentes para a célula é feita de três maneiras: as peças grandes são levadas até o lado externo da linha de montagem com empilhadeiras, para posteriormente serem colocada em seu ponto de uso na célula. As peças que estão acondicionadas nos supermercados da logística são levadas até a célula através de carros kit, os elementos de fixação são armazenados na linha de montagem em prateleiras e são supridos para a linha de montagem através de uma rota de abastecimento logístico, a qual funciona através do *kanban*.

Com relação às práticas logísticas, observou-se casos de transporte de quantidade excessiva de peças em uma única embalagem. Em um caso verificou-se um kit de peças com mais de 200 itens diferentes com risco eminente de danificar

durante o transporte até o posto de montagem. A figura 25 mostra a imagem de um kit com uma grande variedade de peças.

Figura 25 – kit de peças



Fonte: elaborado pelo autor

Como pode ser observado na figura 25, além da elevada quantidade de peças transportadas em uma única embalagem, observou-se a falta de um local definido para cada peça na embalagem, com isso, os operadores perdem tempo para localizar os componentes.

A figura 26 mostra como algumas peças chegavam ao posto de montagem. Observou-se que alguns kits não possuíam embalagem desenvolvida, assim como não havia local definido para pagamento no posto de trabalho. As peças eram, então, acondicionadas diretamente no piso.

Figura 26 – Peças sem embalagem, acondicionadas diretamente no piso



Fonte: elaborado pelo autor

Observa-se na figura 26 as peças diretamente armazenadas no chão, o que traz uma poluição visual do ambiente causa a impressão de falta de organização e de padronização do processo.

Também foram observados problemas relacionados ao processo produtivo. Após a realização de pré-montagens, alguns componentes eram armazenados diretamente no chão conforme pode ser visualizado na Figura 27.

Figura 27 – Console da cabine.



Fonte: elaborado pelo autor





A figura 27 traz um dos inúmeros exemplos de problemas encontrados no processo produtivo.

Como resumo das observações no cenário estudado: processo de montagem da cabine dividia em duas linhas distintas, uma para cada tipo de família de produto final, problemas relacionados ao fluxo de materiais dentro e fora da célula, falta de organização no posto de trabalho, falta de padrão nos processos produtivos. Como efeito desses distúrbios, o tempo de ciclo do processo de montagem de cabines é maior que o *takt-time* da linha principal, provocando atrasos na entrega da cabine para a linha e consequentemente atrasando todo o processo produtivo da linha principal.

4.3 ELABORAÇÃO DO PLANO DE ALTERAÇÃO

Após diagnóstico da situação atual, foi realizado o Brainstorming juntamente com os operadores das células onde foram coletadas ideias para a melhoria do posto de trabalho. Na sequência, as ideias foram registradas em uma planilha e separadas por etapas (figura 28). Esse material foi usado como ferramenta para facilitar a gestão das alterações a serem conduzidas no processo produtivo.

Figura 28 – Plano de Alteração do processo de Montagem

<div style="text-align: center;"> <h2>Lista de Atividade</h2> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Não Iniciado </div> <div style="text-align: center;">  25% Concluído </div> <div style="text-align: center;">  50% Concluído </div> <div style="text-align: center;">  75% Concluído </div> <div style="text-align: center;">  100% Concluído </div> </div> </div>						
Id	O QUE?	COMO?	QUEM?	Etapa	STATUS	OBSERVAÇÃO
1	Avaliação da situação atual do processo	atraves de observação do processo	Equipe	1ª	⊕	
2	Brainstorming das ideias de melhorias	Reunião com toda a equipe	Equipe	1ª	⊕	
3	Projetar o novo Layout	Unificação das duas linhas	Equipe	2ª	⊕	
4	Avaliação dos dispositivos a serem alterados para ser possível unificar as linha	Verificação das alterações necessarias	Equipe	2ª	⊕	
5	Retirar todo e qualquer material não usado de dentro da célula	Atraves de evento bota fora	Equipe	2ª	⊕	
6	Efetuar a pintura do piso na cor padrão do processo	Retirando todos os equipamentos e dispositivos da área	Equipe	2ª	⊕	
7	Unificar os dispositivos de montagem	Alteração do projeto dos mesmos	Ferramentaria	3ª	⊕	
8	Unificar as linha de montagem	Implementando o novo Layout	Equipe	3ª	⊕	
9	Passar todas as peças que cabem dentro de caixas bim para ponte de uso	Retirar do kit, cadastrar e passar para ponto de uso	Logistica	3ª	⊕	
10	Propor novo fluxo dos materis	Determinar as entradas e saídas de materiais do processo	Equipe	3ª	⊕	
11	Elaborar os novos kit de suprimento das peças	Separação das peças por faze do processo de montagem	Equipe	3ª	⊕	
12	Alteração dos kit no sistema	Implantação no sistema para a geração da nova lista de peças do kit	Eng manufatura	3ª	⊕	
13	Fabricação de novos carros de suprimento de peças para linha	Encaminhado as peças de cada kit para uma empresa especializada na confecção de embalagens	Logistica	3ª	⊕	
14	Fabricação dos dispositivos novos para as pré montagens	Abertura de Odem de Serviço	Ferramentaria	3ª	⊕	
15	Fabricação de paineis de ferramentas para cada faze do processo	Verificar as ferramentas necessarias em cada processo e montar os Paineis	Equipe	3ª	⊕	
16	Testar os dispositivos de montagem	Fazer uma semana de testes com o dispositivo para validar as alterações	Equipe	3ª	⊕	
17	Pintar os dispositivos de montagem	Conforme as cores padrão do processo de montagem	Equipe	3ª	⊕	
18	Demarcar o piso para definição do fluxo de materiais	Com fitas com a cor de cada tipo de processo	Equipe	3ª	⊕	
19	Efetuar o balancimento das operações conforme o volume produtivo	Distribuindo as atividade	Eng manufatura	4ª	⊕	
20	Implementar Quadro Hora Hora	Colocar quadro na produção	Equipe	4ª	⊕	
21	Criação do Livro de instrucoes do processo	fazer um livro esificando o processo passo a passo	Eng manufatura	4ª	⊕	
22	Criação de o check list de limpeza	elaboração de plano com os pontos de limpeza	Eng manufatura	4ª	⊕	
23	Analise dos resultados da alteração	Atraves do atendimento do processo ao takt time	Equipe	4ª	⊕	

Fonte: elaborado pelo autor

Esta planilha foi usado como uma guia para o direcionamento das alterações a serem executadas no processo produtivo, seguindo as atividades relacionadas teremos sucesso na implementação do processo produtivo.

4.4 ALTERAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Ao realizar a análise do processo de fabricação de cabines foi constatada a existência de duas linhas de montagem dentro do mesmo posto de trabalho. Juntamente com a equipe, ficou definido que as duas linhas deveriam ser unificadas,

fase de do processo de montagem de cabines) das cabines foi alterado para permitir a montagem dos dois tipos de chassis da cabine em um único dispositivo (Figura 30). Dessa forma, possibilitou efetuar o nascimento de todos os modelos de cabines em um único dispositivo.

Figura 30 – Dispositivo do nascimento da Cabine



Fonte: elaborado pelo autor

Com as modificações no dispositivo, se possibilitou a eliminação de outros dispositivos de nascimento das cabines. Através desta melhoria obteve-se o ganho de espaço físico, espaço o qual foi usado para criar o ponto de espera das peças supridas pela empilhadeira para a linha de montagem.

A figura 31 ilustra os dispositivos de montagem eliminados com a unificação dos dispositivos de montagem do nascimento das cabines.

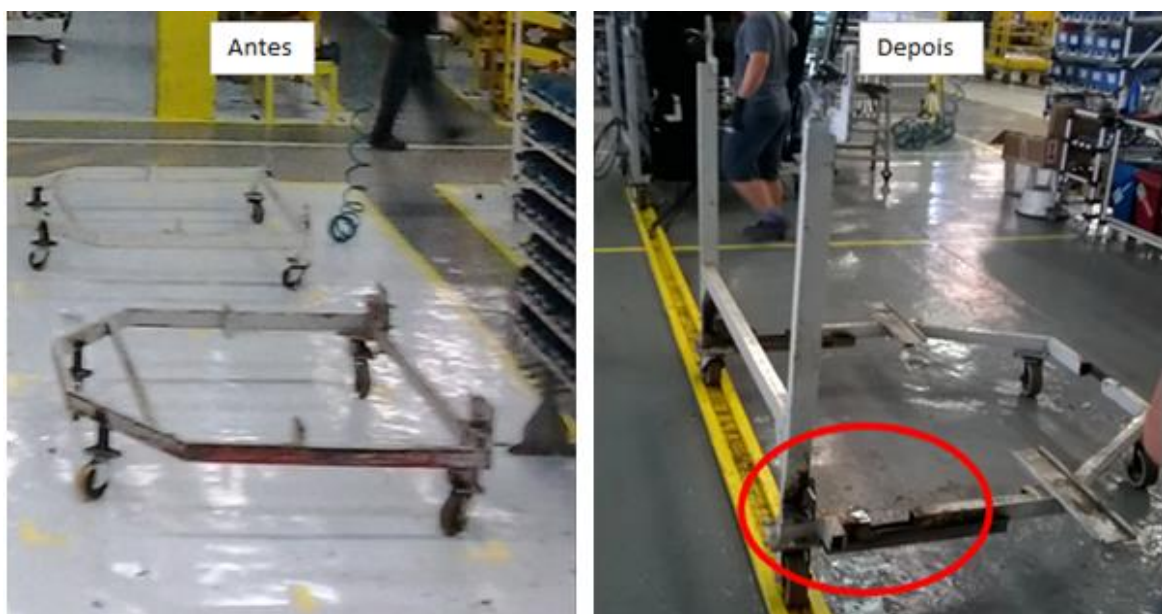
Figura 31 – Dispositivos do nascimento da cabine eliminados



Fonte: elaborado pelo autor

Além do dispositivo do nascimento, também foi necessário fazer pequenas modificações nos dispositivos da fase dois e final da cabine. Na situação antes da alteração havia quatro dispositivos de montagem, dois gabaritos para cada modelo de produto. A figura 32 mostra o “antes” e o “depois” dos dispositivos da montagem final das cabines.

Figura 32– Antes e Depois da alteração dos dispositivos

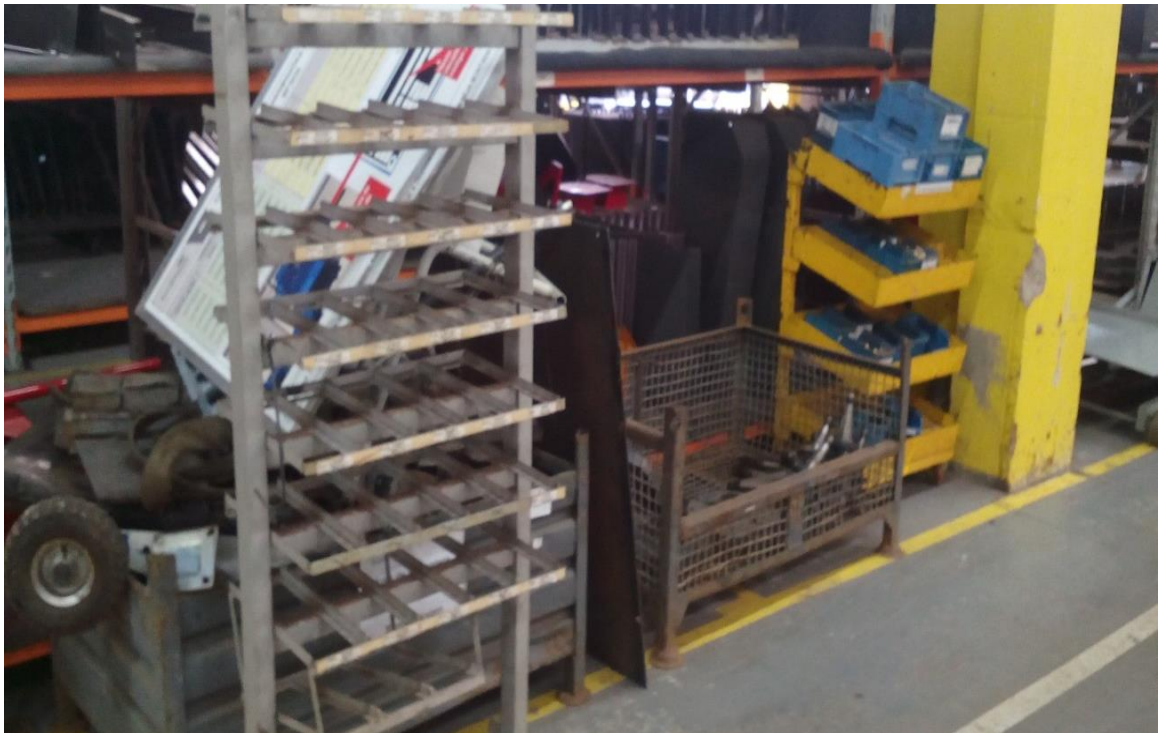


Fonte: elaborado pelo autor

A figura 32 ilustra que foram efetuadas alterações para que os quatro dispositivos pudessem receber qualquer modelo de chassis. Das alterações realizadas, pode-se citar a adição de pontos de fixação para manter o conjunto acoplado ao gabarito, e alívios para que seja possível acoplar o dispositivo de içamento da cabine.

Com a alteração dos principais dispositivos de montagem o processo foi preparado para a unificação das linhas, para a implementação do novo arranjo físico do processo produtivo. Antes de efetuar a unificação dos processos de montagem foi elaborada uma lista de todo o material, dispositivos, equipamentos e ferramentas contidas no processo produtivo, a fim de fazer-se uma posterior triagem, para isso foi usado a ferramenta dos 5S para auxiliar na separação dos materiais, onde nesta atividade do processo foi efetuada a limpeza de toda a área do processo de montagem. A figura 33 ilustra uma parte do material que foi retirado da célula e colocado em quarentena.

Figura 33 - Quarentena de descarte



Fonte: elaborado pelo autor

Do posto de trabalho, foram retirados diversos tipos de materiais sendo: uma enorme quantidade de ferramentas que não estavam sendo utilizadas; ferramentas

manuais em bom estado de conservação, devolvida ao almoxarifado para serem redistribuídas no processo; equipamentos pneumáticos danificados, encaminhados para a manutenção, e ferramentas que não tinham conserto ou estavam gastas, nesse caso foram sucateadas.

Outro material retirado do posto foi uma quantidade enorme de peças que estavam sobrando no setor, estas foram classificadas em conformes e não conformes. As peças que estavam em condições de uso foram identificadas e enviadas para os supermercados da logística, já as peças não conforme foram identificadas e sucateadas.

No processo de limpeza da área foram retiradas mesas e prateleiras. Algumas destas mesas eram usadas tanto para efetuar pré-montagens como para guardar diversos tipos de materiais. Essa prática causava poluição visualmente ao posto de trabalho, passando uma imagem de falta de organização pois muitas vezes tem materiais armazenados de qualquer forma, correndo o risco de danificar os componentes ou até causar acidentes de trabalho. A figura 34 mostra a imagem de uma mesa de pré-montagem.

Figura 34 – Mesa de Pré-montagem



Fonte: elaborado pelo autor

A figura 34 ilustra um exemplo de uma mesa com diversos materiais sobre a área de trabalho. Apesar da mesa possuir um painel para a armazenagem de

ferramentas (lado esquerdo da mesa), as ferramentas estão dispostas sobre a região de trabalho. Também encontramos peças mal acondicionadas na parte inferior da mesa. Viu-se a necessidade de alterar este tipo de bancada de trabalho de forma a facilitar a organização do posto de trabalho.

Efetuada a retirada dos materiais não necessários na célula, o próximo passo foi fazer a limpeza da área e pintura do piso. Nesta atividade, primeiramente, foram retirados todos os dispositivos, bancadas e carros kit do posto de trabalho, então, efetuada uma limpeza e pintura do piso na cor padrão da fábrica.

Com o piso do posto de trabalho pintado e os dispositivos de montagem alterados, iniciou-se a organização do *layout* proposto na figura 29. Nesta atividade, primeiramente foram posicionados os dispositivos de pré-montagem e montagem, posteriormente foram posicionadas as prateleiras com os elementos de fixação e, por último, foram localizados os kits de peças do mercado da logística.

Com o processo produtivo redefinido viu-se a necessidade de alteração dos kits de suprimento de peças para a linha. Para isso foi definido um novo fluxo do material dentro do processo produtivo.

O primeiro passo para a alteração dos kits de suprimento foi posicionar prateleira com os elementos de fixação (porcas, parafusos e arruelas) em cada etapa do processo de montagem. Nestes dispositivos foram alocados todos os elementos de fixação usados nos seus respectivos processos.

Além dos elementos de fixação, também foram alocados todas as peças que couberem dentro de caixas bin (modelo de caixa para armazenamento de componentes) ou de caixas KLT (modelo de caixa para armazenamento de componentes) pequenas (modelo 3214). Essa sistemática alterou a forma de suprimento do item na célula. O item pequeno que estava sendo suprido do supermercado para linha em carros kit passou a ser localizado na prateleira de ponto de uso na célula. Com essa alteração a peça ficou mais próxima do ponto de uso no processo, diminuindo a movimentação do operador para buscar peças.

A área de logística, responsável pelo suprimento das peças na linha, também se beneficiou com as alterações propostas. Antes da alteração, cada peça era separada uma a uma e entregue na linha no momento a ser usado, com a alteração o pagamento das peças pequenas, passou a ser realizado usando a lógica de *kanban*. Neste processo tem-se no mínimo duas caixas por prateleira, esvaziando a primeira ela vai para o posto de recolhimento, automaticamente é recolhida pela rota

da logística para ser reabastecida e volta para o posto de montagem. A figura 35 mostra o exemplo de uma prateleira de elementos de fixação.

Figura 35 - Elementos de Fixação



Fonte: elaborado pelo autor

Com a alteração na forma de pagamento das peças pequenas o processo se tornou mais eficiente e produtivo.

Para melhorar a eficiência no suprimento das peças que estavam em carros kit, o primeiro passo foi separar todas as peças conforme a fase de montagem do conjunto, para que se possa ter uma ideia de quantidade de material por fase do processo. Na sequência, foram elaborados os novos kit de suprimentos de peças, dimensionados para apenas um conjunto montado uma vez que o lote de fabricação também foi dimensionado para um equipamento por vez. A figura 36 faz um comparativo do antes e do depois da alteração do kit de peças.

Figura 36 – Comparativo Antes e Depois da alteração dos kit.



Fonte: elaborado pelo autor

A figura 36 ilustra de como era realizado o suprimento das forrações internas da cabine, além de estar de forma totalmente desorganizada também tem o problema de poder danificar a mesma ao manusear as peças. Com a nova concepção do carro de suprimento este problema pode ser solucionado.

Com a concepção de novos carros kit de suprimento por fase de montagem, o processo obteve uma significativa melhora na eficiência no suprimento de peças para o posto de trabalho, pois cada embalagem possui a capacidade de acomodar peças para apenas um conjunto. Além disso cada peça possui o seu local, na possível falta de um item ele é facilmente identificado.

Uma das grande melhorias neste processo é que cada uma das fazes 4 fases produtivas teve o seu carro de suprimento de peças, onde dentro da célula estavam dispostos pelo menos dois carros isso faz com que o processo não pare por falta de suprimento de componentes.

Para peças de grande porte, a empresa realizava o suprimento na linha através de empilhadeiras. Estes componentes são muito grandes para serem transportados por rebocadores. Para estas peças foi destinada um ponto de espera onde a equipe da logística armazena as peças. A figura 37 ilustra o ponto de espera para as peças de maior dimensão.

Figura 37 – Ponto de Espera de Peças.



Fonte: elaborado pelo autor

Do ponto de espera para o local de uso da peça dentro do processo de montagem a movimentação passou a ser feita com o auxílio de talha, ou um dispositivo apropriado para cada tipo de peça. O resultado desta melhoria foi a aproximação da peça local de uso, bem como foi implementado a gestão visual do processo de suprimento, onde a embalagem é substituída assim que é esgotada. Para haver uma troca rápida dos kits, foi criado um ponto de espera de kits do lado externo do posto de montagem.

O próximo passo para a implementação do novo processo foi realizar a confecção de novos dispositivos de pré-montagens. Ao fazer o levantamento das necessidades, observou-se que alguns dispositivos estavam obsoletos e outros processos não possuíam dispositivos. Nesta etapa foram consertados os dispositivos com desgastes, feito as atualizações necessárias para a unificação dos processos e também foram criados dispositivos novos. A figura 38 ilustra um dispositivo novo para a pré-montagem do teto.

Figura 38 – Dispositivo de pré-montagem do teto



Fonte: elaborado pelo autor

Uma das situações encontradas durante o levantamento de problemas do processo produtivo foi à má distribuição das ferramentas, equipamentos espalhados sobre a bancada de trabalho e também a falta de painéis para manter as mesmas organizadas nos processos produtivos.

Para melhorar a organização das ferramentas foram adicionadas as mesas de pré-montagem e também em cada uma das fases do processo painéis de ferramentas, cujo os quais tem um lugar determinado para cada ferramenta. A figura 39 ilustra um painel de ferramentas da mesa de pré-montagem.

Figura 39 – Painel de ferramentas da mesa de Pré-montagem



Fonte: elaborado pelo autor

Conforme pode ser visualizado na figura 39, o novo painel de ferramentas do processo de montagem do console, cada ferramenta em seu lugar e cada lugar para sua ferramenta, melhorando a organização os equipamentos usados durante o processamento dos componentes.

Ao fazermos o levantamento de problemas, foi constatada a falta de definição do fluxo de material da pré-montagem para as próximas fases de montagem bem como a falta de um local determinado para a armazenagem dos subconjuntos, onde os mesmos estavam sendo armazenados sobre as mesas de pré-montagem, acondicionados diretamente no piso, ou ainda sobre as peças em espera para processamento, gerando uma visão de falta de organização.

O primeiro passo para solucionar o problema da falta de um local adequado para a armazenagem dos subconjuntos, foi a fabricação de mesas para o armazenamento dos conjuntos pré-montados. Desta forma, foi disponibilizado um local adequado para a armazenagem de subconjuntos eliminado o risco de acidentes e avarias com as peças, bem como melhorando a organização do processo produtivo. A figura 40 ilustra um exemplo de mesa de pré-montagem.

Figura 40 – Mesa de peças pré-montadas

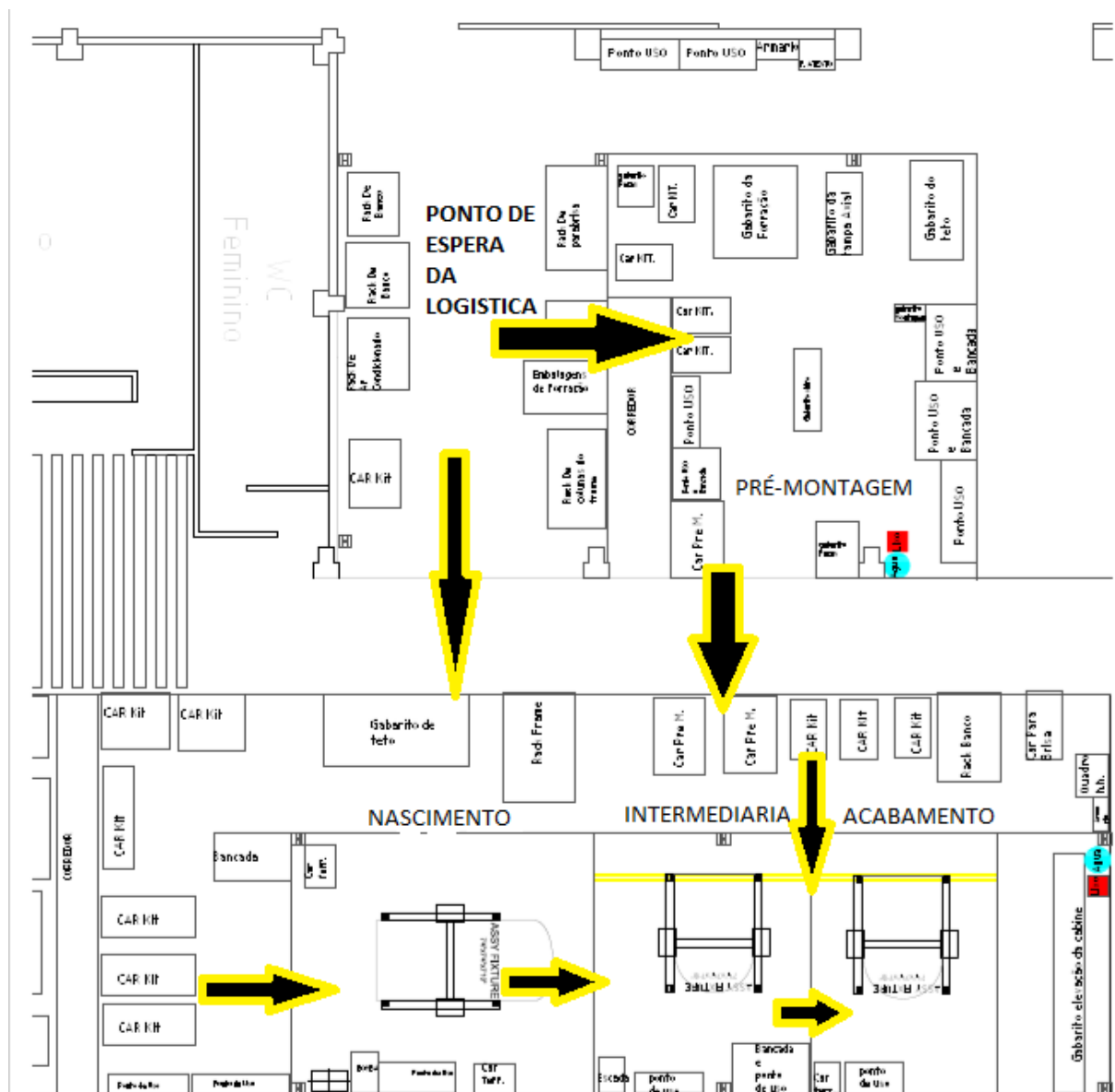


Fonte: elaborado pelo autor

Após concluídos os painéis de ferramentas e as mesas de armazenagem de subconjuntos, foram realizadas as pinturas nos dispositivos de montagem, e em seguida realizou-se a validação do processo de montagem.

Para efetuar a validação do novo processo produtivo, é necessário poder fazer a montagem do produto A e do produto B na mesma linha, e também deve ficar bem claro o fluxo de materiais, onde é a entrada, o processamento e a saída do produto pronto, bem como o tempo de ciclo ser menor que o *takt time* da linha. A organização do fluxo de materiais dentro do processo é muito importante, pois a partir de um bom fluxo podemos alcançar eficiência produtiva. A figura 41 ilustra o fluxo dos materiais dentro do novo arranjo físico.

Figura 41 – Fluxo de materiais no processo produtivo



Fonte: elaborado pelo autor

A figura 41 demonstra o fluxo dos materiais dentro da célula de montagem, as setas indicam o sentido do fluxo de processamento dos componentes durante a realização do processo de montagem.

O novo arranjo físico do processo foi organizado de maneira em que os componentes entrem por um lado do posto de trabalho e a saída é o produto acabado do lado oposto, eliminando os contra fluxos durante a realização do processo produtivo. O processo foi organizado de maneira que só seja possível o processamento de um conjunto por vez, assim evitando a superprodução. Para que o *layout* seja validado o fluxo de entrada, processamento e saída deve ser subentendido pelas pessoas de fora do processo.

Após a realização da montagem das primeiras cabines, foram feitos os ajustes necessários da posição de dispositivos, carros kit, das prateleiras e dos carros de ferramentas, com as posições definidas foram realizadas a demarcação no piso para que se mantenha o processo organizado. Para que fique fácil de entender o processo a entrada de material é demarcada com a fita azul no piso, a posição dos dispositivos para o processamento dos materiais e demarcado com a cor amarela, e o ponto de espera do produto acabado é demarcado com a fita verde no piso.

Figura 42 - A entrada de peças do processo

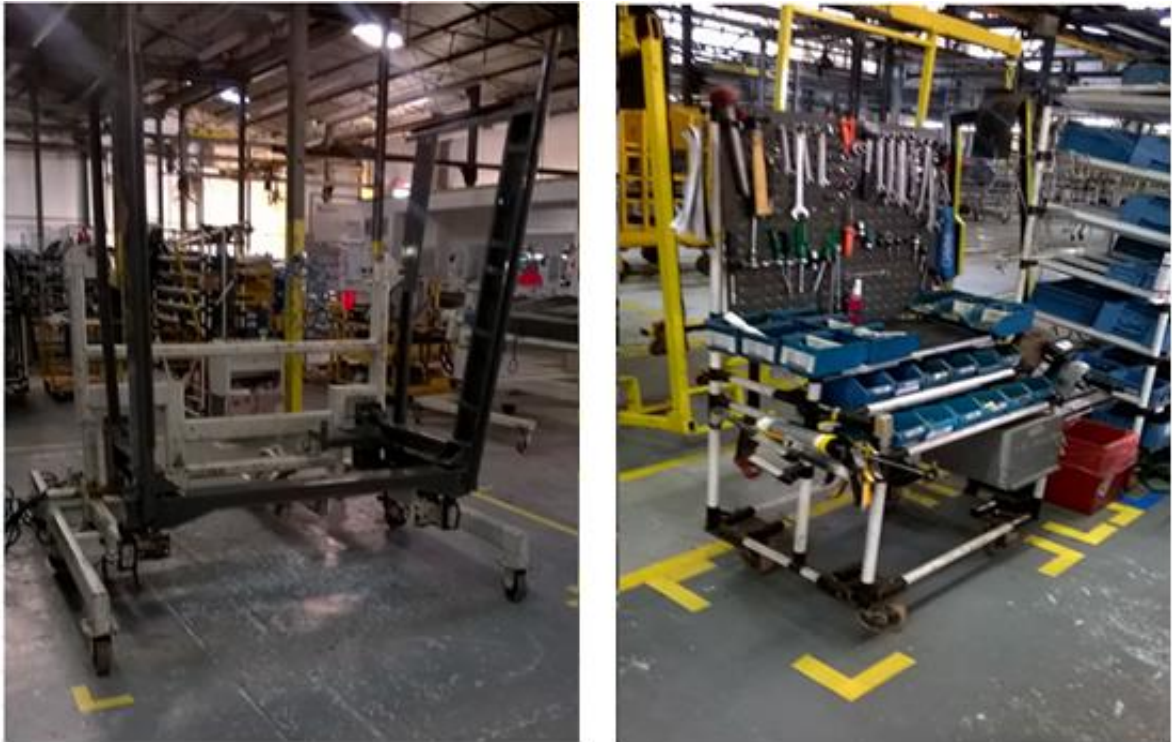


Fonte: elaborado pelo autor

A figura 42 ilustra a demarcação da entrada de peças no processo, a qual deve ser na cor azul, assim em todo o local na célula com entrada de material a ser processado esta demarcado, onde foi definido um local para cada kit de peças.

A figura 43 ilustra a demarcação da posição do dispositivo de nascimento da cabine e também demonstra que os carros de ferramentas possuem o seu local determinado com as fitas em cor amarela.

Figura 43 – Área de processamento de materiais

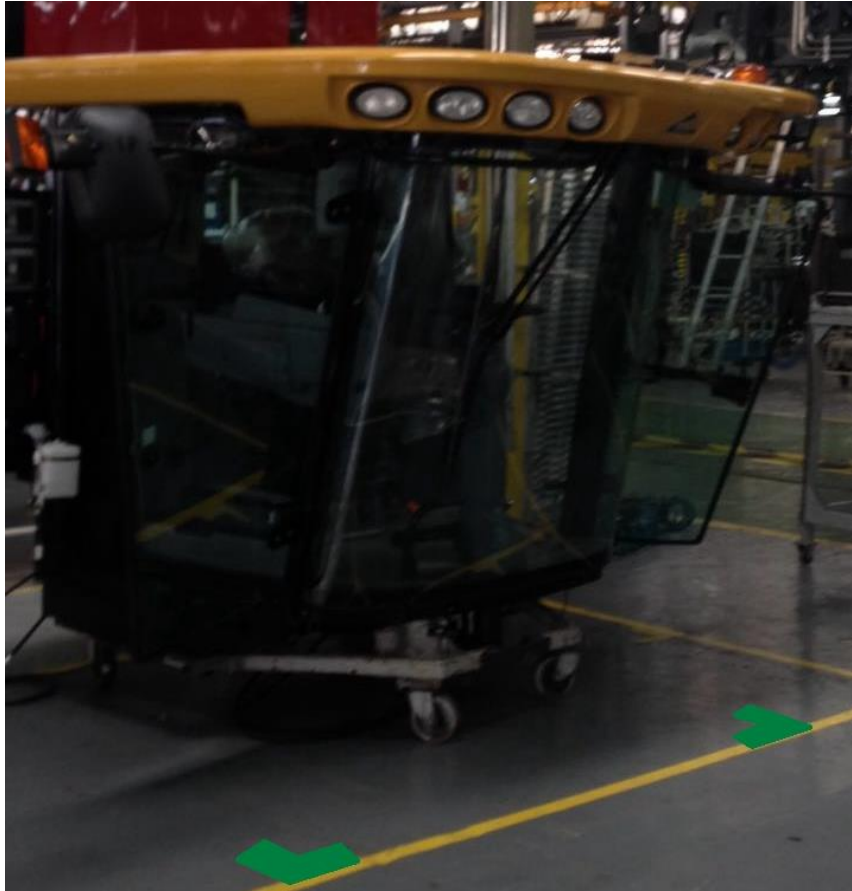


Fonte: elaborado pelo autor

A demarcação do piso auxilia na manutenção da organização do posto de trabalho.

A figura 44 ilustra a saída do processo a qual é demarcada com a cor verde, quando o conjunto é posicionado dentro desta área demarcada é porque o mesmo esta concluído, o processo seguir pega a peça neste ponto para o novo processamento na linha principal. Neste quadrado só pode ter um produto acabado, se tiver mais do que um produto acabado significa que o processo produtivo das cabines esta mais rápido do que o necessário. A linha principal e o processo produtivo devem andar no mesmo compasso.

Figura 44 – Demarcação do local do produto pronto



Fonte: elaborado pelo autor

Com as demarcações no piso é fácil de se fazer uma gestão visual do processo produtivo, e também manter o processo organizado.

Finalizado a etapa de implementação do novo *layout*, foi iniciada a última etapa da alteração do processo de fabricação. Primeiramente foi definido a sequência das operações, para que não houvesse perdas por tempo de espera entre os processos de montagem da cabine.

O próximo passo foi efetuar o balanceamento das operações, dividindo as atividades de forma que os operadores tivessem uma carga de trabalho similar, que cada posto de montagem dentro do processo de fabricação tivesse um tempo de ciclo inferior ao *takt-time* da linha principal. A figura 45 ilustra a sequência de operações de um posto de trabalho e também quais são as atividades que cada operador.

Figura 45 – Sequenciamento das operações

INSTRUÇÃO DE ESTÁGIO DE MONTAGEM							
PEÇA/CONJ:	SEQUENCIA DE MONTAGEM DO PRODUTO "A"			CÓDIGO/EMIÇÃO:	NA		REVISÃO:
CÉLULA:	P10	NOME PROCESSO/OPERAÇÃO:		ESTAGIOS DE MONTAGEM		DATA:	30/mar
Nº OPERAÇÃO/SEQ:	NA	NUMERO MÁQUINA	NA	MÁQUINA:	NA	ELAB.:	
APLICAÇÃO:	PRODUTO "A"					APROV.:	
PRÉ MONTAGEM	NASCIMENTO	SEGUNDO ESTÁGIO	TERCEIRO ESTÁGIO				
MANGUEIRAS INFERIORES SERVOSTATO VALVULA PRIORITARIA CABO DE MARCHAS SUPORTE FREIO DE MÃO COLAGEM DA TAMPA CAIXAS DE FUSIVEIS REBITAR SUPORTES BANCO DO CARONA PAINEL DE TECLAS CONSOLE FORRAÇÃO TAMPA DE AUTOFALANTES CAIXA FILTRO DE AR LIMPADOR DO PARABRISA PRÉ-MONTAGEM DA TAMPA DA CAIXA DE FUSIVEIS BALIZA	LIMPAR ESTRUTURA; APLICAR SILICONE REBITAR ESTRUTURA MONTAR SUPORTE DAS TECLAS MONTAR TAPETE DE ISOLAMENTO MONTAR COLUNA MONTAR CHICOTE PRINCIPAL MONTAR ALAVANCA DE MARCHA MONTAR FREIO DE MÃO MONTAR FORAÇÃO SUPERIOR FECHAMENTO CHICOTE PRINCIPAL FORAÇÃO TRASEIRA PAINEL DOS MÓDULOS, RESERVATÓRIO MANGUEIRA DO ESGUICHO MONTAR COXINS GALÕES VEDAR COM SILICONE PEDAIS DE FREIO E SENSOR CAIXA DE AR, CHICOTE DE AR	SAPATA DOS PEDAIS, TRAVA BANCO DO CARONA FILTRO BANCO MANGUEIRAS INFERIORES CARENAGEM BANCO OPERADOR SUPORTE DO BANCO BANCO DO OPERADOR DIRECIONADORES DE AR SUPORTE DO MODULO E CALHA DO CHICOTE VIDRO TRASEIRO BANCO DO INSTRUTOR PAINÉIS DAS TRCLAS CONSOLE	ACOPLAMENTO DO TOLDO CANTONEIRA BALIZA ANTENA SUPORTE DOS ESPELHOS ESPELHOS SUPORTES PEGA MÃO TAMPAS LE E LD SUPORTE INTERNO DO TETO LE E LD SUP. MODULO PILOTO AUTOMÁTICO DUTOS SUPERIORES DO AR FORAÇÃO SUPERIOR TAPA SOL, FARÓIS ANTENA AGV LIMPADOR DE PARABRISA LIGAÇÃO DO SISTEMA EJETOR DE AGUA PORTA E JANELA DECAIS				

Fonte: elaborado pelo autor

Outro importante instrumento de gerenciamento do processo é fazer a gestão visual do mesmo, esta ferramenta deve passar a informação em tempo real do que esta acontecendo no dia. Para fazer a gestão visual do processo produtivo foi implementado o quadro hora-hora, onde neste quadro estão contidas as informações do planejamento da produção do dia, bem como esta o andamento da produção. No lado esquerdo do quadro temos o plano da produção e no lado direito temos a informação de como estão as entregas, se estão dentro ou fora do planejado.

O quadro hora-hora é uma ótima ferramenta para a gerenciamento visual e também nele estão contidos a informação do andamento da produção em tempo real, bem como os principais problemas enfrentados. A figura 46 ilustra o quadro de controle da produção (quadro hora-hora).

Figura 46 – Quadro hora-hora

POSTO: 10 CABINE

DATA: 07/09/2016 **QUADRO HORA HORA** Nº OPERADORES: 08

PERDAS DO POSTO

SEQ. BTO	MOD.	PLANO		REAL		STATUS	OBSERVAÇÕES		
		DATA	HORARIO INICIO	HORARIO TERMINO	DATA			HORARIO INICIO	HORARIO TERMINO
07	MF 5690	26/08	7:30	9:45	06/09	14:40	8:30	☒ ☒	
08	MF 5690	25/08	9:45	13:00	07/09	8:00	11:30	☒ ☒	
09	Be 5890	25/08	13:00	15:15	06/09	7:50	11:10	☒ ☒	
10	Be 5800	25/08	15:15	17:30	06/09	10:00	10:30	☒ ☒	
11	MF 32	26/08	7:30	10:30	06/09	14:30	15:05	☒ ☒	
12	MF 9695	26/08	10:30	14:30		17:00	17:00		
13	MF 32	26/08	14:30	17:30		11:40			
14	MF 9695	29/08	7:30	9:45		7:50			
15	MF 5690	29/08	9:45	13:00		10:20			

DOCUMENTOS DO PROCESSO

BOOK DE PROCESSO

Fonte: elaborado pelo autor

Observando a figura 46, ao lado direito do quadro temos uma tabela para anotarmos as perdas do posto, a mesma é abastecida com toda a informação relevante sobre as perdas ocorridas no processo. A questão de efetuar apontamentos é extremamente importante, pois temos informações em tempo real do que está impactando negativamente no processo. Na figura 47 pode-se visualizar uma tabela com a classificação de cada modulo de perdas.

Em consequência das perdas, nem todos os processos são executados dentro *takt-time*, com o auxilio da tabela contida na figura 47 poderemos monitorar e planilhar as causas das paradas de processo. Ao colocar estes dados em planilhas os transformamos em informações e a partir destas podemos ver quais são as principais causas das perdas no processo, e em seguida elaborar planos de ação para tornar o processo mais eficiente.

Figura 47 – Tabela de perdas no processo

FORMULÁRIO CONTROLE DE PARADAS			POSTO:						
RELAÇÃO DO CÓDIGO DAS PERDAS									
PERDAS RECONHECIDAS NAS REGRAS GLOBAIS DE DIRETO PARA INDIRETO					PERDAS NÃO RECONHECIDAS NAS REGRAS GLOBIAS DIRETAS E INDIRETAS PERDAS COLETAS PELO OPERADOR DO POSTO				
1R Assistencia empresa 2R Coberto por horas Stander do produto 3R Integração novos funcionarios 4R Manutenção preventiva programada 5R Mudança de Layout 6R Reposição de peças 7R Transbordo de peças em seguro 8R Treinamento de brigadista da CIPA 9R Trilogic, construção de kits 10R Ver como fazer lançamento de OSE 11R Visita a fornecedores 1T RNCS Atraso problema de qualidade fornecedor 2T RNCS Atraso de material fornecedor 3T Mão de obra em treinamento 4T Alteração de produto, produto novo 5T Teste de alteração de produto 6T Outras perdas					1N Absenteismos 2N Analise de desempenho anual 3N Analise de processos de produção 4N Atividade de Lean MFG 5N Atraso no pagamento de materiais internos 6N Chefes de equipe 7N Desligamentos - processo de dispensa 8N Ginastica Laboral 9N LDMS 10N Limpeza geral 11N Precer horas CIPA/SIPATMA 12N Quebra de equipamento 13N Reunioões da comissão de fabrica 14N Reunioões sindicais 15N Reunioes trimestras informação de desempenho 16N Consultas medicas dentro da fabrica 17N Curva de aprendizado 18N Problema de qualidade interno				
0	DATA	COD PERDA	SETOR DE ORIGEM	TEMPO DE PARADA	QUANT OP HI	QUANT OP HD	MODELO	POSTO/MÁQUINA	OBSERVAÇÕES
1									
2									
3									
4									
5									

Fonte: elaborado pelo autor

A tabela de serve de base para ver os principais problemas que impactam o processo produtivos, desde o absenteísmo de colaboradores como também monitorar as principais causas do atraso de componentes para o processo, além de auxiliar na gestão visual do processo produtivo.

Outra ação tomada para facilitar o processo de montagem foi à elaboração de um livro de processo, onde no mesmo é explicado passo a passo cada processo produtivo, em caso de duvida o montador as esclarece com o auxilio desta ferramenta.

O livro de processo traz as mesmas informações que constam nos desenhos de montagem, a diferença e que estas informações estão organizadas de forma que a informação esta bem acessível e de fácil compreensão do montador. Desta forma no caso de duvida a informação esta próxima ao colaborador de forma clara e objetiva. A figura 48 ilustra o livro de processo.

Figura 48 – Livro de processo (Book de Processo)



Fonte: elaborado pelo autor

O livro de processo foi criado como uma ferramenta para auxiliar na padronização do processo, sanar as dúvidas de operadores, determinar a sequência correta do processo de montagem. Além disso, outro problema enfrentado pela empresa é o absenteísmo, para que o processo continue funcionando é necessário substituir a mão de obra que está ausente no dia, nem sempre esta mão de obra estará totalmente habilitada a fazer esta operação, no livro de processo ele terá toda a informação necessária para poder realizar o mesmo.

Com todas as ações tomadas, conseguimos fazer a unificação dos processos produtivos dos produtos A e B, e através do processo de nivelamento das operações, conseguimos distribuir a carga de trabalho, desta forma diminuindo o tempo de ciclo de produto. Além de tomarmos algumas ações para o mapeamento de problemas no processo e também criar ferramentas para a manutenção do processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário atual de recessão econômica é o maior desafio para a sobrevivência das empresas. Com um mercado cada vez mais competitivo as margens de lucro são minimizadas e além disso, temos uma diminuição de volume de pedidos o que aumenta o custo fixo de fabricação. Uma das formas de tornar as empresas mais competitivas é fazer o estudo dos processos a fim de identificar oportunidades de melhorias. A identificação e eliminação de desperdícios torna o processo de fabricação mais eficiente, diminuindo custos na produção e tornando o mesmo mais lucrativo.

Uma das formas de se atuar diretamente no desempenho da empresa é a identificação dos gargalos, ou seja, encontrar os processo produtivos mais lentos e atuar neles para melhorar a entrega. Na empresa estudada verificou-se que no posto 10, o tempo de ciclo era maior do que do *takt-time* da linha principal provocando parada de linha.

Ao se fazer uma análise do processo, observou-se que a célula do posto 10 é responsável pela montagem das cabines dos equipamentos agrícolas. Neste posto são montadas duas famílias de produtos: Produto “A” e Produto “B”, porem cada uma das famílias tinha uma linha de montagem distinta.

Uma das maneiras de se melhorar a eficiência produtiva é através da unificação dos processos similares, para que seja possível essa alteração é necessária fazer a mudança do *layout* das células as quais são consideradas processo gargalo.

A proposta deste trabalho é solucionar o problema dos atrasos da entrega do posto 10 para a linha principal, através da alteração do processo produtivo, unindo os dois processos similares em uma linha única, através da alteração do *layout*. No item quatro foram evidenciadas as mudanças feitas na célula em questão.

A implementação do *layout* celular consistiu na reorganização dos recursos produtivos para que se possa produzir um *mix* de produtos na mesma linha. Para que isso fosse possível, primeiramente foram alterados os dispositivos de montagem. Assim, as duas linhas de produtos passaram a usar o mesmo dispositivos.

Para melhorar o fluxo produtivo os equipamentos e as estações de trabalho foram posicionados de maneira que se mantenha um fluxo contínuo dos materiais e componentes durante o processo de montagem. Além disso, foi necessário alterar toda a forma de suprimento dos componentes a serem processados na célula, onde todos os kits foram alterados de forma a seguir as novas fases do processo produtivo. Com isso foi possível à criação de fluxo contínuo com entrada de material, processamento e saída de produto pronto.

Durante o desenvolvimento do trabalho foi possível demonstrar a importância do 5S como um programa de auxílio para o desenvolvimento de *layout*. O novo processo produtivo foi desenvolvido para produção de lotes unitários, o que minimiza muitas das oito perdas do STP que impactam no desempenho operacional. Outro benefício da unificação dos processos foi a eliminação do contra fluxo de materiais dentro da própria célula, o que influencia positivamente no desempenho produtiva, tornando o processo mais competitivo e melhora as entregas do produto.

Com a distribuição das operações por posto de trabalho, conseguimos fazer o nivelamento das operações e, conseqüentemente, baixar o tempo de ciclo do processo para que o mesmo seja menor que o *takt time* da linha principal. Além disso, foram implementados quadros de gestão visual do processo onde se pode acompanhar a produção do dia, bem como os problemas que estão sendo enfrentados pelo processo produtivo.

Ao finalizar toda a alteração do processo produtivo, obteve-se uma melhora de 20% na produtividade da célula, minimizamos o gargalo de processo encontrado no posto 10, o mesmo passou a fazer as suas entrega dentro do prazo estipulado. Porém, para que o processo fique cada vez mais robusto são necessárias novas melhorias. Fazendo o estudo dos processos da célula, e desta forma identificar as atividades mais lentas, e atuar sobre os mesmas para a diminuição do tempo de montagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, R.R.; JUNIOR, J.A.V.A. Takt-time: **Conceito e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. Disponível em: [http// www.scielo.com.br](http://www.scielo.com.br) acessado em 29/08/2016

ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção: conceitos e praticas para projetos e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre editora Bookman, 2008.

BORBA, Mirna. **Arranjo Físico [Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas]**, Florianópolis – 1998. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/8862194/Apostila-Arranjo-Fisico>>. Acesso em 18/06/2016.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2007

COSTA, Maria José; RODRIGUES, Mónica. Segurança Higiene no Trabalho – Nível III: Organização do Trabalho 2010. Disponível em: [::blogspot.com/2010/04/rganizacao-do-trabalho.htm](http://www.blogspot.com/2010/04/rganizacao-do-trabalho.htm). Acesso em: 20 junho 2016.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-intime**. Caxias do Sul: Editora da UCS, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010

HUSAR, Michael A. **Transforming today's factory into a lean enterprise**. ASQ's 54th Annual Quality Congress Proceedings. Toronto, [s.n.], 2000. 1 CD-ROM. P. 102-104.

JÚNIOR, José Antônio Valle Antunes. **A lógica nos Sistemas Produtivos: Uma revisão crítica**. Disponível em: [http://:www.produtare.com.br](http://www.produtare.com.br) acessado em 24/08/2016.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MELLO, et al. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. Disponível em: [http// // www.scielo.com.br](http://www.scielo.com.br) acessado em 29/08/2016.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: IMAM, 1984.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002

OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de fábrica: produtos, processos e instalações industriais**. São Paulo: IBLC. 1985.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Trad. De C. Schumacher. Porto Alegre: Artes Medicas, 1997.

ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.
SEBRAE. Critério e conceitos para classificações de empresas. Disponível em: <http://www.sebrae-sc.com.br>. Acessado em 19/06/2016.

SLACK, N.; CHAMBERS. S.; JOHNSTON. R. **Administração da Produção**. Trad. de M. T. C. de Oliveira; F. Alher. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, J. M. 5S o ambiente da qualidade. 2. ed. Belo Horizonte: Littera Maciel, 1994.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

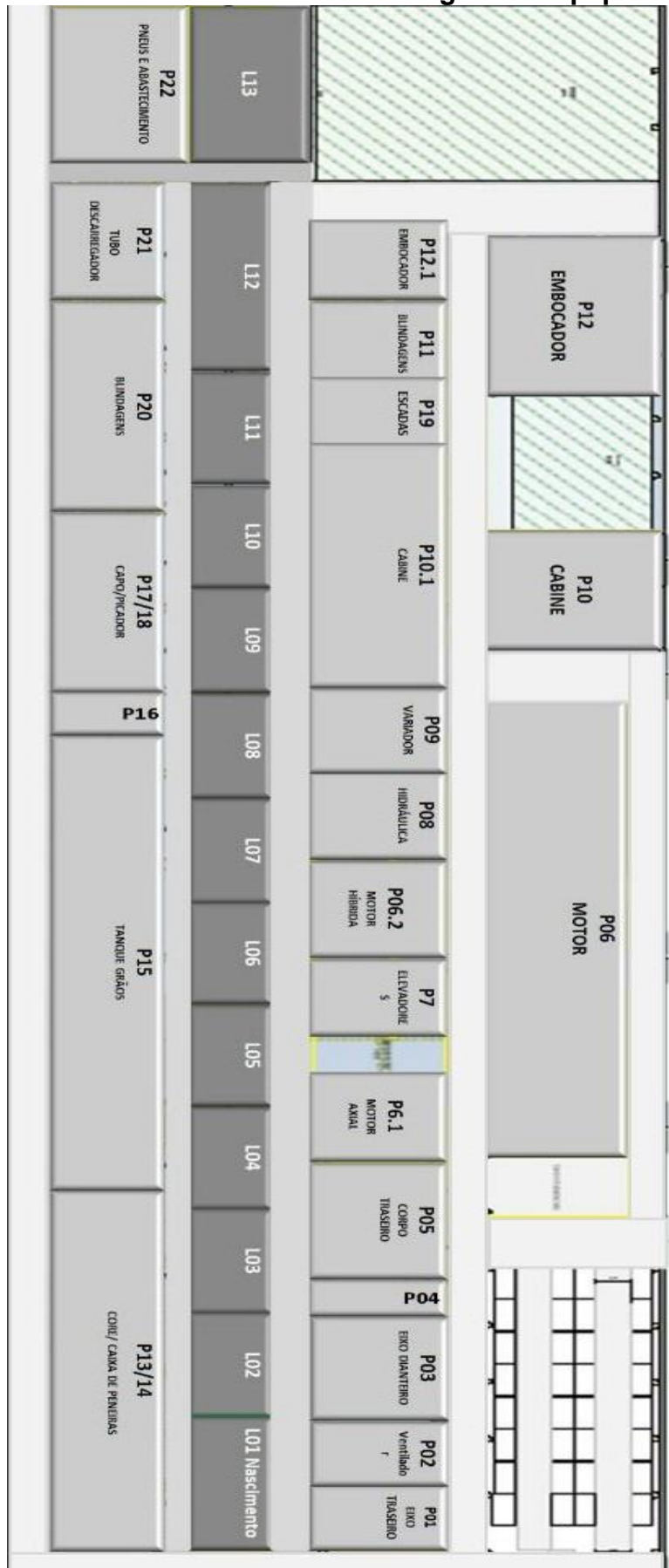
THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TOMPKINS, J.A, et al. **Facilities Planning**. John Wiley & Sons, 1996.

VIANNA, Ilca Oliveira de Almeida. **Metodologia do trabalho científico: um enfoque didático da produção científica**. São Paulo: E.P.U., 2001.

ANEXOS

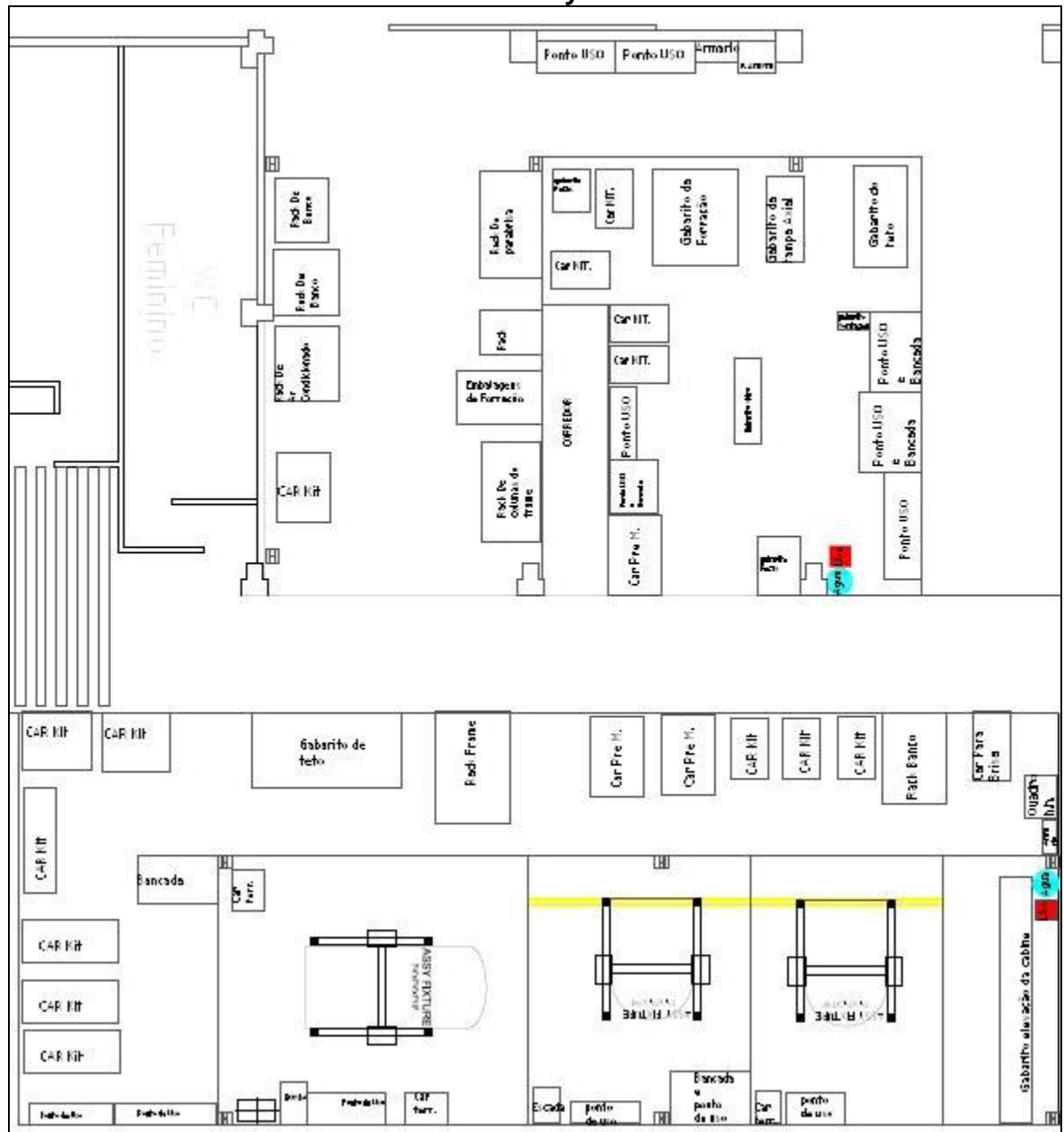
ANEXO A – Planta da linha de montagem de equipamentos



ANEXO B – Layout do posto antes da alteração



ANEXO C – Layout novo



ANEXO D – Fluxo de materiais

