

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

MAYARA ROHENKOHL RICCI

**SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: um estudo na linha de  
produção em uma indústria de ternos**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2013

MAYARA ROHENKOHL RICCI

**SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: um estudo na linha de  
produção em uma indústria de confecção de ternos**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Ms. Carlos Laércio Wrasse

Co-orientadora: Profa. Ms. Andriele de Pra Carvalho

MEDIANEIRA

2013

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: um estudo na linha de produção em uma  
indústria de confecção de ternos**

por

**MAYARA ROHENKOHL RICCI**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às ..... do dia .....  
de ..... de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de  
BACHAREL em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca  
Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a  
Banca Examinadora considerou o trabalho .....

---

**Prof. Ms. Carlos Laércio Wrasse**  
(UTFPR)  
Orientador

---

**Profa. Ms. Andriele de Pra Carvalho**  
(UTFPR)  
Co-orientadora

---

**Prof. Ms. Neron Alipio Cortes Berghauser**  
(UTFPR)

Somos loucos, somos poucos

“Todos querem ser, mas nem todos podem ser.

Nem todos tem coragem.

Nem todos tem essa dádiva chamada capacidade.

Somos poucos e por isso a consciência de sempre buscar ser o melhor.

Olhamos para o passado, trabalhamos no presente moldando o futuro.

Um objetivo, um motivo, uma solução.

Trabalhamos para isso.

Somos cobrados por isso.

Afinal somos loucos, somos poucos, somos ENGENHEIROS”.

(Autor desconhecido)

## RESUMO

RICCI, Mayara Rohenkohl. Sistema Toyota de Produção: um estudo na linha de produção em uma indústria de confecção de ternos. 2013. 80 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

O setor de confecção de vestuário vem crescendo nos últimos anos, isso se deve ao aumento da demanda pelos produtos ofertados, conseqüentemente ao crescimento, as indústrias necessitam se adaptar à demanda. Algumas procuram por funcionários novos, outras querem o aumento produtivo com a quantidade de funcionários que já possui. A indústria de confecção em estudo trabalha atualmente com vestuário social masculino, está localizada na região Oeste do Paraná e trabalha somente por encomendas. Porém a produção existente não supre a demanda desejada, necessitando de estudos e análises. Para isto deve-se analisar o balanceamento produtivo e o layout do processo de confecção. Os estudos realizados foram do layout, dos tempos das operações e do balanceamento da linha, seguindo a teoria proposta pelo Sistema Toyota de Produção que são as análises de perdas por transporte. A teoria mostra que a minimização dessa perda se dá pelo estudo do layout e para que o mesmo esteja de acordo com a produção há necessidade de balancear a linha com auxílio dos tempos das operações, que são os tempos dos funcionários que as realizam. Primeiramente, o estudo do layout mostrou que há muita distância percorrida de um posto de trabalho ao outro. Já o balanceamento mostra que alguns postos de trabalho estão balanceados e outros não, gerando ociosidade. Trazendo como proposta duas formas para reduzir o transporte interno da indústria, a primeira organiza o layout de forma como o balanceamento sugere e a segunda mostra uma melhoria no layout de acordo com o layout existente. Através deste estudo foi possível a observação dos caminhos que são percorridos ao longo do processo produtivo e atualmente não apresentam desvantagens no processo, pois há ociosidade entre os funcionários. Para a nova proposta do layout criou-se um arranjo físico por processo, então os postos de trabalho ficaram mais perto um do outro não sendo observada a perda por transporte.

**Palavras-chave:** Sistema Toyota de Produção. Balanceamento. Cronoanálise. Layout. Confecção.

## ABSTRACT

RICCI, Mayara Rohenkohl. Toyota Production System: a study on the production line in a suits manufacturing industry. 2013. 80 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013

The garment sector has been growing in recent years, this is due to increased demand for products offered consequently growth, industries need to adapt to demand. Some industries needs new employees, others want to increase the yield with the number of employees you already have. The clothing industry under study currently works with male social clothing, is located in West Paraná and only works for orders. But the existing production does not meet demand desired, requiring studies and analyzes. To this must be analyzed balancing production and layout of the sews process. The studies were performed on the layout, the times of operations and line balancing, on the theory proposed by the Toyota Production System which are analyzes of transport losses. The theory shows that the minimization of this loss occurs by studying of the layout and there is a need to balance the line with the aid of the times of the operations, which are the times of the employees who perform them. First, the study showed that there is distance from one job to another. Already, the balancing shows that some jobs are balanced and not others, causing idleness. Bringing as proposed two ways to reduce the transportation indoor the industry, first arrange the layout of how the balancing suggests and the second shows an improvement in the layout according to the existing layout. Through this study it was possible to observe the paths traversed along the production process and currently there are disadvantages in the process, as there are idleness among employees. The new proposal for the layout created are a physical arrangement by process, then the jobs are closer to each other with no observed loss per carriage.

**Keywords:** Toyota Production System. Balancing. Cronoanálise. Layout. Confection.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	15
FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO RESUMIDO .....	41
FIGURA 3 - MOLDES UTILIZADOS NOS CORTES .....	41
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DAS ABERTURAS DA PARTE DE TRÁS DO PALETÓ .....	42
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO INICIAL DE CONFECÇÃO .....	44
FIGURA 6 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DETALHADO DO PALETÓ .....	46
FIGURA 7 - PROCESSO PRODUTIVO .....	49
FIGURA 8 - RELAÇÃO DOS TEMPOS E OPERAÇÕES REALIZADAS DO PROCESSO PRODUTIVO.	51
FIGURA 9 - DIAGRAMA DE PRECEDÊNCIA DO PROCESSO DE CONFECÇÃO DO PALETÓ.....	57
FIGURA 10 - LAYOUT PROPOSTO PELO BALANCEAMENTO.....	63
FIGURA 11 - LAYOUT ATUAL .....	68
FIGURA 12 - LEGENDA DOS FLUXOS UTILIZADOS NO LAYOUT .....	69
FIGURA 13 - LEGENDA PARA O DESENHO DO LAYOUT .....	70
FIGURA 14 - LAYOUT NOVO.....	71

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES E SEUS RESPECTIVOS TEMPOS COLETADOS.....	52
TABELA 1 - DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES E SEUS RESPECTIVOS TEMPOS COLETADOS.....	53
TABELA 3 - BALANCEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO DE PALETÓS .....	59
TABELA 4 - RESUMO DA QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS .....	62
TABELA 5 - EQUIPAMENTOS E QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS PARA O NOVO LAYOUT .....	64

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS .....	12
1.1.1 Objetivo Geral .....	12
1.1.2 Objetivos Específicos .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	14
2.2 FORMAS DE DESPERDÍCIO .....	17
2.2.1 Desperdício por superprodução .....	18
2.2.2 Desperdício por espera .....	19
2.2.3 Desperdício por transporte .....	19
2.2.4 Desperdício por processamento .....	20
2.2.5 Desperdício por estoque .....	20
2.2.6 Desperdícios de movimentação .....	21
2.2.7 Desperdício na elaboração de produtos defeituosos .....	21
2.4 LAYOUT OU ARRANJO FÍSICO .....	21
2.4.1 Arranjo Físico Posicional ou Fixo .....	23
2.4.2 Arranjo Físico por Processo ou Funcional .....	23
2.4.3 Arranjo Físico Celular .....	24
2.4.4 Arranjo Físico por Produto ou em Linha .....	24
2.5 ESTUDO DE TEMPOS .....	25
2.6 BALANCEAMENTO DE LINHA .....	28
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>31</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA .....	31
3.2 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	31
3.3 BALANCEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO .....	34
3.5 ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO .....	34
<b>4 INDÚSTRIA EM ESTUDO</b> .....	<b>38</b>
4.1 INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO .....	38
4.2 PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO .....	39
4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO .....	39
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>43</b>

<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A história da humanidade está ligada à capacidade de converter matéria-prima em produtos utilizáveis. Dessa maneira, a globalização do mercado exige melhorias contínuas na qualidade, custos e entregas, assim os sistemas produtivos vêm assumindo um papel cada vez mais importante na sociedade moderna, adaptando-se à redução do ciclo de vida dos produtos sem perder a confiabilidade do processo (BLACK, 1998).

As indústrias, geralmente, são estudadas como um sistema que transforma entradas em saídas, ou seja, entra a matéria-prima e sai um produto acabado. As mesmas precisam ter pensamento em longo prazo, para que os eventos planejados sejam realizados com sucesso (TUBINO, 2009).

Em busca da satisfação dos clientes, exige-se que as empresas busquem melhores técnicas na prática de manufatura. Para se adaptarem a esse ambiente competitivo algumas empresas estão utilizando os conceitos e técnicas de Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP). Seu objetivo central consiste em capacitar as organizações para responder com rapidez às constantes mudanças da demanda do mercado, seguindo as principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação (SHINGO, 1996). Ohno (1997) complementa que o STP é um método utilizado para eliminar desperdícios e aumentar a produtividade.

O Sistema Toyota de Produção veio dizer que nem sempre a produção em massa é a mais conveniente de produzir, então, os criadores perceberam que a produção em massa havia apresentado resultados bons para grandes demandas, especialmente para pouca variabilidade de produtos. Entretanto, a realidade exigia uma demanda de pequenas quantidades e pouca variabilidade. Nesta condição, buscou-se um sistema de produção mais flexível e que respondesse rápido às expectativas do mercado (PASA, 2004).

O diferencial na competitividade está na variedade de modelos criados pela indústria de confecção. Se por um lado a variedade tende a aumentar as vendas, por outro lado o fechamento de pedidos torna-se mais crítico. Podendo ocasionar o não fechamento do pedido e a data de entrega será prorrogada (HENRIQUES et al., 2008).

A indústria de confecção, localizada em Santa Helena, região Oeste do Paraná, é caracterizada por possuir diferentes processos/operações no decorrer da produção. A indústria confecciona apenas vestuário social masculino e possui um sistema de produção puxado, ou seja, trabalha somente por encomenda.

Para Tubino (2009), o sistema por encomenda é voltado para as necessidades dos clientes, demandas baixas, tendendo para a unidade. O produto tem data para a entrega e, uma vez concluída, a produção será voltada para um novo projeto. O autor ressalta que, eventualmente, a compra de matéria-prima pode ser feita com antecedência.

O motivo para iniciar esse estudo é reduzir os tempos e as distâncias de locomoção e facilitar o gerenciamento dos processos, diminuindo algumas perdas causadas durante a produção, para isto haverá necessidade de aprofundar mais os assuntos, envolvendo coleta dos tempos para um balanceamento. No contexto do Sistema Toyota de Produção são destacadas sete perdas causadas no momento da produção. Para Silva (2006), a completa eliminação das perdas busca maximizar o trabalho e adicionar valor ao produto acabado.

O layout de um sistema de produção em lotes facilita o dimensionamento do espaço físico coordenando o tempo operacional entre os equipamentos (TUBINO, 2009). Deste modo, há possibilidade de analisar a perda por movimentação na produção pelo Sistema Toyota de Produção, principiando, o estudo de tempos e posteriormente a aplicação de um balanceamento de linha para alocar corretamente os equipamentos necessários na linha de produção.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o balanceamento produtivo e o layout do processo de confecção de paletó na indústria localizada na região Oeste do Paraná.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Mapear o sistema de produção através de fluxograma;
- b) Realizar estudo de tempos e métodos para a confecção de paletó;
- c) Balancear a linha de produção;
- d) Propor melhorias no processo e layout organizacional.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Antes mesmo de expor o melhor método para a redução de desperdícios gerados pelo transporte interno, é imprescindível analisar o tipo de sistema de produção que será estudado, ou seja, uma vez sabendo o sistema de produção, a organização do layout torna-se facilitada.

A indústria de confecção de ternos possui um sistema de produção por lotes, também conhecido como fluxo intermitente. Nesse sistema a mão-de-obra e os equipamentos são organizados em centros de trabalho por tipo de habilidades e operações. Dito de outra forma, os equipamentos e habilidades são agrupados em conjunto, resultando em um tipo de arranjo físico conhecido como funcional ou por processo. O produto flui de um centro de trabalho a outro, geralmente de forma irregular (MOREIRA, 2001). É comum o uso de sistemas de produção por lotes em indústrias que trabalham com encomenda, como é o caso da empresa em estudo.

A escolha do local para a realização do trabalho é a infinidade de assuntos voltados para a engenharia de produção que podem ser empregados e também pelo crescimento das indústrias de confecções, esse aumento se deve com o aumento da demanda por produtos customizados e/ou exclusivos. Através do crescimento há necessidade de adaptação das fábricas à demanda. Porém, a linha de produção de uma indústria de confecção de vestuário, ou o fluxo da produção está gerando

perdas, e essas perdas podem acarretar em desperdícios desnecessários que futuramente podem acabar atrapalhando e diminuindo a produção.

O tema principal desse trabalho é a eliminação das perdas causadas por transporte de acordo com a literatura descrita sobre o Sistema Toyota de Produção. O transporte interno de uma indústria é a locomoção de operários, deslocamento de produtos acabado e semiacabados, entre outros. Através disso, estudos realizados no tempo de processamento do produto confeccionado, estudos do arranjo físico e observando o processo produtivo da unidade, é possível analisar os desperdícios causados pelo transporte.

O estudo viabilizará a questão de aumentar a produção com o que é atualmente encontrado na indústria. Conhecendo a fundamentação teórica de estudo de tempos, balanceamento e arranjo físico o trabalho tornará uma forma de concretizar o esperado, que é o objetivo.

A atividade de transporte e movimentação de material não agrega valor ao produto produzido, porém é necessária devido as instalações encontradas e ao tipo de processo produtivo (CORRÊA et al., 2012). Apesar da perda não agregar valor ao produto, eliminando-a ou até mesmo diminuindo, através de um melhoramento de layout, poderá observar melhor fluxo de material, menor tempo de produção e até mesmo aumentar a produção diária tendo em vista os fatores positivos do estudo da perda por transporte do Sistema Toyota de Produção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção que também é conhecido como Produção Enxuta ou Lean Manufacturing surgiu no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, creditado primeiramente a Toyota Motor Company, que buscava um sistema de administração para coordenar a produção de acordo com a demanda específica, modelo e cor (CORRÊA et al, 2012).

Antes mesmo de iniciar o sistema, ou seja, começar a implantar um método que só produziria de acordo com a demanda, os engenheiros da empresa tiveram que conhecer os métodos americanos de produção (VOTTO, 2012). A Toyota precisando fabricar pequenos volumes de modelos diferentes usando a mesma linha de montagem não poderia adaptar ao sistema de grandes quantidades de um número limitado de modelos, ou seja, não poderia usar o sistema de produção em massa como o da Ford (LIKER, 2005).

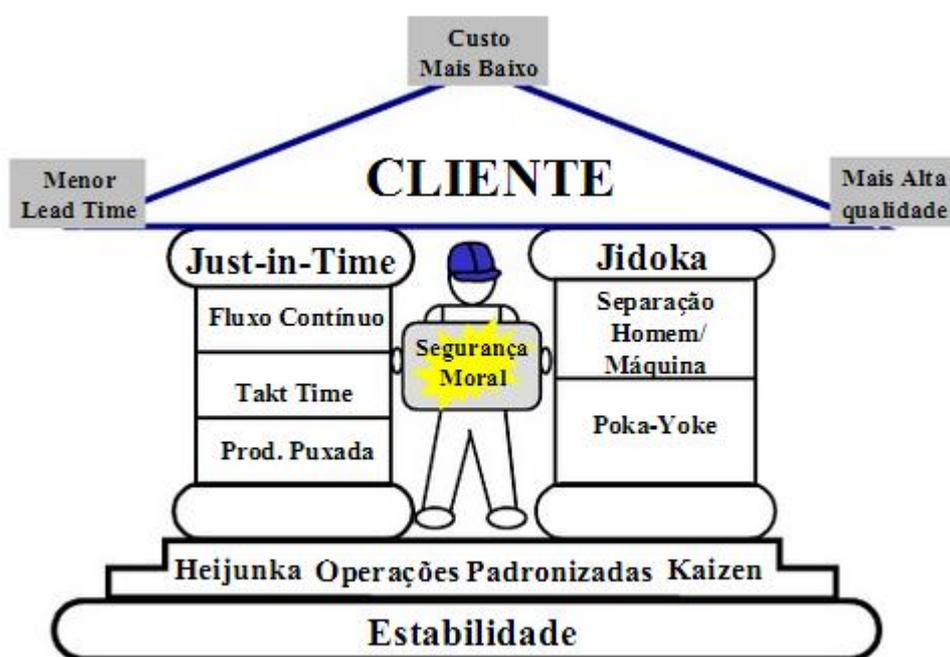
Nesta época, costumava-se dizer que a produção dos americanos era dez vezes maior que a dos japoneses. Desta maneira, os japoneses pensaram que se fossem capazes de eliminar todo tipo de desperdício a produtividade se duplicaria (VOTTO, 2012). Iniciou-se assim o Sistema Toyota de Produção. Para Monden (1984), o sistema nasceu como um método de racionalizar a fabricação de produtos eliminando-se os elementos desnecessários na produção.

O Sistema Toyota de Produção é baseado em dois princípios para Maximiano (2008): o primeiro é a eliminação de desperdícios, seguido de fabricação com qualidade. O princípio de eliminação de desperdícios fez nascer a produção enxuta (Lean Manufacturing), ou seja, fabricar com máximo de economia de recursos. Já a fabricação com qualidade tem por objetivo produzir sem defeitos, que nada mais é, uma forma de eliminar desperdícios. O autor afirma que esse tipo de produção possibilita a manufatura de produtos de alta qualidade e baixo preço.

Para a compreensão do Sistema Toyota de Produção é necessário entender o que é processo e operação. Processo é a transformação de matéria-prima em produto acabado. Operação são as ações efetuadas pelos operadores e máquinas (SHINGO, 1996). A expressão lead time, também muito utilizada, está relacionada ao início das atividades de produção até o término da atividade de produção.

Conhecendo as diferenças torna-se mais fácil o estudo específico das operações que envolvem todo o processo produtivo.

Há diferentes esquemas que representam a estrutura do Sistema Toyota de Produção. Ghinato (2000) apresenta a estrutura do Sistema Toyota de Produção pela figura 1, com seus dois pilares de sustentação, que são o Just in Time e a automação (Jidoka), juntamente com os outros componentes importantes ao sistema.



**Figura 1 - Estrutura do Sistema Toyota de produção**

Fonte: GHINATO apud OHNO (2000)

O sistema consiste em atender melhor o cliente, fornecendo produtos e serviços de alta qualidade, ao mais baixo custo e menor lead time possível (GHINATO, 2000).

O conceito de produção puxada é confundido com a definição de Just in Time, que é produzir itens na quantidade e momento certo. No Sistema Toyota de Produção a produção é realizada no ritmo da demanda pelo cliente.

O objetivo do Just in Time é identificar, localizar e eliminar as perdas garantindo o fluxo da produção, dependendo de três fatores: fluxo contínuo, takt time e produção puxada. À necessidade de redução do lead time da produção leva a

agregar o fluxo contínuo, ou seja, converter as linhas tradicionais de fabricação. Organizando o layout conduz-se o sistema de produção para uma produção puxada, ou seja, livre de perdas por estoques, por espera e redução do lead time.

Porém, para a implementação de um fluxo contínuo torna-se necessário o balanceamento das operações, que está diretamente ligado ao takt time. Takt time é o tempo necessário para produzir um produto completo, de acordo com a demanda. A produção puxada também pode ser controlada através do kanban. Esse sistema objetiva controlar e balancear a produção, eliminar perdas, permitir a reposição de estoques, um método simples para controlar visualmente os processos.

O Jidoka no Sistema Toyota de Produção consiste em oferecer ao operador ou a máquina a autonomia de poder parar o processo quando acontecer alguma anormalidade (GHINATO, 2000). Por isso, emprega-se o poka-yoke nas operações, pois é utilizado na detecção de defeitos na execução das operações.

Os pilares Just in Time e Jidoka são sustentados pelo Heijunka (nivelamento da produção), operações padronizadas e Kaizen (melhoria contínua).

A padronização procura obter o máximo de produtividade identificando e eliminando as perdas, para isso há necessidade de ter uma programação nivelada. Heijunka é o nivelamento das quantidades e tipos de produtos, esse tipo de nivelamento permite a produção de diferenciados itens garantindo o fluxo da produção. O kaizen, ou melhoria contínua, é a melhoria de uma atividade, focada na eliminação de perdas agregando valor ao produto sem muito investimento.

A base de todo Sistema Toyota de Produção é a estabilidade, que nada mais é que, um ambiente sob controle e com previsão garantida para obter uma produção de itens sem defeito, na quantidade e momento certo.

Além da eliminação de desperdícios, algumas expressões são usadas para definir, de forma menos complexa, o que é o Sistema Toyota de Produção:

- a) produção sem estoques;
- b) produção enxuta (lean production ou lean manufacturing);
- c) eliminação de desperdícios;
- d) manufatura de fluxo contínuo;
- e) esforço contínuo na resolução de problemas (CORRÊA et al, 2012 – p 418).

Essas metas, intencionalmente, têm a missão de aperfeiçoar o sistema de produção da fábrica, desenvolvendo políticas, procedimentos e atitudes requeridos para ser um fabricante responsável e competitivo (THEISEN, 2004).

## 2.2 FORMAS DE DESPERDÍCIO

O hábito de combater desperdícios era encontrado em culturas muito antigas. O Japão, um país pequeno, antes mesmo do início da Segunda Guerra Mundial, já estimulava seus habitantes para um espírito de economia e eficiência (MAXIMIANO, 2008).

Hoje, as empresas estão sendo obrigadas a se adaptarem e se aperfeiçoar de forma contínua. Uma das principais tarefas abordadas é a detecção e eliminação das perdas ocorridas num processo (BORNIA, 1988). Neste sentido, o Sistema Toyota de Produção permite a identificação e quantificação das perdas, tornando esta ferramenta de apoio gerencial.

Para Almeida (2010), em todo processo de produção é encontrado algum tipo de desperdício. Ghinato (2000) complementa que a produção enxuta deve eliminar qualquer tipo de atividade que gere perda. Por isso, é imprescindível a análise de cada parte do processo produtivo.

Ohno (1997, p. 39) diz: “A eliminação completa desses desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem. Para fazê-lo, devemos produzir apenas a quantidade necessária, liberando assim a força de trabalho extra”.

Shingo (1996) e Ohno (1997) identificam os sete tipos de desperdícios (perdas) presentes no Sistema Toyota de Produção:

- a) superprodução;
- b) espera;
- c) transporte;
- d) processamento;
- e) estoque;
- f) desperdício nos movimentos;
- g) desperdício na elaboração de produtos defeituosos.

Há diversas maneiras para redução dos desperdícios gerados no decorrer da produção. Maximiano (2008, p. 189) cita:

Uma das ideias utilizadas para redução de desperdícios é o método Just in Time que procura reduzir o tempo de produção e diminuir o uso de estoques. Tem como princípio conduzir a produção como um fluxo contínuo sincronizando o processo.

O sistema Just in Time objetiva realizar as operações com qualidade e flexibilidade (CORRÊA et al, 2012). Assim, com a redução de estoques é possível fazer com que o fluxo produtivo prossiga ininterruptamente.

### 2.2.1 Desperdício por superprodução

A superprodução e a criação de estoques eram percebidas durante e depois da Segunda Guerra Mundial. O ato de comprar e estocar já eram vivenciados, talvez um comportamento de se preparar para períodos difíceis (DIEDRICH, 2002).

A superprodução é subdividida em duas formas de desperdícios, Diedrich (2002) detalha:

- a) superprodução por quantidade: é uma produção além do volume programado ou requerido, ou seja, ocorre a produção exagerada de produtos do que a demanda ou o pedido exigem;
- b) superprodução por antecipação: é uma produção realizada antes do momento necessário, gerando estoques, porque as peças ou produtos ficarão estocados aguardando a ocasião de venda ou para continuação do processo (CORRÊA, et al, 2012).

A superprodução é caracterizada pela criação de estoques. Uma vez que a indústria produz mais que a demanda desejada há, conseqüentemente, a produção de estoques. Esta é a perda que mais é percebida no Sistema Toyota de Produção.

Considerada a pior forma de desperdício, pois encobre os outros tipos de perdas e também é difícil a sua eliminação (ALMEIDA, 2010).

### 2.2.2 Desperdício por espera

A perda por espera é o intervalo de tempo em que nenhum processo está sendo executado, tanto pelo operador como pela máquina. Por exemplo, num lote sendo fabricado e, após a primeira peça ser pronta, deve-se esperar até que a última peça do lote seja também fabricada para assim a produção prosseguir (DIEDRICH, 2002).

Existem dois tipos de perdas por espera (GOMES, 2001):

- a) espera do trabalhador enquanto a máquina trabalha: ocorre durante a confecção de um produto no momento em que o operador observa o funcionamento da máquina;
- b) espera da máquina: ocorre devido aos problemas encontrados por falta de material, desbalanceamento de linha ou quebra.

Esse tipo de perda é menos rígido quando se trata por espera das máquinas. Para Ghinato (1996), é o único tipo de perda tolerável, pois, normalmente, há um conflito na escolha (“trade-off”) entre máquina e operador.

### 2.2.3 Desperdício por transporte

São atividades de movimentação de materiais que sobrecarregam a produção e não adicionam valor ao produto. O melhoramento desse tipo de perda é a eliminação da necessidade de transportar (FALCÃO, 2001).

Para Diedrich (2002), essas perdas por transporte são reduzidas com alterações feitas no layout. A melhoria deverá ser, primeiramente, voltada para o processo produtivo, somente depois voltar-se para as melhorias nas operações.

Além das melhorias de layout, Shingo (1996, p.60) cita que: “Processos constituem-se tipicamente de 45% processamento, 5% inspeção e 5% esperas, sendo que o transporte representa 45% restantes dos custos de mão-de-obra”.

Na indústria é observado o transporte de materiais e operadores, dessa maneira, no estudo do layout deve ser levado em consideração o fluxo do processo produtivo.

#### 2.2.4 Desperdício por processamento

As perdas encontradas correspondem às atividades de transformação desnecessária para que o produto adquira suas características básicas de qualidade. A eliminação dessa perda no processo deve ser completa, e pode ser através de análises de valor de produto e de processo (BORNIA, 1988).

A utilização das técnicas de Engenharia e Análise de Valor (EAV) na determinação das técnicas e funções do produto e dos métodos de fabricação a serem empregados são recomendáveis na forma de melhorar o processamento (GHINATO apud SHINGO, 1996).

Para Gomes (2001, p. 26), “a aplicação desta técnica, EAV, questiona a necessidade de certas características no produto, visando simplificar a etapa de fabricação”. Esta etapa questiona os custos dos produtos e dos processos através da análise dos valores das funções que são efetuadas nas diversas partes do processo produtivo do produto.

#### 2.2.5 Desperdício por estoque

A existência de estoque faz com que haja perda, seja ele de matéria-prima ou de material em processamento ou de produto acabado. Gerando custos financeiros para a manutenção, custos devido ao produto tornar-se obsoleto dos itens estocados e custos de oportunidade pela perda de mercado futuro (BORNIA, 1988).

A grande barreira encontrada para eliminação desse tipo de perda é que existe “vantagem” em ter um estoque, pois aliviam os problemas de sincronia entre os processos (GHINATO, 1996).

Na medida em que se diminuem os estoques, alguns problemas como carência e ineficiência do sistema produtivo começarão a aparecer, assim haverá necessidade de eliminação desses problemas. Deve-se analisar a melhor solução economicamente viável de acordo com a estratégia da empresa (GOMES, 2001).

### 2.2.6 Desperdícios de movimentação

São todos os movimentos desnecessários que são realizados pelo operador na execução das operações. Fazendo-se um estudo de tempos e movimentos é possível eliminar ou reduzir esse tipo de perda (DIEDRICH apud FULLMANN, 2002).

Uma vez que, após todas as possibilidades de reduções de movimentos desnecessários do operador forem eliminadas, a otimização dos movimentos nas operações é obtida através da empregabilidade da mecanização de operação, ou seja, substituindo os movimentos do operador pelos movimentos da máquina (DIEDRICH, 2002).

### 2.2.7 Desperdício na elaboração de produtos defeituosos

Origina-se pela confecção de produtos fora das especificações de qualidade (BORNIA, 1988). A circulação de produtos defeituosos ao longo do processo produtivo poderá desencadear a geração de outros tipos de perdas, por exemplo, perda por espera, transporte, movimentação e estoque (DIEDRICH, 2002).

O combate a essa perda baseia-se na confiabilidade no processo produtivo e na rápida detecção e solução de problemas, ou seja, empregando-se a inspeção no decorrer do processo poderá ocorrer a eliminação ou diminuição de produtos defeituosos.

## 2.4 LAYOUT OU ARRANJO FÍSICO

Planejar o arranjo físico significa tomar decisões sobre a forma como serão dispostos os equipamentos nos centros de trabalho. Centro de trabalho é qualquer coisa que ocupe espaço: um departamento, uma sala, uma pessoa ou um grupo de pessoas, máquinas e bancadas. Em todo o planejamento de arranjo físico irá existir uma preocupação: tornar mais fácil e suave o movimento de fluxo de pessoas ou de materiais do trabalho por meio do sistema (MOREIRA, 2001).

Existem indústrias de confecção em que no local de trabalho fica um operador e uma máquina de costura, o deslocamento da máquina pode ser feito rapidamente por dois homens em poucos minutos, e ligada na fonte de eletricidade

mais próxima, como necessário (PEMBERTON, 1977). Tornando mais fácil a organização do layout.

Slack et al. (1997) define layout de uma unidade produtiva como sendo a localização física dos recursos de transformação. Definir o arranjo físico é decidir o posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoal na produção (COSTA, 2004).

O layout não compreende somente disposições de equipamentos e pessoal, mas as estratégias que definem a sequência de um processo. A alteração do layout tem implicações práticas no sistema produtivo, Costa (apud KOSTROW, 2004, p.18) exemplifica dizendo como isso pode afetar uma organização:

A alteração pode atender as prioridades competitivas por facilitar o fluxo de materiais e de informações, aumentar a eficiência da utilização de mão-de-obra e dos equipamentos, aumentar a conveniência dos clientes e vendas, reduzir os riscos dos trabalhadores, melhorar o moral dos trabalhadores e a comunicação entre as áreas envolvidas no sistema produtivo.

Alterar um layout pode afetar uma organização, para Trein (2001) pode-se encontrar prioridades competitivas por:

- a) facilitar o fluxo de materiais e informações;
- b) aumentar a eficiência de utilização de mão de obra e dos equipamentos;
- c) aumentar a conveniência dos clientes e vendas;
- d) reduzir os riscos dos trabalhadores;
- e) melhorar o moral dos trabalhadores;
- f) melhorar a comunicação.

Existem quatro tipos básicos de arranjo físico (SLACK et al., 2002):

- 1) arranjo físico posicional;
- 2) arranjo físico por processo;
- 3) arranjo físico celular;
- 4) arranjo físico por produto.

Antes mesmo da aplicação de um novo layout é preciso um estudo do mesmo. Sendo assim, a seguir apresentam-se os modelos de arranjo físico descritos.

#### 2.4.1 Arranjo Físico Posicional ou Fixo

Nesse tipo de arranjo quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto o equipamento, maquinário, instalação e pessoas movem-se na medida do necessário. Por razões de que o produto seja muito grande ou muito delicado (TUCCI, 2006).

A principal característica encontrada por um arranjo físico de posição fixa é a baixa produção. Frequentemente, o que se pretende é trabalhar apenas com uma unidade do produto, com características únicas e baixo grau de padronização: dificilmente um produto será igual ao outro (MOREIRA, 2001).

Já para Corrêa et al. (2012) esse tipo de arranjo físico tem sua eficiência baixa, pois a maioria das empresas que necessitam deste tipo de arranjo, geralmente, terceirizam grande parte das etapas. Entretanto, este tipo de arranjo permite maior customização, geralmente as empresas que o utilizam dedicam-se a produtos únicos ou produtos em quantidades pequenas.

#### 2.4.2 Arranjo Físico por Processo ou Funcional

É obtido pelo agrupamento de processos similares em áreas específicas, formando departamentos de processos, caracterizando o fluxo entre departamentos (TREIN, 2001).

Trein (2001) ressalta que, por conveniência é melhor que a planta produtiva mantenha os processos ou postos de trabalho similares juntos. Isso se deve quando, ao desencadear o processo, o produto percorrerá um roteiro de processo a processo de acordo com as necessidades. Dessa forma, o uso desse tipo de layout é comum quando uma mesma operação deve, sem parar, produzir diferentes produtos.

As características observadas por Moreira (2001) são:

- a) adequação à produção de uma linha variada de produtos;
- b) cada produto passa por um setor de trabalho, formando uma rede de fluxos;
- c) as taxas de produção são baixas;
- d) os equipamentos são flexíveis.

Arranjo físico por processo é observado em indústria de confecção de roupas, pois há necessidade de setores diferentes para concluir o produto. A

indústria de confecção trabalha com muitos detalhes, então é imprescindível o uso de layout por processo para cumprir as etapas na confecção. Corrêa et al. (2012), confirma ressaltando que o arranjo físico funcional é, geralmente, usado para fluxos de produção de produtos variados e que ocorrem intermitentemente.

#### 2.4.3 Arranjo Físico Celular

Para Slack et al. (2002), esse tipo de layout é aquele em que os produtos a serem transformados, entrando na operação, são pré-selecionados para movimentar-se até uma parte específica da operação (ou célula). Após o processo nas células, seguem para outra célula.

Também é conhecido como um arranjo físico híbrido, ou seja, procuram relacionar as características de dois ou mais tipos de arranjos básicos.

O arranjo físico celular tenta aumentar a eficiência das desvantagens encontradas no arranjo físico funcional, tentando não perder a sua flexibilidade (CORRÊA et al., 2012).

#### 2.4.4 Arranjo Físico por Produto ou em Linha

Resulta quando os processos são posicionados de acordo com a sequência de produção, e o fluxo de materiais é direto de uma estação de trabalho à outra (COSTA, 2004). São caracterizados por possuir um tipo de operação que envolve volumes elevados.

As características fundamentais de um arranjo físico por produto, de acordo com Moreira (2001), são:

- a) é adequado a produtos com alto grau de padronização, com pouca ou nenhuma diversificação, produzidos em grande quantidade de forma contínua;
- b) o fluxo de materiais é totalmente previsível, possibilitando o manuseio e transporte automático de material;
- c) pode se ajustar as diversas taxas de produção, mas trabalhar com baixas não é conveniente;

- d) investimentos em capital são altos, devido a presença de equipamentos especializados e especialmente projetados para grandes volumes de produção.

## 2.5 ESTUDO DE TEMPOS

O estudo de tempos é usado para medir o tempo necessário para que uma pessoa qualificada e treinada execute uma tarefa. Esse estudo é usado para medir trabalho. O resultado esperado desse estudo dos tempos é o tempo que uma pessoa adaptada ao trabalho e bem treinada no processo a ser seguido, levará para executar a tarefa em um ritmo normal (BARNES, 1977).

Peinado e Graeml (2007, p. 95), citam o objetivo da medida dos tempos:

É a determinação, com o uso de um cronômetro, do tempo necessário para se realizar uma tarefa. O termo "cronoanálise" é bastante utilizado nas empresas brasileiras para designar o processo de estudo, mensuração e determinação dos tempos padrão em uma organização.

O estudo dos tempos é utilizado, nesse caso, para determinação da capacidade produtiva da empresa e o balanceamento das linhas de produção e montagem.

O processo produtivo, conhecido também como lead time é composto por quatro grupos: o tempo de espera, o tempo de processamento, o tempo de inspeção e o tempo de transporte. A redução do lead time está relacionada diretamente com o desempenho do sistema produtivo no que se refere a esses tempos (FAGUNDES, 2002).

O tempo de espera é um estado no qual o tempo passa sem que haja a ocorrência de processo, inspeção ou transporte. Depende do número de operações sofridas por uma peça, pois para cada peça haverá um tipo de tempo de espera (SHINGO, 1996).

Os fatores que influenciam e devem ser trabalhados para a melhoria do tempo de espera são: tempo de programação da produção, tempo de espera na fila, e tempo de espera do lote (FAGUNDES, 2002).

O tempo de espera na fila ocorre quando as peças são processadas em lotes. Logo, o lote permanece esperando o outro lote inicial ser processado,

inspecionado ou transportado (SHINGO, 1996). Para Tubino (1999), esse tempo, em um posto de trabalho, é o que tem maior peso na espera devido a prioridade no processamento, problemas de qualidade (função das quebras dos equipamentos), ou também pode ocorrer em caso de desbalanceamento da capacidade produtiva, ou seja, ocasiões de gargalos.

O tempo gasto que se decorre em um processamento em lotes será de acordo com o tamanho do lote. Em caso de produção há geração de estoques, pois as peças prontas que aguardam pela peça que está sendo processada são consideradas um estoque. Uma maneira de solucionar esses problemas é a utilização de lote unitário para a fabricação (FAGUNDES, 2002).

A inspeção também pode gerar perdas no tempo, ou seja, uma peça que segue pelo seu processo produtivo com defeito, futuramente, no processo final do produto, acarretará em tempo perdido, pois a peça deverá voltar ao processo, parando as demais que estão na produção.

O tempo gasto no transporte seja na locomoção de produtos ou operários, pode ser eliminado com o aprimoramento do layout. O enfoque básico de um problema de layout é promover a redução dos tempos de transporte (SHINGO, 1996).

Os tempos observados nos trabalhadores executando as operações são então convertidos em padrões de mão-de-obra que são expressos em minutos por unidade de produção para a operação (ROCHA, 1986).

Para Barnes (1977) essas fases de estudo no local de trabalho, consistem na obtenção e registros de informações necessárias, para que sejam definidas as sequências das operações, o número de ciclos a serem cronometrados e o ritmo do trabalhador em estudo, no local de trabalho.

Alguns equipamentos que são utilizados para a medição dos tempos de operações como: o cronômetro, utilizado para cronometrar o tempo de execução de determinada tarefa a ser realizada. Também pode-se utilizar filmadoras, há vantagem nesse método, pois é fácil e fiel a visualização dos movimentos executados pelo operador, e, se bem utilizada, pode eliminar a pressão psicológica que o operador sente quando está sendo cronometrado. A prancheta é usada na maioria das ocasiões de cronoanálise na qual o cronoanalista anota as tomadas de tempo. Por fim, a folha de observação que é um documento em que estão

registrados os tempos e demais observações relativas à operação cronometrada (PEINADO; GRAEML, 2007).

Existem três métodos para leitura dos tempos, com auxílio de cronômetro: leitura contínua, leitura repetitiva e leitura acumulada. Sendo as leituras contínua e repetitiva as mais utilizadas.

- a) Leitura contínua: o observador começa a cronometragem no início do processo e mantém o cronômetro até o fim, ou seja, o cronômetro não será zerado. E a cada processo realizado pelo operador anota-se o tempo. O tempo para cada elemento é determinado por subtração. Aconselhável para tempos curtos de processos.
- b) Leitura repetitiva: os ponteiros do cronômetro são retornados ao zero ao fim de cada operação. Esse tipo de leitura fornece tempos diretos.
- c) Leitura acumulada: nesse caso são usados dois cronômetros permitindo a leitura direta do tempo para cada operação. O cronômetro é lido mais facilmente e com maior precisão porque seus ponteiros não estão em movimento durante a leitura (BARNES, 1977).

Para realização do estudo alguns procedimentos para a coleta dos tempos foram realizados. Alguns passos a serem utilizados segundo Américo et al. (2006):

- a) obtenha registro, informações sobre a operação e o operador em estudo;
- b) divida a operação em elementos e registre uma descrição completa da atividade;
- c) observe e registre o tempo gasto pelo operador;
- d) determine o número de ciclos a ser cronometrado;
- e) avalie o ritmo do operador;
- f) verifique se foi cronometrado um número suficiente de ciclos;
- g) determine as tolerâncias;
- h) determine o tempo padrão para operação.

Ao decorrer do estudo e coleta dos tempos, a pessoa que realiza o trabalho deve ir observando melhorias, com o intuito de ir diminuindo o tempo de cada operação, por exemplo, propor aumento de velocidade para a operação, sem afetar a qualidade.

## 2.6 BALANCEAMENTO DE LINHA

O balanceamento está ligado à velocidade da produção, pois o ato de balancear está ligado em nivelar os tempos de uma atividade com o tempo padrão, ferramenta essa que não pode ser dispensada (AMÉRICO et al., 2006).

No Sistema Toyota de Produção, o balanceamento ocorre quando existir o equilíbrio entre carga e capacidade do processo, ou seja, quando o volume de trabalho a ser executado e a máquina manuseada por um operador conseguem cumprir com a demanda desejada (SHINGO, 1996).

Nas etapas de fabricação de um produto, cada processo feito em um setor gasta determinado tempo para executar a tarefa que lhe cabe. Se o tempo de cada processo executado, num setor, gasta para fazer um produto for sempre igual, o balanceamento da linha não tem problema. Agora, se os tempos são diferentes há necessidade de um estudo adicional (ROCHA, 2005).

Os procedimentos de balanceamento de linha de produção, segundo Peinado e Graeml (2007):

- a) dividir as operações de trabalho em elementos de trabalho que possam ser executadas de modo independente;
- b) levantar o tempo padrão, por meio de cronoanálise;
- c) definir a sequência das tarefas e suas predecessoras;
- d) desenhar o diagrama de precedência;
- e) calcular o tempo de duração do ciclo e determinar o número mínimo de estações de trabalho;
- f) atribuir as tarefas às estações de trabalho seguindo a ordem natural de montagem;
- g) verificar se existe uma forma melhor de balanceamento, buscando deixar a mesma quantidade de tempos ociosos em cada estação de trabalho;

O problema de balanceamento de linhas pode ser definido da seguinte maneira: dado um determinado número de tarefas, cada uma com seu respectivo tempo fixo para realização e acompanhadas por um diagrama com as relações de precedência entre elas, o problema consiste em determinar as tarefas a uma determinada sequência de estações de trabalho, de forma que as relações que antecedem sejam satisfeitas e a capacidade da linha otimizada (GERHARDT apud EREL; SARIN, 2005).

A estabilidade na produção ocorre quando, o takt time e os recursos necessários para produzir com menor desperdício possível sem afetar a segurança e garantindo a qualidade, estão gerando resultados positivos como o planejamento (KAMADA, 2007).

O balanceamento de linha exclui os gargalos e as esperas na produção, e predominam os tempos manuais, sendo assim mais flexíveis para serem balanceadas. Proporciona, também, rodízios de funções e evita o trabalho repetitivo, que conseqüentemente causaria a sobrecarga de tarefas aos funcionários (GOMES et al., 2008).

Para elaboração do balanceamento de uma linha de montagem necessita-se saber:

- tempo total de montagem do produto;
- programa de produção/dia do produto;
- tempo que trabalha uma pessoa/dia.

Martins & Laugeni (2000), dizem que primeiramente deve-se determinar o tempo de ciclo (TC) das operações, para posteriormente realizar o balanceamento de linha. O tempo de ciclo expressa o intervalo e a frequência de tempo em que uma peça ou mais, são produzidas.

$$TC = \frac{\text{tempo de produção}}{\text{quantidade de peças no tempo de produção}}$$

Para atingir o volume de produção há necessidade de saber o número mínimo de funcionários (N) que será determinado a partir do tempo de ciclo.

$$N = \frac{\text{tempo total para produzir uma peça na linha}}{\text{tempo de ciclo}}$$

O balanceamento da linha torna-se importante quando se trata do melhoramento de layout. Uma vez sabendo a quantidade de funcionários e os seus respectivos tempos haverá possibilidade de continuar produzindo, até haver aumento na produção. Meta que toda indústria busca.

Gerhardt (2005, p. 36) esclarece o uso do diagrama de precedência na montagem do balanceamento:

Na formulação de um problema de balanceamento de linhas de montagem, um recurso de grande importância é o diagrama de precedência, que consiste na descrição gráfica da ordem na qual as tarefas devem ser realizadas para a montagem do produto.

Para iniciar-se um balanceamento de uma linha de produção é importante a montagem de um diagrama de precedência para que seja visualizado de forma mais clara as operações que acontecem e suas precedências.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA

Com relação às pesquisas, suas classificações são com base no objetivo geral. Nesse caso, a pesquisa foi do tipo exploratória, qualitativa e quantitativa.

Para Gil (2002, p. 41), uma pesquisa exploratória objetiva: “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Ou seja, objetiva principalmente o aprimoramento de ideias.

Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem:

- a) levantamento bibliográfico;
- b) entrevista com pessoas que têm experiência no assunto;
- c) análise de exemplos para melhor compreensão (GIL, 2002).

Há pesquisas definidas como descritiva, mas que somente serve como base, como uma nova visão do problema, o que mais se aproxima das pesquisas exploratórias (GIL, 2002).

Uma análise qualitativa é menos formal que a quantitativa. A análise depende da natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que ajudaram na pesquisa (GIL, 2002).

A pesquisa quantitativa envolve pesquisa entre os funcionários, nesse caso, através de questionários ou perguntas diretamente ao funcionário, deixando mais claro ao entrevistador do que se trata o trabalho a ser desenvolvido.

O levantamento de dados foi feito através da coleta dos tempos de cada operador. Nesse caso também se enquadra a questão da pesquisa do detalhamento do processo produtivo em estudo.

#### 3.2 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Gerhardt (2005) descreve o procedimento necessário para a coleta dos dados. Primeiramente, é essencial identificar a totalidade das tarefas realizadas pela linha de montagem, independente do modelo. Essa informação deve ser obtida através de entrevistas com o coordenador e operadores da linha de montagem analisada. As tarefas devem ser listadas e identificadas através de numeração, de

acordo com a sua ordem de execução na linha. Após esta identificação é possível iniciar a coleta dos tempos.

A entrevista, nada mais é que uma conversa intencional. Com o objetivo de obter informações necessárias para a realização de algum trabalho. Há alguns tipos de entrevistas, porém o trabalho foi realizado em torno de uma entrevista não estruturada. É caracterizada por deixar o entrevistado montar a própria resposta (MATTOS, 2005).

Uma entrevista não estrutura, o entrevistador propõe um tema, nesse caso a operação que o entrevistado realiza, e assim através de uma conversa é observado todas as tarefas que o mesmo realiza em um dia de trabalho.

A importância em saber quais as atividades que são realizadas no decorrer do dia é para ter noção de quanto tempo é gasto nessa realização, se o operador está com trabalhos a mais ou a menos, para assim poder ser corrigido.

Algumas variações nos tempos podem ser observadas no decorrer da coleta, mesmo que o operador trabalhe em ritmo normal. Essas variações podem resultar de diferenças na posição das peças, a cor da peça e algumas ferramentas utilizadas pelo operador.

Gerhardt (2005, p.79) destaca:

Leituras suspeitas devem ser analisadas, e sendo certificado de que sua ocorrência se deve a causas especiais esporádicas, devem ser descartadas da amostra. Além disso, é importante analisar possíveis particularidades na execução das tarefas, como o número de equipamentos disponíveis para a realização das mesmas, as quais possam influenciar no tempo de processamento obtido.

A coleta dos tempos é operacionalizada com o auxílio de planilha e cronômetro. Para Gerhardt (2005), a leitura no cronômetro deve ser repetitiva, ou seja, o observador começa a cronometrar no momento em que o operador inicia a sua tarefa de montagem e o finaliza no momento em que o operador termina a peça. Essa operação deve ser repetida para o número de observações necessárias ao estudo.

Para esse estudo optou-se por uma coleta inicial de 10 observações para cada operação de montagem. “A coleta dos tempos deve ser feita em segundos, de forma a facilitar a execução dos cálculos ao procedimento.” (GERHARDT, 2005, p. 80).



Por exemplo, coleta-se cinco tempos e divide-se por cinco. Tendo as médias formadas, torna-se mais fácil saber a média da operação e do operador. Para assim poder montar o balanceamento do processo produtivo.

### 3.3 BALANCEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO

O balanceamento pode ocorrer de outras maneiras: cálculo manual, cálculo com auxílio de programas de otimização ou programação computacional. Inicialmente o cálculo seria feito manualmente, pois era tratado como um caso onde a linha é bastante simples, ou seja, apresenta poucos modelos e poucas tarefas envolvidas em sua montagem. Porém, após os estudos simplificados que foram realizados, observou-se a necessidade de auxílio de um programa.

O programa foi desenvolvido no Excel baseando-se na metodologia proposta por balanceamento de linha, sabendo o tempo de ciclo e a quantidade de funcionários para assim ter o balanceamento da linha.

### 3.5 ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO

Para a elaboração do layout são necessárias algumas informações antes da implementação:

- 1) identificar o fluxo dos materiais e operações;
- 2) levantar a área necessária para cada posto de trabalho;
- 3) identificar o relacionamento entre os tipos de operações;
- 4) elaborar o arranjo físico.

A identificação do relacionamento entre os centro de trabalho, comumente usa-se o diagrama de relacionamento. Peinado e Graeml (2007, p. 218) explicam:

O diagrama de relacionamento é um método qualitativo para a análise de proximidade entre áreas, setores de produção ou departamentos. Indica ao grau de importância da proximidade entre um par de departamentos.

Esse diagrama de relacionamento ou Diagrama de Fluxo de Processo mostra as distâncias percorridas para o desenvolvimento das atividades com sua respectiva duração. O Diagrama de Fluxo de Processos utilizado está representado no quadro 2.

DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO				
<i>Produto:</i>				
Nº	Descrição da atividade	Duração	Tipo de atividade	Distância percorrida
1			○ ⇒ D □ ▽	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

**Quadro 2 - Diagrama de fluxo de processo**

**Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007, p. 220-221).**

As atividades utilizadas no diagrama são análise ou operação, transportar, espera, inspeção e armazenar. As mesmas devem estar presentes no diagrama especificando o tipo de atividade que é executada, seguida da descrição da atividade.

Atividade	Descrição
○	Análise ou operação
⇒	Transportar
D	Espera
□	Inspeção
▽	Armazenar

**Quadro 3 - Simbologia utilizada no diagrama de fluxo de processo**

**Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007, p. 151-152).**

O arranjo físico por processo une em uma mesma área, todos os processos e equipamentos do mesmo tipo e função. Os materiais e produtos se deslocam procurando os diferentes processos de cada área necessária (PEINADO; GRAEML,

2007). Os autores explicam a necessidade do levantamento da área física para cada centro de trabalho:

O levantamento da necessidade de área física também é fundamental para a elaboração de um bom arranjo físico. Devido às particularidades de cada processo, máquinas, forma de trabalho e configuração da planta previamente construída, o cálculo e a divisão das áreas tornam certos níveis de detalhe específicos para cada caso. (p. 216).

O cálculo das áreas necessárias costuma ser feito da seguinte forma:

- 1) aresta viva: lado em que o operador opera a máquina;
- 2) área projetada: é a área correspondente à máquina ou equipamento vista de cima;
- 3) área de operação: área necessária para que o trabalhador possa operar o equipamento de forma segura e eficiente. Peinado e Graeml (2007, p. 217) ressaltam:

A superfície de operação é calculada utilizando-se 100% das dimensões de cada aresta viva da máquina multiplicada pela metade da aresta não viva ou considerando-se uma faixa mínima de 0,5 m, quando o comprimento da aresta não viva for pequeno demais e uma faixa máxima de 2 metros, quando a dimensão da aresta não viva for grande demais.

- 4) Área de circulação: área de circulação de produtos, pessoas e materiais;
- 5) Corredor de passagem: circulação comum de pessoas, materiais e veículos que não fazem parte da produção.

O Sistema Toyota de Produção abrange sete tipos de perdas, na qual um nomeado desperdício por transporte, diz que a solução para a eliminação ou diminuição da perda é a organização do layout.

Para Shingo (1996), os movimentos que os operadores realizam são classificados em operação e perda. A perda é qualquer atividade que não contribui para as operações. Falcão (2001) complementa, perda é toda atividade que gera custos e não agrega valor ao produto e, portanto, deve ser eliminada.

Como em todo estudo são observados vantagens e desvantagens, no arranjo físico por processo as vantagens encontradas são: (a) grande flexibilidade para atender a mudanças de mercado; (b) bom nível de motivação; (c) atende a produtos diversificados em quantidades variáveis ao mesmo tempo; (d) menos

investimento para instalação do parque industrial; (e) maior margem do produto (PEINADO; GRAEML, 2007).

As desvantagens são: (a) apresenta um fluxo longo dentro da fábrica; (b) diluição menor de custo fixo em função de menor expectativa de produção; (c) dificuldade de balanceamento; (d) exige mão-de-obra qualificada; (e) maior necessidade de preparo e setup de máquinas (PEINADO; GRAEML, 2007).

Para construção do layout as medições serão necessárias entre os equipamentos. É imprescindível o estudo, pois será nesse momento, através do desenho dos percursos, que se observarão os caminhos percorridos pelos operários.

No processo de produção ocorre muito o transporte de materiais, seja de matéria-prima, produtos semiacabados, produtos acabados, operadores, carrinhos transportadores de materiais, entre outros. O fluxo, muitas vezes, acaba atrapalhando a produção, gerando perdas.

Shingo (1996, p. 59) diz que o transporte dos materiais não agrega valor e que a maioria das empresas adota melhorias no processo produtivo, como:

A maioria das pessoas tenta melhorar o transporte, utilizando empilhadeiras, correias transportadoras, calhas de transporte e outros, o que na verdade melhora apenas o trabalho de transporte. A meta consiste em aumentar a eficiência da produção, o que é conseguido com o aprimoramento do layout dos processos.

A perda por transporte não agrega valor, mas pode acarretar outras desvantagens na produção, seja ela na demora da produção ou até mesmo algum tipo de acidente entre os operadores.

Para um estudo complementar do desperdício gerado por transporte, o estudo do layout da unidade de produção é imprescindível. Ou seja, há a possibilidade de analisar onde está acontecendo as perdas ou gargalos na produção.

Na opinião de Shingo (1996, p. 71): “Lotes de transporte de peças unitárias acarretam um incremento na operação de transporte de processo ao próximo, problema esse resolvido através de melhoria no layout.”. A organização do layout torna-se importante, pois não somente poderá melhorar o transporte de materiais, como também, através da organização, aumentar a produtividade.

## 4 INDÚSTRIA EM ESTUDO

### 4.1 INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO

A indústria em estudo, localizada em Santa Helena, Paraná, na região Oeste, atua no ramo de confecção de vestuário masculino desde 2005. Possui uma área fabril total de aproximadamente 2051,50 m<sup>2</sup>. O nome fantasia, Fatiota, ou também conhecida como Corte Fino confecciona blazers, jaquetas, calças, paletós, coletes, smokins e sobretudos destinadas ao público masculino. Todos desenvolvidos por uma estilista do Uruguai.

No momento a empresa conta com aproximadamente 140 funcionários, subdivididos responsáveis pela costura, responsáveis pela passadoria, responsáveis pelo corte, auxiliares na produção (dividido em: distribuidor da produção e expedição de mercadoria), encarregados de serviços gerais (caldeira e zeladores), encarregadas da produção e no setor administrativo. A indústria possui 66 máquinas de costura e 25 máquinas de passadoria.

Hoje, a Fatiota possui 22 representantes, junto com eles está o mostruário dos produtos e através deles que é realizado o pedido. A venda dos produtos está quase em todo Brasil, vendendo para 16 estados. E o transporte é terceirizado, o frete é pago pela empresa, valor este que já está incluso no custo.

O foco do estudo está voltado na produção de paletós. O produto é diferenciado pelo: modelo, tecido, cor e tamanho, porém existem algumas particularidades como: tipo de forro, etiqueta da marca (Fatiota ou Corte Fino), médio, curto ou longo (de acordo com a altura do cliente) e “drop calça” (diferença de numeração entre a calça e o paletó).

A indústria somente trabalha por encomendas, ou seja, a produção é puxada. A produção começa no setor de corte do tecido, na qual o setor é movimentado conforme os pedidos vão sendo liberados e separados por número de lotes.

A produção diária é de 160 a 180 peças/dia. Porém, por motivos que uma indústria de confecção exige muito a mão-de-obra artesanal, então torna-se difícil a exigência dos operadores. A meta que a produção exige é de 200 a 210 peças/dia, mas a encarregada de produção relatou que houve muita troca de funcionários esse

ano (2013) e por esse motivo a produção caiu. Já no ano passado entre setembro a dezembro a meta foi suprida e atingiu a produção de 200 peças/dia.

Nesse caso, como a troca de funcionários é grande e também a falta ainda não foi solucionada, cabe ao estudo considerar isso como um gargalo. No entanto, a rotatividade de funcionários é utilizada, assim com a falta de um funcionário, há possibilidade de continuar o processo produtivo. Mas quando tira um funcionário de um posto de trabalho para coloca-lo em outro sempre ocasionará uma falta.

## 4.2 PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO

A etapa do planejamento deve-se tomar muito cuidado com o que realmente se deseja produzir, para que o objetivo seja realmente alcançado (PRADO, 2010). Desta maneira, definiu-se a proposta do trabalho que é a análise de perdas por transporte pelo Sistema Toyota de Produção na indústria de confecções de ternos, analisando desse modo o tempo que os operadores levam para executar os processos produtivos.

Para propor qualquer melhoria é fundamental que se tenha conhecimento do sistema atual, para assim ter certeza que o modelo proposto de melhoria seja sustentado e futuramente aplicado.

Normalmente, para a obtenção de dados enfrentam-se duas situações: a existência ou a possibilidade de obtenção de dados e a não existência ou impossibilidade de obtenção dos dados (FREITAS, 2008). Neste caso, foi possível a obtenção de dados e acessibilidade de observações do sistema em estudo.

Para a construção de um arranjo físico novo, o estudo do fluxograma do processo produtivo juntamente com o estudo de tempos torna-se mais fácil a organização correta dos equipamentos e assim possibilita a obtenção de um balanceamento da linha produtiva.

## 4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O primeiro passo do projeto foi identificar as principais operações da confecção. Para isso, fez-se uma busca das operações que estavam sendo realizadas durante um período de aproximadamente quatro meses. Nesse período

da pesquisa estava sendo realizada a confecção de paletós e calças, como é observado todos os dias.

O processo de produção de paletós será descrito em forma de fluxograma. Para Shingo (1996, p. 259) “atividades de produção são redes de processos e operações.”. Ou seja, é definir o caminho que ocorre a transformação em produtos.

Prates (2010, p. 27) ressalta que:

Para fazer o mapeamento do processo é necessário seguir o fluxo de produção, observando suas peculiaridades, as agregações que cada operação contribui bem como o tempo em que o produto permanece em cada uma delas.

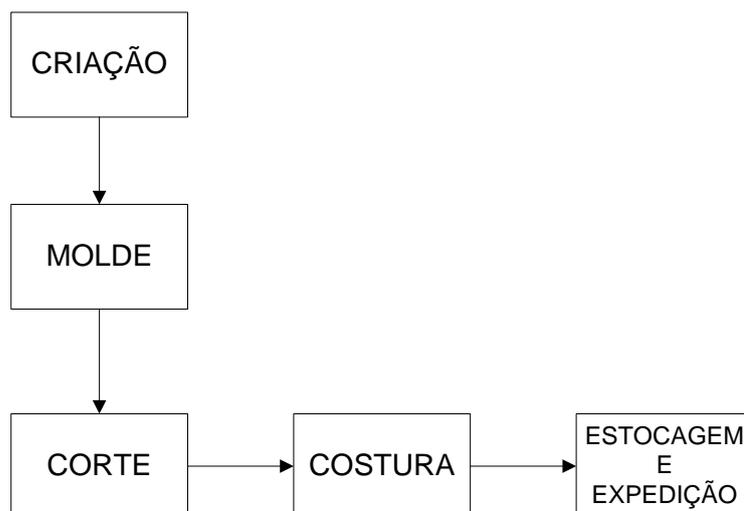
O quadro 4 mostra as simbologias utilizadas para a elaboração do fluxograma do processo produtivo de ternos.

Atividade	Descrição
	Processo
	Início/Fim
	Preparação

**Quadro 4 - Simbologia utilizada para a construção do fluxograma do processo produtivo**

**Fonte: Autoria própria.**

O fluxograma do processo produtivo de terno pode ser resumido de acordo com a figura 2:

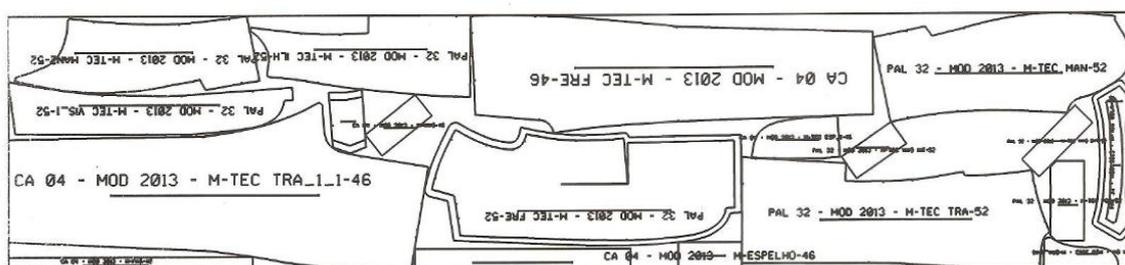


**Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo resumido**

**Fonte: MEDEIROS (2011)**

A primeira etapa é a criação dos modelos de uma coleção. Os produtos correspondem às tendências da moda. A criação dos modelos é mediante aos conceitos e expectativas do mercado consumidor, centradas no perfil da empresa e na sua linha de produção.

O processo de moldagem é a fase de confecção de matrizes que servirão de guia para a operação de corte. As matrizes representam todas as partes que compõem o modelo criado. A figura 3 mostra um modelo de moldes utilizado, gerado pelo programa Audaces.



**Figura 3 - Moldes utilizados nos cortes**

**Fonte: Fatiota (2013)**

O setor de corte é responsável pela execução do corte no tecido, que é dividido em quatro etapas:

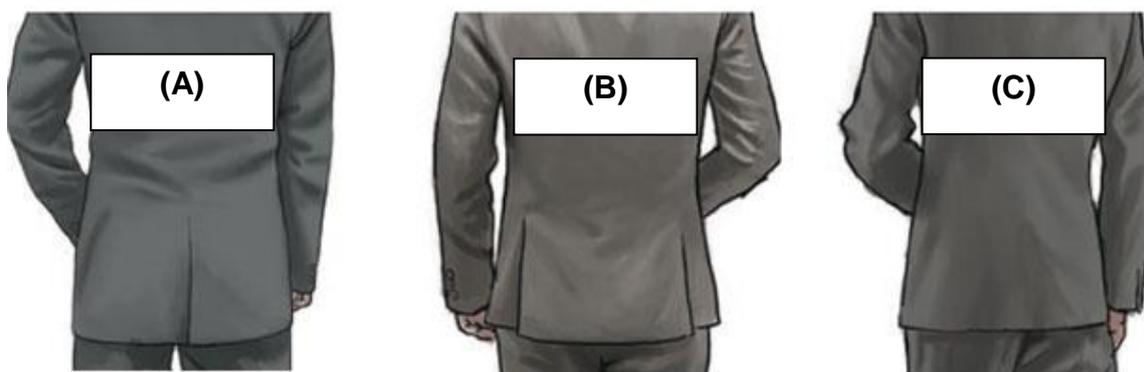
- 1) Enfesto: é a fase em que se coloca uma ou várias camadas de tecido sobre a mesa;

- 2) Risco: refere-se ao trabalho do cortador em encaixar os moldes no tecido enfestado sobre a mesa de corte;
- 3) Corte: com auxílio de um equipamento cortante, corresponde a ação de separar as peças umas das outras no tecido enfestado;
- 4) Codificação: é a etapa em que se identificam as peças cortadas conforme a cor do tecido, modelo e tamanho, para posteriormente orientar o setor de costura.

No setor de costura é a etapa em que as peças cortadas vão dando forma aos produtos. No setor de estocagem é o momento de acabamento e avaliação de qualidade do produto que posteriormente passará para setor de expedição, momento esse em que será levado ao consumidor.

O estudo focou no paletó de duas aberturas, as aberturas, que são encontradas nas costas do paletó devem estar alinhadas e bem costuradas para que não seja observado defeito, pois a abertura deve estar levemente disfarçada.

Esse produto caracteriza-se por possuir duas aberturas ou fendas, como pode também ser conhecido, nas costas do paletó. Os paletós podem possuir uma (A), duas (B) ou nenhuma (B) abertura, a figura 4 representa como são as aberturas.



**Figura 4 - Representação das aberturas da parte de trás do paletó**

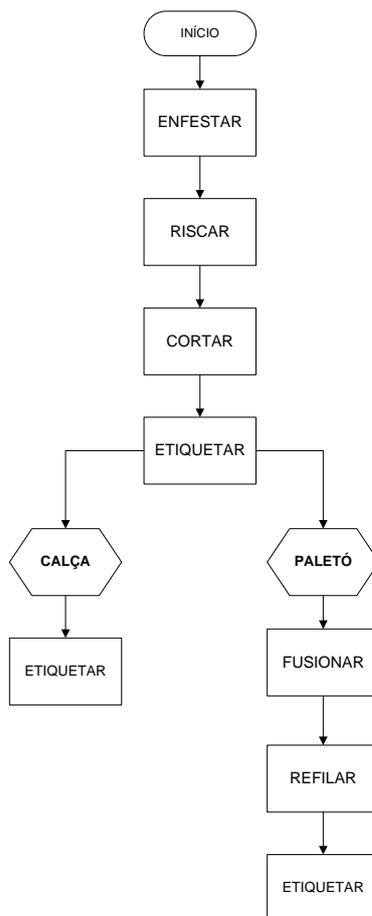
Fonte: Club Alfa (2013).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho foi realizado entre os meses de Março à Julho de 2013 na indústria de confecção de ternos, seguindo a metodologia proposta. Ghinato (2000) diz que o Sistema Toyota de Produção deve eliminar qualquer tipo de atividade que gere perda, então há necessidade que seja feita análise de cada parte do processo produtivo. Assim, o primeiro passo foi o desenvolvimento de um fluxograma do processo, para melhor entendimento do fluxo das peças e das operações.

Peinado e Graeml (2007, p. 216) definem fluxograma como: “é uma forma gráfica de descrever a sequência de operações de um processo”. Peinado e Graeml (2007, p.150) confirmam: “O fluxograma permite rápida visualização e entendimento”. Por esse motivo houve a escolha para demonstrar o processo produtivo.

Entre todas as opções de produtos confeccionados pela Fatiota, o trabalho se desenvolveu apenas em um produto, o paletó de duas aberturas. A confecção dessa peça é similar a todos os outros produtos, com poucas operações diferentes. A confecção inicia-se pelo corte e segue por suas atividades até o processo de costura, a figura 5 mostra o fluxograma do processo produtivo inicial.



**Figura 5 - Fluxograma do processo inicial de confecção**

**Fonte: Autoria própria.**

Após a execução da etapa de corte, como descrito anteriormente, enfestar, riscar, cortar e etiquetar (codificar), as peças são mandadas para cada setor. A confecção de paletós passa por mais três processos antes de iniciar a costura que é fusionar o tecido, ou seja, o tecido externo, também conhecido como capa externa, recebe mais três camadas de tecidos, malha (utilizada como base para entretela), entretela (possui pontos colantes, que quando são passados por altas temperaturas, através de prensas, liberam a resina colante e unem os demais tecidos envolvidos) e não-tecido (para deixar uma camada “fofa” no peito do paletó), e então esses tecidos passam por uma prensa (FUSIONA) que cola os materiais formando uma única peça. Então, novamente são refilados. Após o processo inicial as peças são encaminhadas para o setor de costura.

O processo produtivo de um paletó possui algumas precedências nas suas operações. Ou seja, são necessárias estar finalizados certos processos para que a

operação seguinte seja realizada, característica essa observada em arranjo físico por processo, que podem ser visualizados na figura 6

Para a montagem do fluxograma, primeiramente, realizou-se uma entrevista com a encarregada da produção de paletós, na qual ela descreveu cada processo de forma resumida. Posteriormente, observou-se todas as atividades, acompanhando a produção, que devem ser realizadas para a confecção do paletó e então montou-se o fluxograma para melhor entendimento do processo.

A figura 6 mostra o fluxograma do processo produtivo de paletó de duas aberturas.

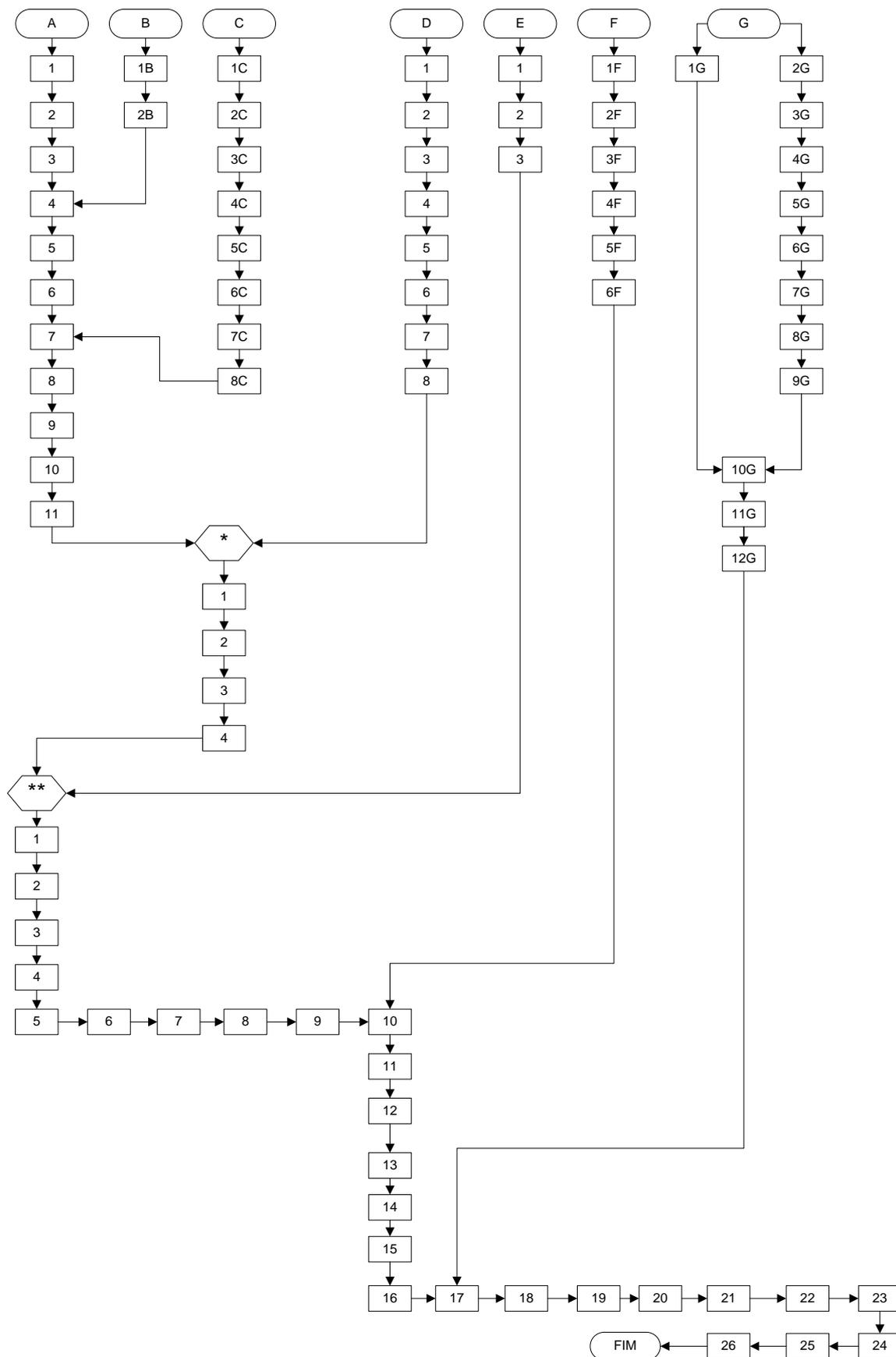


Figura 6 - Fluxograma do processo produtivo detalhado do paletó

Fonte: Autoria própria.

Através do fluxograma apresentado é possível identificar as precedências dos processos. O processo inicia-se em sete etapas, essas etapas devem estar prontas para que o fluxo ocorra sem gargalos.

Para melhor entendimento, o quadro 5, descreve cada etapa do processo, para melhor entendimento usou-se os mesmos números da tabela no fluxograma da figura 6.

Operação	Descrição
<b>A</b>	<b>FRENTE</b>
1	Unir frente e ilhargá e fazer pinchau
2	Abrir costura e colante para bolso
3	Marcar bolsos e lapela
<b>B</b>	<b>BOLSO DA VISTA</b>
1B	Preparar bolso
2B	Passar
4	Pregar bolsinho na vista
5	Passar
6	Fechar forro do bolsinho
<b>C</b>	<b>PORTINHOLA</b>
1C	Marcar
2C	Costurar
3C	Passar
4C	Fechar
5C	Passar todas
7	Fazer bolso com a portinhola
8	Passar
9	Fazer forro do bolso
10	Colar reforço (passar)
11	Passar reforço
<b>D</b>	<b>FORRO-FRENTE</b>
1	Unir frente, ilhargá e vista
2	Passar
3	Ponto picado
4	Passar e colar colantinho
5	Fazer bolso
6	Passar
7	Colocar forro e pregar etiquetas
8	Marcar frente
*	<b>MONTAGEM DA FRENTE</b>
1	Unir par: frente e forro
2	Refilar frente

3	Organizar as frentes
4	Passar
<b>E</b>	<b>COSTAS</b>
1	Unir costas
2	Unir forro
3	Passar costas
4	Passar forro
**	<b>MONTAGEM DO CASACO</b>
1	Procurar frente e costas
2	Unir frente e costas pelo ombro
3	Abrir costura no ombro
4	Fazer cava
5	Dobrar e achar forro
6	Unir laterais e forro
7	Passar (abrir costura e depois passar barra)
8	Fechar as duas aberturas
9	Fechar barra e prender forro
<b>F</b>	<b>GOLA</b>
1F	Costurar Banana
2F	Unir feltro
3F	Passar
4F	Fazer barrinha
5F	Desvirar
6F	Passar
10	Tirar etiquetas, desvirar e achar gola
11	Pregar ponta da gola
12	Costurar gola (zigue)
13	Passar
14	Fechar gola com forro e pespontar
15	Passar
16	Revisar (1°)
<b>G</b>	<b>MANGA</b>
1G	Costura forro e fecha
2G	Marcar barra
3G	Costura manga e faz barra
4G	Abrir costura e passa barra
5G	Fazer costurinha
6G	Marcar botão
7G	Pregar botão
8G	Fechar manga
9G	Passar (abrir costura)
10G	Achar par: tecido e forro
11G	Ensacar manga e abrir costurinha

<b>12G</b>	Passar
<b>17</b>	Achar manga e casaco
<b>18</b>	Pregar manga no casaco
<b>19</b>	Pregar ombreira e choriço
<b>20</b>	Finalizar manga (ensacar manga)
<b>21</b>	Finalizar paletó
<b>22</b>	Revisar (2°)
<b>23</b>	Marcar casinha
<b>24</b>	Casear
<b>25</b>	Marcar botão
<b>26</b>	Pregar botão

**Quadro 5 - Descrição das atividades realizadas utilizadas no fluxograma**

Fonte: Autoria própria.

A figura 7 mostra fotos tiradas do processo produtivo de confecção de paletós. Na figura é possível observar a boa iluminação do local, são disponibilizados corredores de acesso, porém o local está pequeno para a grande quantidade de máquinas existentes. Uma questão importante e que favorece a produção é que as máquinas estão voltadas para a mesma direção, pois nesse caso o índice de conversa entre os funcionários não é alto.



**Figura 7 - Processo produtivo**

Fonte: Autoria própria.

A figura 7 mostra a distribuição dos maquinários, a primeira impressão é por se tratar de um processo em linha, porém, os postos de trabalhos estão dispostos pelo meio da produção. Para Moreira (2001), sempre haverá preocupações em montar um arranjo físico para uma indústria, pois necessitará tornar mais fácil o fluxo de pessoas e materiais por meio do fluxo.

Atualmente os postos de trabalho encontram-se afastados, necessitando percorrer grandes distâncias. Há necessidade de agrupar esses postos de trabalho, para que diminua a perda causada pelo transporte. Diedrich (2002) complementa que as perdas por transporte podem ser minimizadas ou até mesmo eliminadas com a organização correta do arranjo físico, seguindo o fluxo correto do produto proposto.

Para organizar de forma mais adequada o novo layout efetuou-se alguns cálculos para o balanceamento da linha, para assim poder observar os gargalos que estavam ocorrendo no processo produtivo e também para determinar outras tarefas para os operários que apresentavam ociosidade.

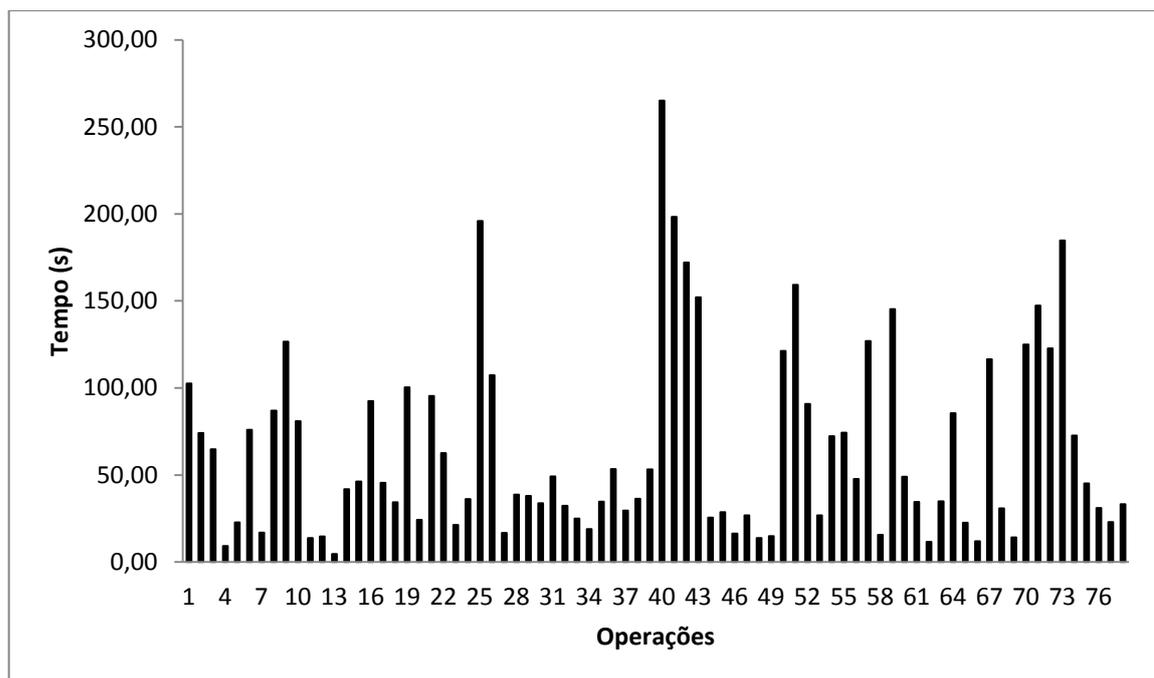
Para Américo et al. (2005), balancear uma linha está ligada em nivelar os tempos das atividades que lá ocorrem com o tempo padrão, que é uma ferramenta que não pode ser dispensada. Pois através dessa ferramenta é possível saber a quantidade de funcionários que a linha ou operação necessita.

Balancear uma linha produtiva não é uma tarefa fácil, pois envolve cálculos precisos, e não pode ser levado em conta erros nesses cálculos. Os tempos devem ser precisos para que não tenha erros nos resultados esperados.

A cada tempo coletado zerou-se o cronômetro para uma nova observação. A quantidade dos tempos tornou-se satisfatória quando os tempos apresentaram valores parecidos, porém em alguns casos notou-se algumas variações, mas isto se deve à comodidade do operário ao ser cronometrado. Para a coleta dos tempos usou-se a metodologia proposta por Barnes (1977), na leitura dos tempos utilizou-se uma leitura repetitiva, na qual diz que o cronômetro deve ser zerado a cada tomada de tempo. A coleta dos tempos é necessária, principalmente, quando há necessidade do registro da sequência das operações no local de trabalho (BARNES, 1977).

Alguns operários tem a velocidade de execução da tarefa alta, porém isto foi observado na minoria. Observou-se que a maioria tem a velocidade de execução normal, mas poderiam melhorá-las, já em outros casos a velocidade é considerada lenta, afetando a operação seguinte e as anteriores se as mesmas forem consideradas normais.

A figura 8 mostra a variação dos tempos das operações, logo abaixo encontra-se a tabela 4 que mostra as operações e seus respectivos tempos de execução.



**Figura 8 - Relação dos tempos e operações realizadas do processo produtivo**

**Fonte: Autoria própria.**

Observa-se a grande variação nos tempos, sendo os valores demonstrados na tabela 4. Essa variação se deve, principalmente, ao tipo de tarefa a ser realizada, porém outra causa na grande variedade nos tempos, é a determinação do funcionário em cumprir a tarefa. A velocidade com que a tarefa é executada, nesse momento, é imprescindível.

**Tabela 1 - Descrição das operações e seus respectivos tempos coletados**

(continua)

<b>Item</b>	<b>Operação</b>	<b>Tempo (s)</b>
1	Unir frente e ilharga e fazer pinchau	102,60
2	Abrir costura e colante para bolso	74,14
3	Marcar bolsos e lapela	64,72
4	Preparar bolso	9,27
5	Passar	22,73
6	Pregar bolsinho na vista	75,89
7	Passar	16,94
8	Fechar forro do bolsinho	87,04
9	Marcar	126,62
10	Costurar	80,96
11	Passar	13,72
12	Fechar	14,64
13	Passar todas	4,70
14	Fazer bolso com a portinhola	41,82
15	Passar	46,32
16	Fazer forro do bolso	92,56
17	Colar reforço (passar)	45,46
18	Passar reforço	34,32
19	Unir frente, ilharga e vista	100,42
20	Passar	24,32
21	Ponto picado	95,48
22	Passar e colar colantinho	62,57
23	Fazer bolso	21,28
24	Passar	36,22
25	Colocar forro e pregar etiquetas	195,96
26	Marcar frente	107,38
27	Unir par: frente e forro	16,74
28	Refilar frente	38,68
29	Organizar as frentes	38,04
30	Passar	33,83
31	Unir costas	49,12
32	Unir forro	32,37
33	Passar costas	25,04
34	Passar forro	18,89
35	Procurar frente e costas	34,68
36	Unir frente e costas pelo ombro	53,42
37	Abrir costura no ombro	29,53
38	Fazer cava	36,45
39	Dobrar e achar forro	53,23
40	Unir laterais e forro	265,09
41	Passar (abrir costura e depois passar barra)	198,35
42	Fechar as duas aberturas	172,07
43	Fechar barra e prender forro	152,16
44	Costurar Banana	25,48
45	Unir feltro	28,63
46	Passar	16,46
47	Fazer barrinha	26,87
48	Desvirar	13,80
49	Passar	14,94

Tabela 2 - Descrição das operações e seus respectivos tempos coletados

		(conclusão)
Item	Operação	Tempo (s)
50	Tirar etiquetas, desvirar e achar gola	121,36
51	Pregar ponta da gola	159,18
52	Costurar gola (zigue)	90,85
53	Passar	26,88
54	Fechar gola com forro e pespontar	72,25
55	Passar	74,41
56	Revisar (1°)	47,82
57	Costura forro e fecha	126,88
58	Marcar barra	15,72
59	Costura manga e faz barra	145,24
60	Abrir costura e passa barra	48,96
61	Fazer costurinha	34,58
62	Marcar botão	11,56
63	Pregar botão	34,88
64	Fechar manga	85,50
65	Passar (abrir costura)	22,66
66	Achar par: tecido e forro	11,90
67	Ensacar manga e abrir costurinha	116,58
68	Passar	30,86
69	Achar manga e casaco	14,24
70	Pregar manga no casaco	124,89
71	Pregar ombreira e choriço	147,35
72	Finalizar manga (ensacar manga)	122,72
73	Finalizar paletó	184,66
74	Revisar (2°)	72,70
75	Marcar casinha	45,22
76	Casear	31,02
77	Marcar botão	23,02
78	Pregar botão	33,31

Fonte: Autoria própria.

Esses tempos cronometrados foram convertidos em padrões de mão-de-obra, como descrito na literatura de Rocha (1986). Os tempos coletados dos operários passaram a ser considerados tempos de operação usados para o balanceamento.

A maioria dos tempos das operações são realizados em segundos, considerados rápidos, mas observa-se na tabela 1 a partir do item 40, em que o paletó começa a tomar forma, as operações tornam-se mais longas, pois há dificuldade no manuseio da peça e conseqüentemente há aumento no tempo da operação. Antes de iniciar os cálculos de balanceamento foi construído um diagrama de precedência para deixar mais claro as atividades predecessoras. Sendo o diagrama de precedência um item importante para a construção do balanceamento

(PEINADO e GRAEML, 2007). Porém, antes da construção do diagrama há necessidade da construção de uma tabela em que estão identificadas as atividades predecessoras.

<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Precedência</b>
1	Unir frente e ilhargá e fazer pinchau	-
2	Abrir costura e colante para bolso	1
3	Marcar bolsos e lapela	2
4	Preparar bolso	-
5	Passar	4
6	Pregar bolsinho na vista	3, 5
7	Passar	6
8	Fechar forro do bolsinho	7
9	Marcar	-
10	Costurar	9
11	Passar	10
12	Fechar	11
13	Passar todas	12
14	Fazer bolso com a portinhola	8, 13
15	Passar	14
16	Fazer forro do bolso	15
17	Colar reforço (passar)	16
18	Passar reforço	17
19	Unir frente, ilhargá e vista	-
20	Passar	19
21	Ponto picado	20
22	Passar e colar colantinho	21
23	Fazer bolso	22
24	Passar	23
25	Colocar forro e pregar etiquetas	24
26	Marcar frente	25
27	Unir par: frente e forro	18, 26
28	Refilar frente	27
29	Organizar as frentes	28
30	Passar	29
31	Unir costas	-
32	Unir forro	-
33	Passar costas	31
34	Passar forro	32
35	Procurar frente e costas	30, 33/34
36	Unir frente e costas pelo ombro	35
37	Abrir costura no ombro	36

38	Fazer cava	37
39	Dobrar e achar forro	38
40	Unir laterais e forro	39
41	Passar (abrir costura e depois passar barra)	40
42	Fechar as duas aberturas	41
43	Fechar barra e prender forro	42
44	Costurar Banana	-
45	Unir feltro	44
46	Passar	45
47	Fazer barrinha	46
48	Desvirar	47
49	Passar	48
50	Tirar etiquetas, desvirar e achar gola	43, 49
51	Pregar ponta da gola	50
52	Costurar gola (zigue)	51
53	Passar	52
54	Fechar gola com forro e pespontar	53
55	Passar	54
56	Revisar (1°)	55
57	Costura forro e fecha	-
58	Marcar barra	-
59	Costura manga e faz barra	58
60	Abrir costura e passa barra	59
61	Fazer costurinha	60
62	Marcar botão	61
63	Pregar botão	62
64	Fechar manga	63
65	Passar (abrir costura)	64
66	Achar par: tecido e forro	57, 65
67	Ensacar manga e abrir costurinha	66
68	Passar	67
69	Achar manga e casaco	56, 68
70	Pregar manga no casaco	69
71	Pregar ombreira e choriço	70
72	Finalizar manga (ensacar manga)	71
73	Finalizar paletó	72
74	Revisar (2°)	73
75	Marcar casinha	74
76	Casear	75
77	Marcar botão	76
78	Pregar botão	77

**Quadro 6 – Descrição das precedências para o diagrama de precedência**

Fonte: Autoria própria.

Dado o número de operações e suas tarefas associadas, o tempo de execução de cada tarefa e as suas relações de precedência monta-se o diagrama. Gerhardt (2005) nos diz que para a realização de um balanceamento de uma linha de montagem deve-se primeiramente montar um diagrama de precedência para que seja compreendido as tarefas que estão sendo executadas com seus respectivos tempos e as relações de precedência.

É importante salientar que o diagrama de precedência mostra as tarefas que se iniciam e suas precedentes, “nenhuma tarefa pode ser iniciada até que as suas tarefas precedentes sejam realizadas” (GERHARDT, 2005, p. 35). A figura 9 demonstra o diagrama de precedência de um paletó.

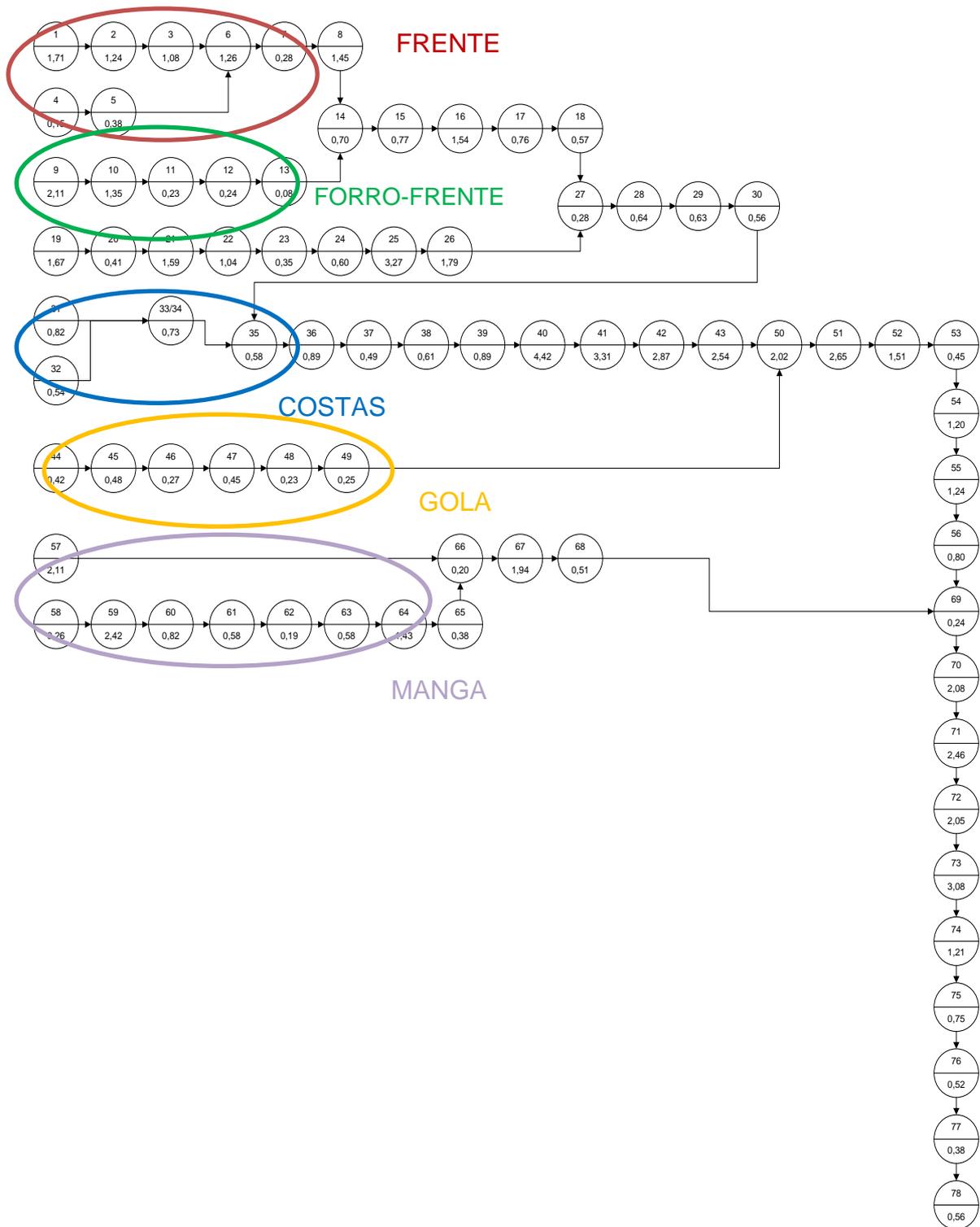


Figura 9 - Diagrama de precedência do processo de confecção do paletó

Fonte: Autoria própria.

Para o balanceamento da linha de produção do paletó desenvolveu-se uma planilha de cálculos no Excel. Na planilha tem o tempo de trabalho (dado em minutos) e também a quantidade de peças que se deseja produzir. E a quantidade de funcionários necessária para a montagem do layout novo.

Peinado e Graeml (2007) citam alguns procedimentos que devem ser seguidos para a construção de um balanceamento, um deles é determinar o tempo padrão, através da cronoanálise. Através do tempo padrão é possível saber o tempo necessário a confecção de uma peça, é esse tempo que vai determinar a quantidade de funcionários necessária para a realização das operações. Definir o número mínimo de estações de trabalho, ou a quantidade de funcionários que é o que a tabela 6 a seguir demonstra.

Posteriormente o balanceamento deve-se atribuir as tarefas às estações de trabalho seguindo a ordem de montagem, ou seja, seguindo o diagrama de precedência.

Para o cálculo do balanceamento usou-se a quantidade de funcionários necessária para cada operação, que ao fim da tabela observa-se a quantidade final de funcionários que é preciso para cada estação. As estações definidas foram as peças que devem estar prontas para que ocorra a montagem do paletó, assim criou-se: frente, bolso da vista, portinhola, forro da frente, montagem da frente, costas, montagem do casaco, gola e manga.

Os cálculos do balanceamento iniciaram-se com 200 peças/dia em 518 minutos trabalhados (4 horas e 48 minutos) que é o tempo de trabalho normal dos funcionários. Os resultados esperados podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 - Balanceamento da linha de produção de paletós

(continua)

Operação	Tempo (s)	Tempo da operação (min)	Tempo de trabalho (min)	Quantidade para produzir	Tempo de Ciclo (min/pç)	Quantidade Funcionários
			518	200	2,59	
<b>FRENTE</b>						
Unir frente e ilharga e fazer pinchau	102,60	1,71				0,66
Abrir costura e colante para bolso	74,14	1,24				0,48
Marcar bolsos e lapela	64,72	1,08				0,42
Pregar bolsinho na vista	75,89	1,26				0,49
Passar	16,94	0,28				0,11
Fechar forro do bolsinho	87,04	1,45				0,56
Fazer bolso com a portinhola	41,82	0,70				0,27
Passar	46,32	0,77				0,30
Fazer forro do bolso	92,56	1,54				0,60
Colar reforço (passar)	45,46	0,76				0,29
Passar reforço	34,32	0,57				0,22
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>681,81</b>	<b>11,36</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>4,39</b>
<b>BOLSO DA VISTA</b>						
Preparar bolso	9,27	0,15				0,06
Passar	22,73	0,38				0,15
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>32,00</b>	<b>0,53</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>0,21</b>
<b>PORTINHOLA</b>						
Marcar	126,62	2,11				0,81
Costurar	80,96	1,35				0,52
Passar	13,72	0,23				0,09
Fechar	14,64	0,24				0,09
Passar todas	4,70	0,08				0,03
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>240,64</b>	<b>4,01</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>1,55</b>
<b>FORRO-FRENTE</b>						
Unir frente, ilharga e vista	100,42	1,67				0,65
Passar	24,32	0,41				0,16
Ponto picado	95,48	1,59				0,61
Passar e colar colantinho	62,57	1,04				0,40
Fazer bolso	21,28	0,35				0,14
Passar	36,22	0,60				0,23
Colocar forro e pregar etiquetas	195,96	3,27				1,26
Marcar frente	107,38	1,79				0,69
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>643,63</b>	<b>10,73</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>4,14</b>
<b>MONTAGEM DA FRENTE</b>						
Unir par: frente e forro	16,74	0,28				0,11
Refilar frente	38,68	0,64				0,25
Organizar as frentes	38,04	0,63				0,24
Passar	33,83	0,56				0,22
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>127,29</b>	<b>2,12</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>0,82</b>

Tabela 3 – Balanceamento da linha de produção de paletós

(continua)

Operação	Tempo (s)	Tempo da operação (min)	Tempo de trabalho (min)	Quantidade para produzir	Tempo de Ciclo (min/pg)	Quantidade Funcionários
			518	200	2,59	
<b>COSTAS</b>						
Unir costas	49,12	0,82				0,32
Unir forro	32,37	0,54				0,21
Passar costas	25,04	0,42				0,16
Passar forro	18,89	0,31				0,12
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>125,42</b>	<b>2,09</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>0,81</b>
<b>MONTAGEM DO CASACO</b>						
Procurar frente e costas	34,68	0,58				0,22
Unir frente e costas pelo ombro	53,42	0,89				0,34
Abrir costura no ombro	29,53	0,49				0,19
Fazer cava	36,45	0,61				0,23
Dobrar e achar forro	53,23	0,89				0,34
Unir laterais e forro	265,09	4,42				1,71
Passar (abrir costura e depois passar barra)	198,35	3,31				1,28
Fechar as duas aberturas	172,07	2,87				1,11
Fechar barra e prender forro	152,16	2,54				0,98
Tirar etiquetas, desvirar e achar gola	121,36	2,02				0,78
Pregar ponta da gola	159,18	2,65				1,02
Costurar gola (zigue)	90,85	1,51				0,58
Passar	26,88	0,45				0,17
Fechar gola com forro e pespontar	72,25	1,20				0,46
Passar	74,41	1,24				0,48
Revisar (1º)	47,82	0,80				0,31
Achar manga e casaco	14,24	0,24				0,09
Pregar manga no casaco	124,89	2,08				0,80
Progar ombreira e choriço	147,35	2,46				0,95
Finalizar manga (ensacar manga)	122,72	2,05				0,79
Finalizar paletó	184,66	3,08				1,19
Revisar (2º)	72,70	1,21				0,47
Marcar casinha	45,22	0,75				0,29
Casear	31,02	0,52				0,20
Marcar botão	23,02	0,38				0,15
Pregar botão	33,31	0,56				0,21
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>2386,86</b>	<b>39,78</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>15,36</b>
<b>GOLA</b>						
Costurar Banana	25,48	0,42				0,16
Unir feltro	28,63	0,48				0,18
Passar	16,46	0,27				0,11
Fazer barrinha	26,87	0,45				0,17
Desvirar	13,80	0,23				0,09

Tabela 3 – Balanceamento da linha de produção de paletós

(conclusão)

Operação	Tempo (s)	Tempo da operação (min)	Tempo de trabalho (min)	Quantidade para produzir	Tempo de Ciclo (min/pç)	Quantidade Funcionários
			518	200	2,59	
Passar	14,94	0,25				0,10
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>126,18</b>	<b>2,10</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>0,81</b>
<b>MANGA</b>						
Costura forro e fecha	126,88	2,11				0,82
Marcar barra	15,72	0,26				0,10
Costura manga e faz barra	145,24	2,42				0,93
Abrir costura e passa barra	48,96	0,82				0,32
Fazer costurinha	34,58	0,58				0,22
Marcar botão	11,56	0,19				0,07
Pregar botão	34,88	0,58				0,22
Fechar manga	85,50	1,43				0,55
Passar (abrir costura)	22,66	0,38				0,15
Achar par: tecido e forro	11,90	0,20				0,08
Ensacar manga e abrir costurinha	116,58	1,94				0,75
Passar	30,86	0,51				0,20
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>685,32</b>	<b>11,42</b>		<b>TOTAL de funcionários necessários</b>		<b>4,41</b>
<b>TOTAL DE FUNCIONÁRIOS</b>						<b>32,49</b>

Fonte: Autoria própria.

As operações apresentam tempos curtos, ou seja, são realizados rápidos, em poucos segundos. Que ao serem calculados para a quantidade de funcionários os valores observados são quase desconsiderados, ou seja, são valores muito pequenos não chegando à um número inteiro. Assim foi observado em toda a tabela de balanceamento. Porém agrupando-se alguns postos de trabalho foi possível a montagem de um layout.

De forma resumida, a tabela 4 mostra a quantidade de funcionários para cada posto de trabalho necessário na confecção do paletó, mostrando também a quantidade de funcionários que atualmente é encontrado.

Tabela 4 - Resumo da quantidade de funcionários

Posto de Trabalho	Quantidade de funcionários atual	Quantidade de funcionários necessário
Frente	9	4,39
Bolso da vista	2	0,21
Portinhola	2	1,55
Forro frente	5	4,14
Montagem da frente	4	0,82
Costas	2	0,81
Montagem do casaco	24	15,36
Gola	2	0,81
Manga	7	4,41
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>32,50</b>

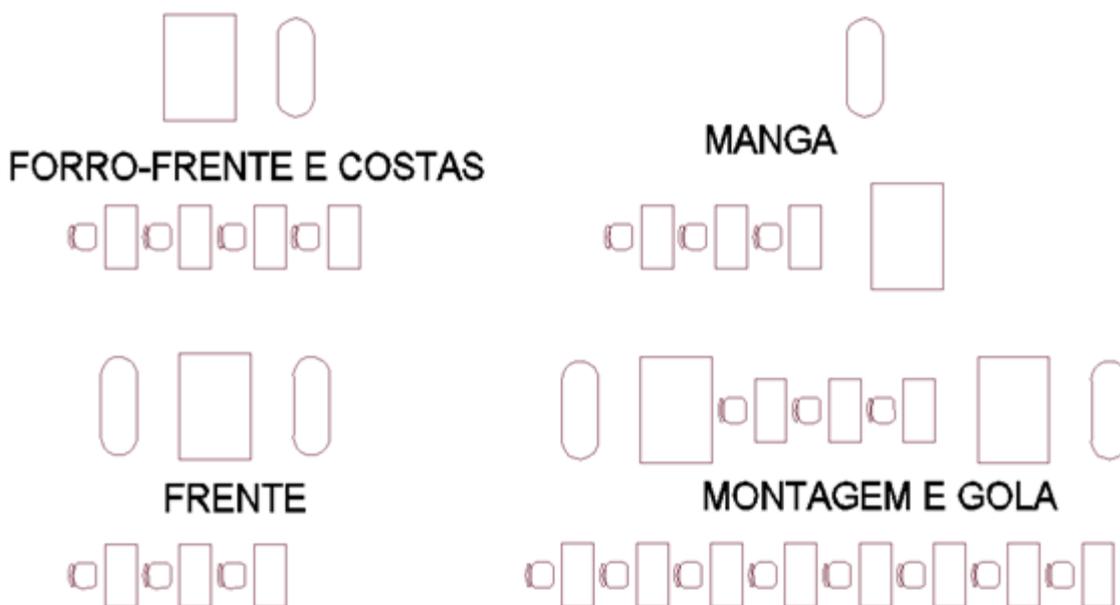
Fonte: Autoria própria.

O balanceamento proposto poderá ajudar a linha produtiva a ter as operações efetuadas juntas sem que ocorram gargalos e tempos ociosos. Fato este que é observado atualmente. Pessoa e Cabral (2005, p. 1) descrevem os pontos negativos de um gargalo: “Em um processo produtivo, o gargalo é a etapa com menor capacidade produtiva e que impede a empresa em atender plenamente a demanda por seus produtos”.

Nesse trabalho, observando o diagrama de precedência, haverá dificuldade na aplicação do balanceamento, pois com a sequência das operações e o tipo de atividade realizada não é possível, sem o auxílio de um programa, a união das atividades de acordo com o tempo padrão. Outro fato se deve por questões na variação dos produtos, a indústria possui mais duas linhas de produção além da área da passadoria e da expedição. Não tendo possibilidade na aplicação do balanceamento proposto.

Para a confecção de um paletó, como já observado, há muitas operações, sendo esta também uma das causas para a dificuldade em se aplicar o balanceamento. Peinado e Graeml (2007, p.214) citam: “Devido à constante alteração do produto, a dificuldade em programar e balancear o trabalho é maior, além de se exigir que essas atividades sejam executadas em intervalos curtos de tempo, às vezes até diariamente”.

Apesar das dificuldades encontradas na aplicação do balanceamento proposto montou-se um layout de acordo com a quantidade de funcionários para cada estação de trabalho. A figura 10 mostra o novo layout criado.



**Figura 10 - Layout proposto pelo balanceamento**

**Fonte: Autoria própria.**

A nova proposta de layout criada baseou-se nos equipamentos necessários para a confecção do paletó, essa nova proposta observa-se que os postos de trabalho foram criados baseando-se no diagrama e nas estações criadas, como pode ser observado na tabela 5. O uso desse novo layout se deve por ele ser o mais correto seguindo a proposta do balanceamento. A definição pela quantidade de maquinários foi de acordo com a quantidade de funcionários necessária para a construção das peças em seus respectivos postos de trabalho.

Trein (2001) destaca que a melhor maneira para uma planta produtiva é que mantenha os postos de trabalho juntos, que é a característica de um arranjo físico por processo. O autor complementa que esse tipo de layout é comum para indústrias que tem baixo volume de produtividade e alta variedade de produtos, características observadas na indústria em estudo.

Moreira (2001) diz que cada produto passa por um determinado setor, formando uma rede de processos, por esse motivo a escolha de um arranjo físico

por processo, sendo o mesmo observado em indústrias de confecção (CORRÊA et al., 2012).

**Tabela 5 - Equipamentos e quantidade de funcionários para o novo layout**

(continua)

<b>Equipamento</b>	<b>Descrição da operação</b>	<b>Quantidade de funcionários</b>
<b>FRENTE</b>		
C	Unir frente e ilharga e fazer pinchau	0,66
C	Pregar bolsinho na vista	0,49
C	Fechar forro do bolsinho	0,56
C	Fazer bolso com a portinhola	0,27
C	Fazer forro do bolso	0,60
C	Costurar	0,52
C	Fechar	0,09
<b>Total</b>		<b>3,19</b>
M	Marcar bolsos e lapela	0,42
M	Preparar bolso	0,06
M	Marcar	0,81
<b>Total</b>		<b>1,29</b>
P	Abrir costura e colante para bolso	0,48
P	Passar	0,11
P	Passar	0,30
P	Colar reforço (passar)	0,29
P	Passar reforço	0,22
P	Passar	0,15
P	Passar	0,09
P	Passar todas	0,03
<b>Total</b>		<b>1,67</b>
<b>FRENTE-FORRO e COSTAS</b>		
C	Unir frente, ilharga e vista	0,65
C	Ponto picado	0,61
C	Fazer bolso	0,14
C	Colocar forro e pregar etiquetas	1,26
C	Refilar frente	0,25
C	Unir costas	0,32
C	Unir forro	0,21
<b>Total</b>		<b>3,43</b>
M	Marcar frente	0,69
M	Unir par: frente e forro	0,11
M	Organizar as frentes	0,24
<b>Total</b>		<b>1,04</b>
P	Passar	0,16
P	Passar e colar colantinho	0,40
P	Passar	0,23
P	Passar	0,22
P	Passar costas	0,16
P	Passar forro	0,12
<b>Total</b>		<b>1,29</b>
<b>MONTAGEM DO CASACO e GOLA</b>		
C	Unir frente e costas pelo ombro	0,34

Tabela 5 – Equipamentos e quantidade de funcionários para o novo layout

(continua)

Equipamento	Descrição da operação	Quantidade de funcionários
C	Fazer cava	0,23
C	Unir laterais e forro	1,71
C	Fechar as duas aberturas	1,11
C	Fechar barra e prender forro	0,98
C	Pregar ponta da gola	1,02
C	Costurar gola (zigue)	0,58
C	Fechar gola com forro e pespontar	0,46
C	Pregar manga no casaco	0,80
C	Progar ombreira e choriço	0,95
C	Finalizar manga (ensacar manga)	0,79
C	Finalizar paletó	1,19
C	Casear	0,20
C	Pregar botão	0,21
C	Costurar Banana	0,16
C	Unir feltro	0,18
C	Fazer barrinha	0,17
<b>Total</b>		<b>11,11</b>
M	Procurar frente e costas	0,22
M	Dobrar e achar forro	0,34
M	Tirar etiquetas, desvirar e achar gola	0,78
M	Revisar (1°)	0,31
M	Achar manga e casaco	0,09
M	Revisar (2°)	0,47
M	Marcar casinha	0,29
M	Marcar botão	0,15
M	Desvirar	0,09
<b>Total</b>		<b>2,74</b>
P	Abrir costura no ombro	0,19
P	Passar (abrir costura e depois passar barra)	1,28
P	Passar	0,17
P	Passar	0,48
P	Passar	0,11
P	Passar	0,10
<b>Total</b>		<b>2,32</b>
<b>MANGA</b>		
C	Costura forro e fecha	0,82
C	Costura manga e faz barra	0,93
C	Fazer costurinha	0,22
C	Pregar botão	0,22
C	Fechar manga	0,55
C	Ensacar manga e abrir costurinha	0,75
<b>Total</b>		<b>3,50</b>
M	Marcar barra	0,10
M	Marcar botão	0,07
M	Achar par: tecido e forro	0,08
<b>Total</b>		<b>0,25</b>

**Tabela 5 – Equipamentos e quantidade de funcionários para o novo layout**

(conclusão)		
<b>Equipamento</b>	<b>Descrição da operação</b>	<b>Quantidade de funcionários</b>
<b>P</b>	Abrir costura e passa barra	0,32
<b>P</b>	Passar (abrir costura)	0,15
<b>P</b>	Passar	0,20
<b>Total</b>		<b>0,66</b>

Fonte: Autoria própria.

Os equipamento descritos foram representados por letras, segue: C para costura, M para mesa e P para passadoria, equipamentos que são encontrados no processo produtivo do paletó.

Baseando-se nas estações de trabalho criadas e observando a quantidade de funcionários necessária, algumas estações foram agrupadas para que não houvesse, novamente, ociosidade. Apesar da união das estações ainda pode ser observado ociosidade, mas a ociosidade de um, por exemplo, os funcionários que utilizam as mesas para executar suas operações, ajudarão nas operações dos demais. Para essa nova proposta desconsidera-se a questão do transporte, pois os postos de trabalho foram alocados perto um do outro.

Atualmente é observado as grandes distâncias percorridas entre uma operação e outra, causando essa perda. No quadro 7 mostra o tempo e a distância percorrida para a execução de determinadas operações.

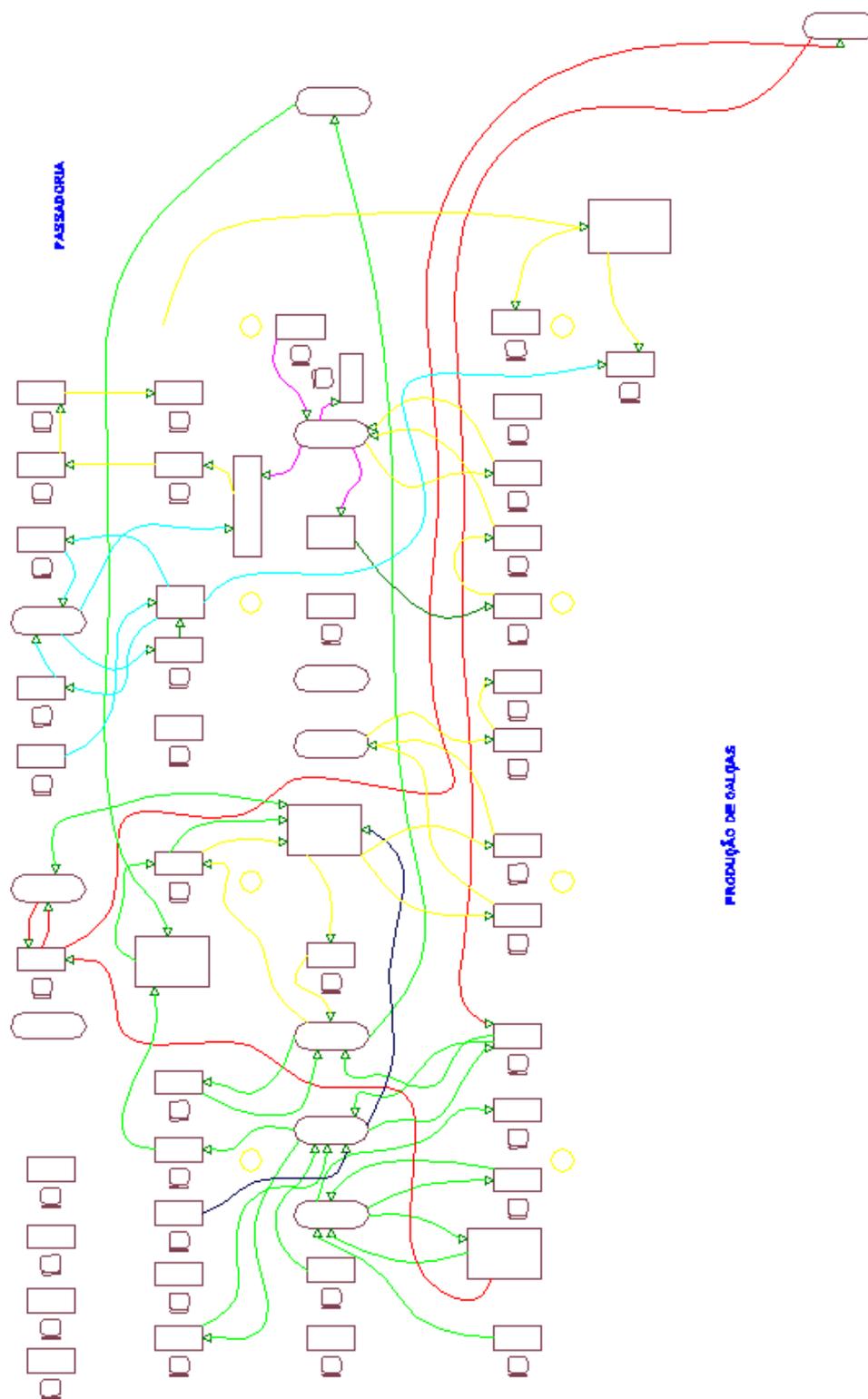
Produto: PALETÓ DE DUAS ABERTURAS				
<b>Item</b>	<b>Descrição da atividade</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Tipo de atividade</b>	<b>Distância percorrida</b>
1	Levar portinhola para costurar	22,95	⇒	12 m
2	Levar portinhola pronta para passar	25,57	⇒	29 m
3	Levar portinhola pronta para pregar no casaco	21,82	⇒	23 m
4	Levar frente para passar reforço	22,17	⇒	17 m
5	Levar manga para pregar botão	10,58	⇒	11 m
6	Levar paletó para fazer cava	8,85	⇒	4 m
7	Levar frente para passar e abrir costura	8,92	⇒	5 m
8	Levar frente passada para organizar	13,56	⇒	17 m
9	Levar paletó para marcar casinha	19,14	⇒	9 m
<b>TOTAL</b>				<b>127 m</b>

**Quadro 7 - Diagrama de Fluxo de Processo atual**

Fonte: Autoria própria.

Através da quadro 7 observou-se que há grandes distâncias percorridas para a realização das atividades descritas, sendo considerado como um desperdício. O quadro também mostra que todas as atividades descritas são para transportar alguma peça. Fato este que deve ser eliminado ou minimizado.

A proposta para a minimização desse tipo de desperdício é trazer os postos de trabalho mais pertos, para que não ocorra esse tipo o tempo gasto buscando as peças de um posto ao outro. A proposta será ilustrada no layout. A figura 11 mostra o fluxo dos processos realizados para a montagem da peça, mostrando os caminhos realizados entre os processos.



**Figura 11 - Layout atual**

**Fonte: Autoria própria.**

O arranjo físico é por processo, ou seja, as peças “caminham” entre os postos de trabalho “procurando” pela operação seguinte. Peinado e Graeml (2007, p. 214) citam que:

Como o produto “procura” seus processos onde quer que eles se encontrem dentro da planta, há necessidade de deslocamento por distâncias maiores, pois os processos necessários normalmente não estão posicionados na melhor sequência para a fabricação de determinado produto.

Observa-se grandes distâncias entre os equipamentos utilizados, porém, vale ressaltar que alguns equipamentos devem ser considerados fixos para a montagem do novo layout. O novo layout foi desenhado baseando-se no layout atual, pois não há possibilidade de mudanças nas operações. O desenho apresenta fluxos em cores diferentes, na qual atribui-se critérios para esse e os demais desenhos de layout, representado pela figura 12.

---

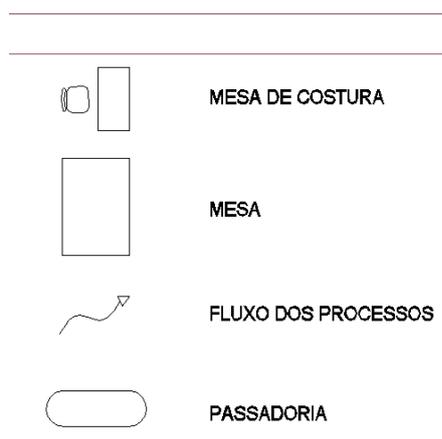
LEGENDA	
-----	FRENTE
-----	PORTINHOLA
-----	COSTAS
-----	MONTAGEM DO CASACO
-----	MANGA
-----	GOLA

---

**Figura 12 - Legenda dos fluxos utilizados no layout**

**Fonte: Autoria própria.**

A figura 13 mostra o desenho dos equipamentos utilizados para a construção do novo layout.



**Figura 13 - Legenda para o desenho do layout**

**Fonte: Autoria própria.**

Para Shingo (1996), há algumas ideias que podem ser utilizadas para a minimização do transporte interno na indústria, que é a utilização de empilhadeiras, correias transportadoras, entre outros. Porém, esses equipamentos não poderão ser utilizados no local, por motivo de ser pequeno e para esse caso não haveria vantagens.

O novo layout (figura 14) foi criado baseando-se no existente para melhor aceitação dos proprietários já que a intenção não será diminuir funcionários, mas sim aumentar a produção com o número já existente. Através da nova proposta de layout observa-se que foram criados corredores de passagem, as máquinas estão melhor alocadas, seguindo algumas normas de Peinado e Graeml (2007) para a montagem do layout.

Levando em consideração o autor Costa (apud KOSTROW, 2004) que diz sobre a alteração de um layout, em casos de mudanças pode-se aumentar a eficiência da utilização da mão-de-obra, reduzir riscos entre os trabalhadores, melhorar o moral dos operadores e aumentar a comunicação entre os postos de trabalho criado.

Pemberton (1977) diz que numa indústria de confecção de vestuário existe no local de trabalho um operador e uma máquina de costura, e a máquina pode ser movida facilmente por duas pessoas em poucos minutos, mostrando a facilidade para a mudança dos equipamentos.

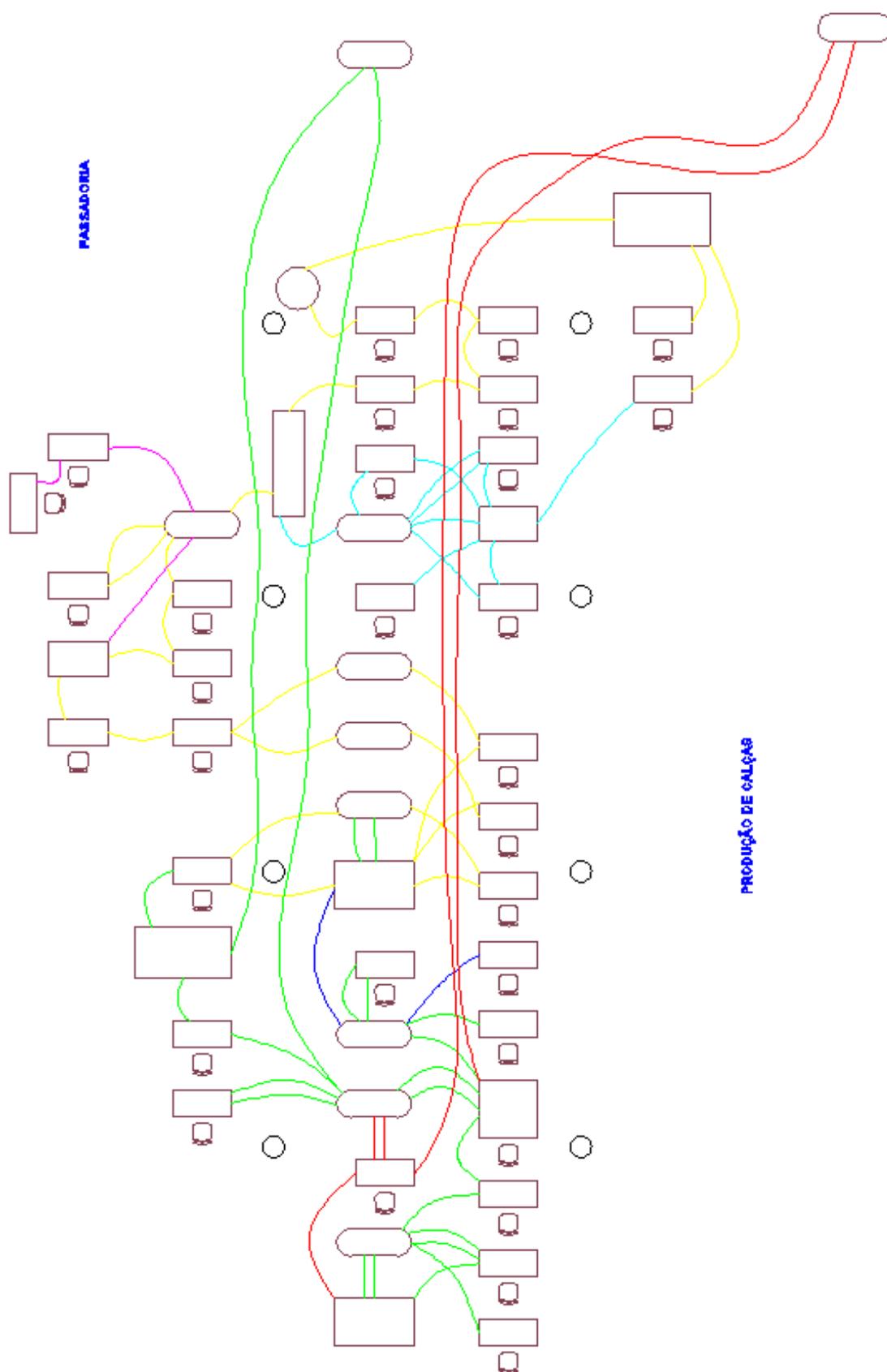


Figura 14 - Layout novo  
Fonte: Autoria própria.

Com o novo desenho do layout novamente efetuou-se a medição das distâncias percorridas de um posto ao outro. Essa medição foi possível de acordo com os valores passados pelo programa utilizado para o desenho do layout, o Auto Cad.

O novo Diagrama de processos montado mostra algumas distâncias que foram minimizadas. Porém pode-se observar que houve um aumento em alguns casos, mas com esse aumento não acarretará muitos desperdícios quanto ao transporte feito pelos operários durante o processo produtivo, pois os mesmos continuam com seus tempos ociosos.

Produto: PALETÓ DE DUAS ABERTURAS					
Nº	Descrição da atividade	Duração (s)	Tipo de atividade	Distância percorrida	Distância percorrida NOVA
1	Levar portinhola para costurar	-	⇒	12 m	3 m
2	Levar portinhola pronta para passar	-	⇒	29 m	28 m
3	Levar portinhola pronta para pregar no casaco	-	⇒	23 m	24 m
4	Levar frente para passar reforço	-	⇒	17 m	20 m
5	Levar manga para pregar botão	-	⇒	11 m	3 m
6	Levar paletó para fazer cava	-	⇒	4 m	2 m
7	Levar frente para passar e abrir costura	-	⇒	5 m	-
8	Levar frente passada para organizar	-	⇒	17 m	17 m
9	Levar paletó para marcar casinha	-	⇒	9 m	6 m
<b>TOTAL</b>				<b>127 m</b>	<b>103 m</b>

**Quadro 8 - Diagrama de Fluxo de Processo proposto**

**Fonte: Autoria própria.**

Atualmente, e como solução para os operários encarregados em transportar as peças são os que se encontram em ociosidade, como observado, os operários que trabalham nas mesas. Os funcionários que trabalham em máquinas de costura e da passadoria não irão efetuar esse transporte.

Almeida (2010, p.93), cita a respeito do Sistema Toyota de Produção na redução das perdas:

Ao sugerir suas correções, este modelo de gestão prega a implantação de medidas que visam reduzir a diferença entre o tempo de trabalho e o tempo de produção.

Através do novo layout pode-se observar que houve maior agrupamento dos postos de trabalho, porém há algumas operações, que no momento não serão substituídas, e então haverá ainda o transporte para realizar as determinadas operações.

No novo layout as mesas de passadoria permaneceram no mesmo local, a mudança não é possível pois a indústria possui um sistema de geração de vapor através de tubulações que já estão fixados, não sendo possível a alocação em outro lugar.

A indicação para minimização do transporte interno é que os funcionários que utilizam a máquina de costura para realizar seus trabalhos não saiam do seu posto para realizar outras tarefas, pois a saída de um posto ou da posição em que se encontram para executar outra será difícil e levará mais tempo do que um operário em que se encontra em pé. Outra questão é que a linha produtiva possui três encarregadas responsáveis pelo processo, cabe à elas a mesma função de transporte assim como os funcionários que realizam as suas devidas operações em pé, encontrados na passadoria e nas mesas.

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho analisou-se alguns dos principais conceitos associados ao Sistema Toyota de Produção, através do mesmo analisou-se os tipos de desperdícios que podem ser observados em indústrias, tendo foco somente em um que é o desperdício por transporte. Comprovou-se através do diagrama de fluxo de processo que há geração do desperdício por transporte na indústria em estudo.

Para melhor minimização do desperdício gerado por transporte houve necessidade de estudos referentes aos tipos de arranjo físico, seguido de estudo dos tempos (cronoanálise) e balanceamento de linha.

A linha de produção foi analisada através da construção de um fluxograma na qual foi descrito todas as atividades que envolviam a criação de um paletó, observado também na construção do diagrama de precedência. O estudo do fluxograma já deixou claro todas as operações que envolviam a produção do produto.

Baseando-se nos objetivos específicos: Descrever o processo através de fluxograma; Coletar os tempos das operações; Balancear a linha de produção; Propor melhoria no processo e layout. Tem-se:

O fluxograma do processo produtivo foi descrito baseando-se no que a encarregada da produção disse e posteriormente através de observações e acompanhamento do processo produtivo obteve-se o fluxograma.

A necessidade em se analisar primeiramente o fluxograma é pela questão que o desenvolver do trabalho concretizou-se após a análise das operações efetuadas na confecção do paletó.

Após o conhecimento de todas as operações necessárias para a confecção do produto seguiu-se para a coleta dos tempos das mesmas. Com a ajuda de um cronômetro a tarefa foi realizada com sucesso, apesar de apresentar algumas dificuldades por conta do operador não colaborar com esse procedimento.

O processo de balanceamento foi um procedimento na qual determinou-se a quantidade necessária de funcionários para cada operação que posteriormente serviu para a montagem do layout.

A proposta de um novo layout se deu de duas maneiras, a primeira de acordo com o balanceamento, e a segunda de acordo com o layout já existente, porém, a aplicação torna-se difícil por se tratar de uma indústria que emprega mais

duas linhas de produção com produtos diferentes e a linha em estudo, também, apresenta mais de um produto.

Finalmente, conclui-se que, através da utilização do conceito do Sistema Toyota de Produção, especificamente os desperdícios por transporte que podem ser minimizados com a aplicação de um novo layout, levando em consideração os resultados propostos na tabela de balanceamento. A decisão de implementar os conceitos estudados na linha de produção de paletó desta empresa, ou em outra que ocupe o mesmo ramo, provavelmente não haverá restrição, mas como os tempos não são padrões em todos os locais torna-se mais aceitável um novo estudo de tempos.

Estudos objetivando melhorar os processos produtivos de uma indústria de confecção de trajes sociais podem ir além dos assuntos aqui estudados. A seguir, são relacionados algumas sugestões de trabalhos futuros:

- Desenvolver um estudo de tempos e movimentos, objetivando montar uma metodologia de aplicação a respeito dos movimentos que os operários executam no decorrer do dia de trabalho.
- Um estudo ergonômico é muito importante, pois os funcionários executam suas tarefas em determinadas posições e os movimentos que devem ser realizados para cada tarefa.
- O Sistema Toyota de Produção cita em sua bibliografia que há sete formas de desperdícios, porém o estudo do presente trabalho se deu apenas em uma, cabe para trabalhos futuros o estudo de todas as perdas, fato este que foi observado na indústria.
- Procurar ou desenvolver programas que sejam adaptados à uma indústria de confecção para efetuar-se balanceamentos. Uma indústria de confecção necessita desse tipo de acompanhamento para estar sempre inovando e procurando melhorar o processo produtivo, e a melhor maneira e a mais indicada para produções que envolvem muitas operações é o uso de programas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. M. de L. **O modelo de gestão da Toyota: uma análise do lean manufacturing ou manufatura enxuta baseada na teoria marxiana do valor trabalho.** 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

AMÉRICO, D. A.; MERETIKA, M. R.; OGAWA, R. Y. **Estudo de ferramentas para dimensionamento e aperfeiçoamento de linhas de produção.** 2006. 266 f. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** 6 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 635 p.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro.** Porto Alegre: Bookman, 1998. 288 p.

BORNIA, A. C. **Análise dos princípios do método das unidade de esforço de produção.** 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1988.

CLUB ALFA. **Você conhece os tipos de fendas de um terno?** Disponível em: <<http://clubalfa.abril.com.br>>. Acesso em: 02 set. 2013.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações.** Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 446 p.

COSTA, A. J. de. **Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus.** 2004. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DIEDRICH, H. **Utilização de conceitos do sistema Toyota de produção na melhoria de um processo de fabricação de calçados.** 2002. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia com ênfase em produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FAGUNDES, P. R. M. **Sistemática para redução do tempo de setup na indústria moveleira**. 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FALCÃO, A. S. G. **Diagnóstico de perdas e aplicação de ferramentas para o controle da qualidade e melhoria do processo de produção de uma etapa construtiva de edificações habitacionais**. 2001. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

FREITAS, P. J. de F. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena**. 2 ed. Florianópolis: Visual Book, 2008. 372 p.

GALLIANO, A. G. **O método científico: teoria e prática**. São Paulo: Harba, 1979. 200 p.

GERHARDT, M. P. **Sistemática para aplicação de procedimentos de balanceamento em linhas de montagem multi-modelos**. 2005. 129 f. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GHINATO, P. Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção. In: Adiel T. de Alemida & Fernando M. C. Souza. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: UFPE, 2008. Cap. 2.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: Educus, 1996. 200 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GOMES, J. E. N.; OLIVEIRA, J. L. P. de; ELIAS, S. J. B.; BARRETO, A. F.; ARAGÃO, R. L. Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva – um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, 28, RIO DE JANEIRO. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes>>. Acesso em: 24 mar. 2013.

GOMES, L. C. **Avaliação da contribuição das técnicas do sistema Toyota de produção para os objetivos estratégicos das empresas**. 2001. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em

Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

HENRIQUES, R. P.; GONÇALVES, A. A. Modelo computadorizado para simulação dos prazos de produção e de entrega na indústria de confecção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, 28, RIO DE JANEIRO.

**Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. Disponível em:

<<http://www.abepro.org.br/publicacoes>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

KAMADA, S. **Estabilidade na produção da Toyota do Brasil**. 2007. Disponível em <<http://www.lean.org.br/artigos>>. Acesso em: 24 mar. 2013.

KUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da Pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010. 88 p.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005. 316 p.

MATTOS, P. L. C. L. de. A entrevista não-estruturada como forma de conversação: razões e sugestões para sua análise. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 39, n. 4, p. 823-847, jul./ago. 2005.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 491 p.

MONDEN, Y. **Produção sem estoques: uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota**. Tradução de Antonia V. Pereira Costa, et al. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenamento de Materiais, 1984. 141 p.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2001. 619 p.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

PASA, G. S. **Uma abordagem para avaliar a consistência teórica de sistemas produtivos**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.

PEMBERTON, A. W. **Arranjo físico industrial e movimentação de materiais**. Tradução de Maria Elisabete de Almeida Lima. Rio de Janeiro: Interciencia, 1977. 142 p.

PRADO, D. S. **Usando o arena em simulação**. v. 3, Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços, 2010.

PRATES, C. C. **Aumento de eficiência no processo de produção de uma indústria eletrônica: um estudo de caso**. 2010. 62 f. Monografia ( Graduação em Administração) – Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ROCHA, D. R. **Balanceamento de linha: um enfoque simplificado**. Material preparado por Dúlio Reis da Rocha em 14 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.fa7.edu.br>>. Acesso em: 24 mar. 2013.

ROCHA, L. O. L. da. **Organizações e métodos: uma abordagem prática**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1986. 286 p.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Tradução de Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SILVA, L. M. P. da. **Avaliação de desempenho em empresas que adotam a produção enxuta como escolha estratégica**. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SLACK, N.; et al. **Administração da produção**. Tradução de Ailton Bomfim Brandão, et al. São Paulo: Atlas, 1997. 726 p.

THEISEN, R. M. **Sistemática de análise e identificação de perdas operacionais em processos logísticos: um estudo de caso na empresa viaLOG**. 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TREIN, F. A. **Análise e melhoria de layout de processo na indústria de beneficiamento de couro**. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) –

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 190 p.

TUBINO, D. F. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica.** 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 1999.

TUCCI, A. de M. **Estudo de melhoria das condições de trabalho e layout na indústria de artefatos de vidros.** 2006. 181 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

VOTTO, R. G. **Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na indústria de bens de capital sob encomenda.** 2012. 294 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

ZACCARELLI, S. B. **Administração estratégica da produção.** São Paulo: Atlas, 1990. 134 p.