

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA-UNIFOR-MG  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
LUNA MANUELLY CUNHA NASCIMENTO**

**PROPOSTA DE BALANCEAMENTO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA  
EMPRESA DE CONFECÇÃO DO VESTUÁRIO**

**FORMIGA-MG**

**2015**

LUNA MANUELLY CUNHA NASCIMENTO

PROPOSTA DE BALANCEAMENTO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA  
EMPRESA DE CONFECÇÃO DO VESTUÁRIO

Trabalho de Conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Engenharia de  
Produção do UNIFOR/MG, como requisito  
parcial para obtenção de título de bacharel  
em Engenharia de produção.

Orientador: Professor Ms. Samuel de  
Oliveira

FORMIGA - MG  
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Luna Manuelyly Cunha Nascimento

PROPOSTA DE BALANCEAMENTO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA  
EMPRESA DE CONFECÇÃO DO VESTUÁRIO

Trabalho de Conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Engenharia de  
Produção do UNIFOR/MG, como requisito  
parcial para obtenção de título de bacharel  
em Engenharia de produção.  
Orientador: Professor Ms. Samuel de  
Oliveira

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Ms. Samuel de Oliveira  
Orientador

---

Prof. Ms. Daniel Gonçalves Ebias  
UNIFOR – MG

Formiga, 12 de novembro de 2015.

“A maior vitória na competição é derivada da satisfação interna de saber que você fez o seu melhor e que você obteve o máximo daquilo que você deu.”

Howard Cosell

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre esteve comigo nesses 5 anos de faculdade, a Ele não haverá palavras para agradecer por todo bem que a mim tem feito. Aos meus queridos pais que com muito amor e sabedoria me ensinaram o quão valioso são os estudos e o conhecimento, sempre me incentivaram a seguir meus sonhos, sempre me deram forças nos momentos difíceis, a eles todo meu amor em gratidão. Ao meu namorado Michel, pelo amor e companheirismo todos esses anos, aos meus amigos queridos que sempre estiveram ao meu lado, mesmo quando eu era ausente, ao meu orientador Samuel pela dedicação e sabedoria, enfim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui. Muito Obrigado!

## RESUMO

O aumento da competitividade entre as empresas devido à grande oferta de produtos estreita cada vez mais as margens de lucro das empresas, devendo-se ter um exercício contínuo de redução dos desperdícios e melhorias em todas suas etapas. Este trabalho tem o objetivo de apresentar, através de um estudo de caso, o mapeamento do processo produtivo, através de fluxogramas e a análise dos tempos envolvidos da produção de calças, propondo as possíveis melhorias para o balanceamento da linha de montagem e mudanças no arranjo físico da fábrica em estudo. O referido trabalho apresentou os resultados obtidos com a implantação das melhorias propostas. A pesquisa foi realizada em uma empresa do setor de vestuário, localizada na cidade de Formiga-MG, com o intuito de auxiliar a empresa a guiar seus esforços sobre os pontos que deverão ser melhorados, havendo consequentemente redução dos desperdícios e o aumento da lucratividade com os ganhos obtidos. Os ajustes realizados resultaram em melhorias no fluxo do processo, pois reduziu-se desperdícios na movimentação desnecessária dos colaboradores como também gerou melhorias no abastecimento de matérias-primas permitindo maior eficiência do processo.

Palavras-Chave: Balanceamento. Indústria de Confecção. Arranjo Físico.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Volume-variedade.....	17
Figura 2 – Arranjo físico por processo.....	18
Quadro 1– Informações para implementação de layout.....	18
Figura 3 – Arranjo físico posicional.....	19
Figura 4 – Arranjo físico celular.....	20
Figura 5 – Arranjo físico por produto.....	21
Figura 6 – Diagrama de precedência.....	30
Figura 7 – Antigo Layout da fábrica.....	34
Figura 8 – Diagrama de Precedência.....	36
Figura 9 – Novo Layout da fábrica.....	40



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo gasto em cada tarefa.....	36
Tabela 2 - Alocações de estações de trabalho.....	37
Tabela 3 - Alocações de estações de trabalho.....	38

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Tempo de ciclo.....	24
Equação 2 - Tempo padrão.....	26
Equação 3 - Número de estações de trabalho .....	26
Equação 4 - Percentual de tempo ocioso.....	27
Equação 5 - Takt time.....	28

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3</b>	<b>Hipóteses.....</b>	<b>12</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivos geral.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>História da industria têxtil no Brasil.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Layout.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Definições e Aplicações.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Balanceamento de linha.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Etapas para o Balanceamento de Linha.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Tempo de Ciclo.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Tempo Normal.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Tempo padrão.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Número de Estágios.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.6</b>	<b>Índice de ociosidade.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.7</b>	<b>Tempo de Ressuprimento.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.8</b>	<b>Tempo Takt.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.9</b>	<b>Análise de tempos e movimentos.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.9.1</b>	<b>Estudo de Tempos.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.9.2</b>	<b>Diagrama de Precedência.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>ANÁLISE E RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Caracterização da empresa.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2</b>	<b>Fluxo do processo.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3</b>	<b>Proposta de melhorias.....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Em um momento altamente competitivo, busca-se cada vez mais por processos enxutos visando a redução de tempo na produção como também a redução de custos. Diante disso, busca-se avaliar a disposição de máquinas, mão-de-obra e transporte de materiais no fluxo produtivo.

Dembogurski et. al. (2008) define a Gestão da Produção como a área que, envolvida diretamente com os níveis operacionais de uma empresa, é responsável pelo atingimento de metas, seja elas a curto, médio ou longo prazo. O termo produzir ultrapassa os limites de utilizar e aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos. Critérios como qualidade, meio ambiente, custos, pessoas, entre outros, devem ser observados para que haja uma integração com esses conhecimentos. Ao voltar sua ênfase para dimensões do produto e do sistema produtivo, a integração dessas atividades se torna fundamental para a elevação da competitividade das empresas. Uma forma de atingir esse nível de competitividade é através do balanceamento de linha das unidades produtivas, onde os custos de produção são reduzidos e, conseqüentemente, o processo otimizado.

A microempresa a ser estudada se baseia em uma linha de produção do tipo linear que produz grandes quantidades de peças do vestuário de pouca variedade pois atende várias marcas que fornecem à lojas presentes em todo Brasil, os equipamentos estão dispostos com seqüência de operações em um sistema contínuo. O balanceamento de linha propõe maximizar a eficiência ou minimizar o tempo ocioso. O trabalho proposto é avaliar a linha de produção dessa unidade fabril, bem como a disposição das máquinas e tarefas, estudar todas as operações necessárias e estimar seu tempo médio de duração, respeitando suas atividades de precedência.

### **1.1 Problema**

É possível otimizar os processos de fabricação em uma indústria do vestuário de Formiga-MG buscando reduzir ociosidade e elevar a eficácia de cada processo?

## **1.2 Justificativa**

Nota-se que as empresas estruturam-se a partir de pessoas e máquinas, assim, desenvolvendo-se e sofrendo impactos constantes em função das mudanças de mercado.

Diante da complexidade das empresas em se produzir mais pelo menor custo e menor tempo, busca-se desenvolver competências dentro das organizações. Por isso justifica-se a importância desse trabalho, em otimizar o desempenho entre as tarefas necessárias para o processo produtivo, pois percebe-se que o arranjo físico em uma linha produtiva é essencial para que a empresa torne-se sustentável e competitiva no mercado. A mudança está associada ao estudo e identificação de cada tempo das tarefas buscando maximizar a sua eficácia pois um layout inadequado geralmente é responsável por problemas de produtividade na empresa, tais como: local e condições físicas desfavoráveis para o trabalho, causando insatisfação do funcionário; desorganização, provocando fluxo confuso do sistema; falta de supervisão e manutenção do processo, entre outros. Portanto, para que esses e outros problemas sejam solucionados corretamente tem-se que delimitar estratégias para a sua organização.

A definição de onde colocar as instalações, máquinas equipamentos e pessoal em uma unidade produtiva é um fator de máxima importância para a redução de custo. Essas decisões aliadas ao mapeamento de gargalos e ao exato balanceamento de linha da unidade contribuem para uma boa eficiência operacional.

## **1.3 Hipóteses**

Com este estudo espera-se uma melhoria no método de trabalho aumentando a eficiência do processo e a movimentação dos recursos transformadores, garantindo assim um processo mais enxuto com menos desperdício de tempo, espaço, mão-de-obra, e vantagem competitiva.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar os processos de fabricação e aplicar o método do Balanceamento de Linha em uma empresa de Confecção de vestuário.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Mapear o fluxograma atual de processos;
- Medir os tempos das atividades realizadas na linha de produção da fábrica;
- Aplicar o método do balanceamento de linha;
- Propor um layout conforme os resultados obtidos no balanceamento.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 História da indústria têxtil no Brasil

Neste tópico são citados conceitos pertinentes ao trabalho, como o início da atividade têxtil em Minas Gérias, conceitos de *layout* onde também são descritos alguns objetivos dos tipos de arranjos, assim como conceitos de balanceamento de linha, que é o foco deste trabalho, levantando as ferramentas que serão utilizadas.

As primeiras fábricas têxteis surgiram no Brasil nas décadas iniciais do século XIX, eram estabelecimentos de pequeno porte. A produção de tecidos data dos primeiros anos da colonização, o algodão já era conhecido e utilizado pelos indígenas, continuou a ser cultivado pelos portugueses em certas capitanias, dando origem a uma produção têxtil doméstica de alguma importância. Já em Minas Gerais a indústria têxtil que se desenvolveu ao longo do século XIX dividia-se em duas ramificações distintas, em termos de processos produtivos: a produção doméstica e a produção fabril. Na primeira metade do século XIX reuniram-se as condições que conduziram ao enorme crescimento da produção doméstica têxtil. A produção caseira de tecidos na Província, constituiu atividade antiga e florescente, embora a maior parte desta produção fosse consumida internamente, era também exportada para outras províncias (OLIVEIRA, 1993, p.114).

Para De Paula (2001) as fábricas têxteis mineiras, caracterizavam-se por empreendimentos de pequeno porte e isto se deve a dois fatores: o transporte de equipamentos pesados, volumosos e ao mesmo tempo delicados, para o interior da Província, era extremamente penoso e caro; e a natureza do mercado consumidor poderia ser caracterizado como essencialmente local.

O capital empregado no desenvolvimento das fábricas têxteis mineiras, foi constituído e financiado por pequenos grupos de parente e/ou amigos. A maioria das fábricas estabelecidas em 1870 foram construídas no local onde viviam os investidores. Este padrão de investimento parece ter dominado até os primeiros anos da década de 1880, quando se dá a transição para as sociedades anônimas, tornando-se esta a forma predominante de associação de capitais para investimentos no setor (OLIVEIRA, 1993). No setor têxtil vestuário, tal abertura teve como consequência a invasão de produtos de origem asiática a preços baixíssimos, conseguindo impactar fortemente a indústria nacional (CRUZMOREIRA, 2003).

## 3.2 Layout

### 3.2.1 Definições e Aplicações

Gurgel (2003) define arranjo físico como a arte e ciência de se converter os elementos complexos e inter-relacionados da organização da manufatura e facilidades físicas em uma estrutura capaz de atingir os objetivos da empresa pela otimização de custos e lucros.

Segundo Martins e Laugeni (2005) primeiro item a ser estudado é na elaboração de um layout é a quantidade que será produzida a qual será importante para o cálculo do número de máquinas, da área de estoque. Com o número de máquinas determinado deve-se estabelecer o tipo de layout considerando o processo e o tipo das máquinas que serão utilizadas. A quantidade de equipamentos a ser utilizada depende das suas capacidades produtivas, do número de turnos e das especificações técnicas de cada equipamento.

De acordo com Borba (1998), o arranjo físico ou layout visa harmonizar e integrar equipamento, mão de obra indireta, enfim todos os processos os itens que possibilitam sua manufatura. Através disso tem-se uma combinação ótima das instalações industriais e de tudo que concorre para a produção, dentro de um espaço disponível.

Gurgel (2008) salienta que o projeto de um layout pode-se seguir um roteiro no qual deve-se colher informações a respeito do produto e de seus componentes, analisar dimensões e geometria do espaço e a sequência da produção, com a determinação do arranjo físico pode-se derivar a estrutura do sistema logístico da empresa.

Para Cury (2000), os objetivos de um do layout devem ser:

- Otimizar as condições de trabalho dos colaboradores nas diversas unidades organizacionais;
- Racionalizar a disposição física dos postos de trabalho, aproveitando todo o espaço útil disponível;
- Minimizar a movimentação de pessoas, produtos, materiais e documentos dentro do ambiente organizacional.

Borba (1998) defende que o arranjo físico de uma área qualquer é planejar e integrar os processos dos componentes de um produto ou serviço, com objetivo de



obter o relacionamento mais eficiente e econômico entre o pessoal, equipamentos e materiais que se movimentam. O arranjo físico procura uma combinação ótima das instalações industriais e de tudo que concorre para a produção, dentro de um espaço disponível.

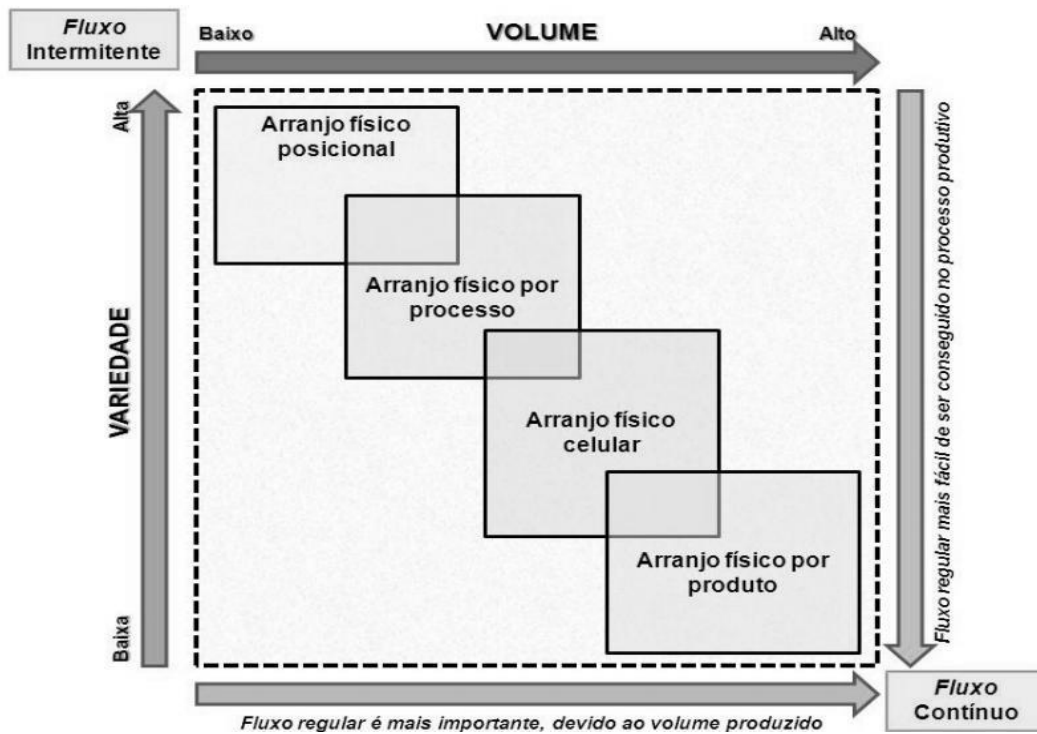
Slack et al. (2002) considera arranjo físico de uma operação produtiva como uma preocupação com a localização física dos recursos de transformação simplificando o arranjo físico é decidir onde colocar as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. Moreira (2000) lembra que planejar o arranjo físico significa como será dispostos os centros de trabalho para melhor benefício de todos envolvidos na produção.

Peinado e Graeml (2007) descrevem alguns princípios básicos para o arranjo físico;

- Economia de movimentos: a extensão do fluxo deve ser a menor possível procurando minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformados.
- Flexibilidade de longo prazo: deve ser possível fazer com que o arranjo físico mude sempre que haja necessidades.
- Princípio da Progressividade: o arranjo físico deve haver um sentido fluido, evitando retornos ou caminhos aleatórios.
- Uso do espaço: deve-se usar adequadamente todo o espaço disponível para a operação, levando em conta a possibilidade de ocupação vertical, também, da área da operação.

Segundo Slack; Chambers; Johnston (2002) o volume e a variedade tem efeito nos diferentes tipos básicos de arranjo físico. Com o aumento do volume, eleva a importância de se gerenciar bem os fluxos e, com a diminuição da variedade, aumenta a viabilidade de um arranjo físico baseado num fluxo evidente e regular (FIG. 1). Produtos muito padronizados, sequência de operação bem determinada, alto investimento em equipamentos, grande produtividade, pouca flexibilidade, dificultando adaptações na produção, são características do arranjo físico por produto.

Figura 1 - Volume-variedade



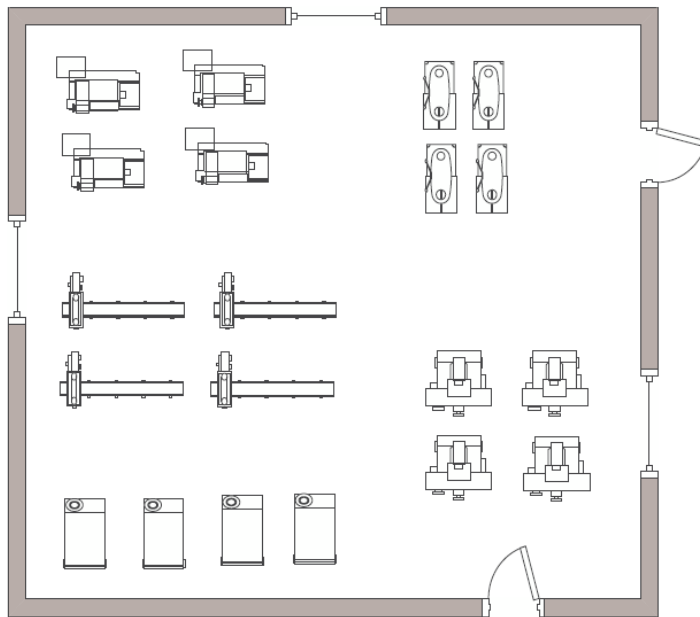
Fonte: Peinado; Graeml (2007).

Segundo Carvalho et al., (2010) ao identificarmos cada objetivo, percebemos o quanto uma boa distribuição no processo de produção contribui para a satisfação dos empregados. A aparência do ambiente de trabalho, a redução no tempo de produção, de manuseio e de espaço, a melhoria de supervisão, redução de riscos de trabalho, são as consequências de uma gestão eficaz na produção de bens da empresa.

Os tipos de arranjos físicos mais utilizados são:

- a) Arranjo físico por processo; é aquele em que a predominância na tomada de decisões está nos processos que devem ocorrer de modo que o espaço físico seja comportado de acordo com a dinamicidade dos mesmos; (FIG. 2), que retrata a combinação das alocações de cada setor é flexível e possui fluxo longo.

Figura 2 – Arranjo físico por processo



Fonte: Peinado; Graeml (2007).

Peinado e Graeml (2007) descreve que geralmente existe a possibilidade de inúmeras combinações de colocação das áreas de cada processo, se não houver nenhum impedimento físico, como, por exemplo, uma restrição de instalação hidráulica, a quantidade de combinações de posicionamento dos setores é o fatorial da quantidade de setores para os quais se deseja definir o arranjo físico (QUADRO.1).

Quadro 1 - Informações para implementação de layout

1	Identificar o fluxo dos materiais e operações;
2	Levantar a área necessária para cada agrupamento de trabalho;
3	Quanto é conveniente ou inconveniente aproximar certos tipos de operação;
4	Elaborar o arranjo físico

Fonte: Adaptação de Peinado e Graeml (2007).

b) Arranjo físico posicional:

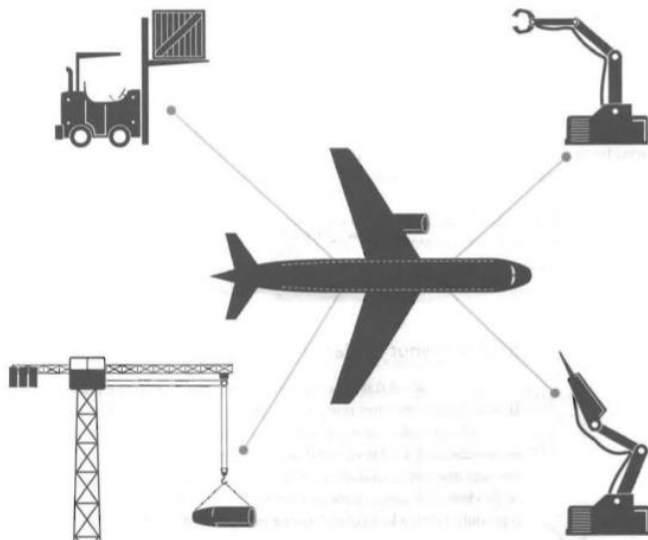
Para Carvalho et al.,( 2010) o maquinário se adéqua ao bem produzido, ou seja, os equipamentos é que vão até ele, como exemplificado na (FIG 3) na construção de aviões, onde as máquinas e colaboradores se movimentam ao seu

redor. Este tipo de arranjo físico está sujeito a adequações referentes ao planejamento e controle; é conhecido ainda como layout por posição fixa;

Peinado e Graeml (2007) descreve que o arranjo físico posicional é aquele em que o produto, o material a ser transformado, permanece estacionário em uma determinada posição e os recursos de transformação se deslocam ao seu redor, executando as operações necessárias. Este arranjo é utilizado quando, devido ao porte do produto ou à natureza do trabalho não é possível outra forma de arranjo. São dois os casos básicos em que o arranjo por posição fixa é amplamente utilizado:

- Quando a natureza do produto, como peso, dimensões e/ou forma impedem outra forma de trabalho: projetos de grandes construções, como estradas, arranha-céus, pontes, usinas hidroelétricas, construções em estaleiros, atividades agropecuárias, atividades de extrativismo;
- Quando a movimentação do produto é inconveniente ou extremamente difícil. Este é o caso de cirurgias, tratamento dentário, trabalhos artesanais como esculturas e pinturas, montagem de equipamentos delicados ou perigosos etc.

Figura 3 – Arranjo físico posicional



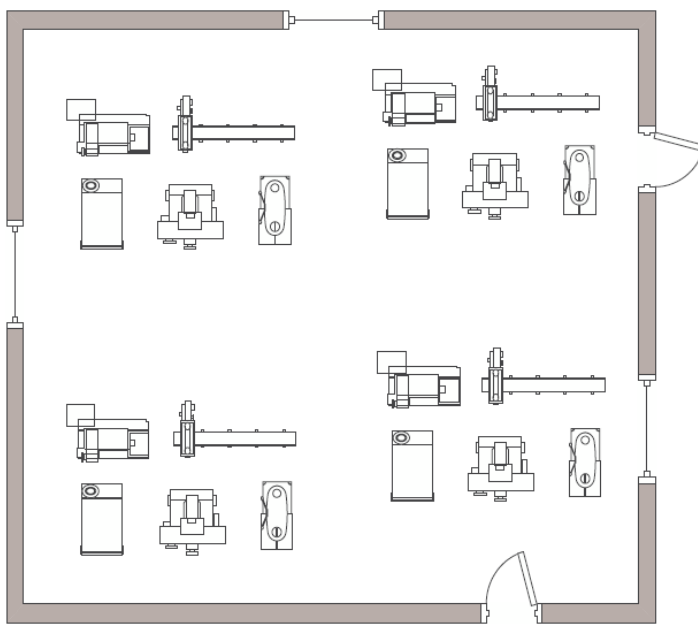
Fonte: Martins; Laugeni (2005).

#### c) Arranjo Físico Celular:

Carvalho et al.,(2007) ressalta no início da produção de um layout de tipo celular existe uma pré-seleção do produto que é levado para uma célula onde sofre

transformações, depois é levado para outra célula, localizado em um só local, onde as máquinas produzem o bem; é flexível quanto a lotes e centralizado, este arranjo do tipo celular procura unir as vantagens do arranjo físico por processo, com as vantagens do arranjo físico por produto como apresentado na (FIG. 4). A célula de manufatura consiste em arranjar em um só local, conhecido como célula, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro. O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários, porém o deslocamento ocorre em linha.

Figura 4 – Arranjo físico celular

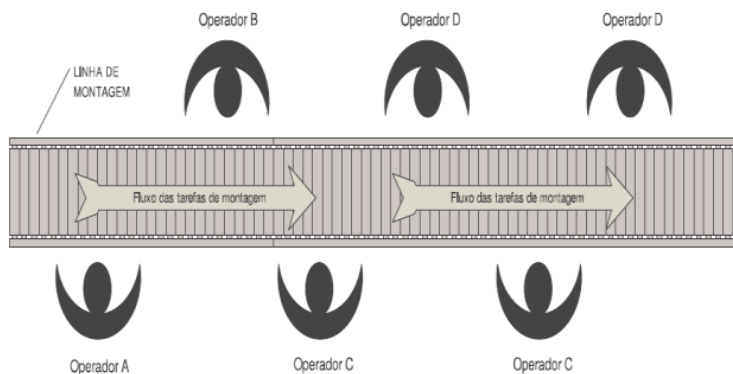


Fonte: Peinado; Graeml (2007).

d) Arranjo físico por Produto;

Segundo Carvalho et al.,(2010), o layout é mudado de acordo com o produto, os equipamentos são colocados em sequência de acordo com as operações, é pouco diversificado e tem alto custo financeiro em alguns casos; este arranjo é conhecido ainda como arranjo de fluxo ou de linha (FIG. 5).

Figura 5 - Arranjo físico por produto



Fonte: Peinado; Graeml (2007)

e) Arranjos Físico misto ou híbrido e flexível:

São aqueles que existem dois tipos de arranjos ou mais. Geralmente esse tipo de arranjo físico está relacionado a empresas de prestação de serviços.

A maioria das organizações usa uma combinação de tipos de arranjo físico básicos, utilizando cada tipo de arranjo físico em um departamento ou combinando algumas características básicas de vários arranjos físicos, obtendo um arranjo físico misto. (SLACK et al., 1997). Arranjo físico flexível consiste em arranjos que necessitam de constantes mudanças.

Como é comum o aumento de introdução de novos produtos, algumas empresas tentam aumentar a facilidade com que configuram e reconfiguram novos setores produtivos, novas células de produção, entre outros. Para isso, optam, quando possível, por tecnologias e equipamentos de menor porte (para facilitar sua movimentação para novas configurações), às vezes sobre rodas com demarcações no chão definindo setores ou células feitas, não com tinta, mas com fitas adesivas. (CORRÊA; CORRÊA, 2008, p. 419).

O arranjo físico misto é utilizado quando se deseja aproveitar as vantagens dos diversos tipos de arranjo físico conjuntamente (PEINADO E GRAEML, 2007).

### 3.3 Balanceamento de linha

Segundo Rocha (2005) balancear uma linha de produção é ajustá-la às necessidades da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, buscando unificar o tempo unitário de execução do produto. Uma linha de produção é formada por uma sequência de postos de trabalho, compondo estações,

dependentes entre si, cada qual com função bem definida e voltada à fabricação ou montagem de um produto. Os postos são as etapas que vão permitir a construção do item a ser fabricado. Nas etapas de fabricação do produto, cada posto ou estação de trabalho gasta determinado tempo para executar a tarefa que lhe cabe. Se o tempo que cada uma das estações gasta para fazer um produto é o mesmo, o balanceamento não tem problema. Ele já acontece e produzir mais ou menos depende somente da cadência ou velocidade imposta ao sistema. Se os tempos são diferentes, estudo adicional se faz necessário.

Monks (1987) defende que balanceamento de linha é a divisão das atividades de trabalho sequencial em postos de trabalho, para se obter uma alta utilização da mão de obra e do equipamento e assim minimizar o tempo ocioso.

De acordo com Peinado e Graeml (2007) o balanceamento da linha de produção consiste na atribuição de tarefas as estações de trabalho, de forma que todas as estações demandem aproximadamente o mesmo tempo para a execução das tarefas, minimizando assim o tempo ocioso.

A tarefa do balanceamento de linha é a de atribuir as tarefas aos postos de trabalho de forma a atingir uma dada taxa de produção, e de forma que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos (MOREIRA, 2000).

Rocha (2005) lembra, que administradores de produção desdobram-se em cálculos para achar uma forma de proporcionar o fluxo constante de um processo através da quantidade de postos de trabalho e, ao mesmo tempo, reduzindo ociosidades na linha. Quando essa racionalização é conseguida e as perdas são evitadas ao máximo, a empresa se torna mais competitiva dentro do mercado, pois se alcança produtividade esperada e diminuição de custos.

Dembogurski et. al (2008) ressaltam que, além de diferentes tipos de linha de produção, que levam a diferentes aplicações da técnica de balanceamento, uma mudança no ambiente de trabalho também deve ser levada em consideração. Distribuindo os funcionários dentro da linha de produção há uma melhoria no trabalho em equipe.

A finalidade do balanceamento é fazer com que uma atividade subsequente produza a mesma quantidade de uma precedente, de modo, a equilibrar a carga e a capacidade e reduzir os estoques intermediários no processo (SILVA et al., 2007).

Davis (2001) define as etapas do balanceamento de linha de produção da seguinte forma:

- Especificar a relação sequencial entre as tarefas, utilizando um diagrama de precedência;
- Determinar o tempo de ciclo necessário;
- Determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho;
- Selecionar uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
- Delegar tarefas, uma de cada vez, à primeira estação, até que a soma dos tempos seja igual ao tempo de ciclo. Repetir o processo nas estações seguintes;
- Avaliar a eficiência da linha.

### **3.3.1 Etapas para o Balanceamento de Linha**

#### **3.3.2 Tempo de Ciclo**

Segundo PEINADO E GRAEML, (2007) geralmente, o comprimento da linha e a quantidade de postos de trabalho são expressivos. Linhas de produção que variam de 30 a 200 funcionários são comuns na indústria. A sequência da realização das tarefas em uma linha de produção é definida e imposta pelo produto a ser fabricado. O balanceamento da linha de produção consiste na atribuição de tarefas às estações de trabalho que formam a linha, de forma que todas as estações demandem aproximadamente o mesmo tempo para a execução das tarefas a elas destinadas. Isto minimiza o tempo ocioso de mão-de-obra e de equipamentos.

Slack et al. (1997) fala que o tempo de ciclo deve ocorrer entre a finalização entre dois produtos, calculado considerando a demanda provável dos produtos ou serviços ao longo de um determinado tempo e a quantidade de tempo disponível para a produção durante o mesmo intervalo.

Para (ROCHA 2005) a linha é composta por uma série de fases que se complementam. Os postos de trabalho são organizados numa sequência lógica, seguindo um fluxo. Na linha, o produto leva algum tempo para passar por todas as etapas. Esse tempo é chamado de tempo de ciclo, determinado pela divisão do tempo de trabalho do posto pela quantidade de produtos que ele libera ou fabrica no mesmo tempo. Assim, o tempo de ciclo pode ser calculado pela equação:



$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Capacidade disponível}}{\text{demanda}} \quad (1)$$

Peinado e Graeml (2007) descrevem que o tempo de ciclo é o tempo que uma linha de produção demora para montar uma peça, é o tempo máximo permitido para cada estação de trabalho antes que a tarefa seja passada para a estação seguinte. O tempo de ciclo mínimo será igual ao tempo necessário para a execução da tarefa individual mais demorada e o tempo de ciclo máximo será a soma dos tempos de todas as tarefas.

### 3.3.3 Tempo Normal

De acordo com Barnes (1999) apud Blati et al. (2010, p. 24), o “tempo normal é o tempo necessário para que um operador qualificado execute a operação, trabalhando em um ritmo normal, sem levar em consideração tolerância alguma”. Entretanto, segundo os autores, ao longo do dia o trabalho do operador sofre interrupções, algumas por necessidades pessoais e outras por motivos alheios à sua vontade.

Moreira (2002) conceitua o tempo real ou normal como o tempo em que uma atividade está sendo efetivamente realizada, dependendo, portanto, do operador que está executando a atividade e também da situação em que o mesmo se encontra. Já na avaliação de ritmo dos tempos, Slack et al. (2002, p. 288) fazem a seguinte colocação:

Processo de avaliar a velocidade de trabalho do trabalhador relativamente ao conceito do observador a respeito da velocidade correspondente ao desempenho padrão. O observador pode levar em consideração, separadamente ou em combinação, um ou mais fatores necessários para realizar o trabalho, como a velocidade de movimento, esforço, destreza, consistência.

Em relação á velocidade em que um operador trabalha, Moreira (2002) descreve que quando o operador trabalha em ritmo normal, dizemos que a sua eficiência é de 100%, tendo-se que:

Eficiência = 100% - Velocidade Normal;

Eficiência > 100% - Velocidade Acelerada;

Eficiência < 100% - Velocidade Lenta.

### 3.3.4 Tempo padrão

Conforme Moreira (2002), o Tempo Padrão é o tempo necessário para a produção de um determinado item, sendo fundamental porque, a partir deste dado é que será possível determinar a eficiência do operador em relação a capacidade de produção ou capacidade projetada. De acordo com o autor, o tempo padrão é normalmente adotado como uma meta de produtividade, sendo um indicador para a análise e correção de falhas, ele afirma que para definirmos o Tempo Padrão devemos:

- Dividir a operação em atividades;
- Estabelecer quantos ciclos serão cronometrados;
- Analisar a V (velocidade) ou ritmo médio do operador.

Durante a operação ocorrem algumas interferências e quedas no ritmo da produção, que são consideradas como tolerâncias ou tempos de não produção. Moreira (2002) as descreve como:

- Tolerância pessoal (TP): necessidades pessoais do operador. Em média, utiliza de 2 a 5% do tempo da operação.
- Tolerância por fadiga (TF): essa indicação é usada para operações que necessitem dos operadores esforços muito grandes (trabalho pesado). Nesses casos, utiliza-se de 15 a 25% na indústria, em exposição a ambientes com ruídos, iluminação inadequada, etc., e 5% em escritórios.
- Tolerância para tempo de espera (TE): ocorre quando necessidade de manutenção não programada para máquinas com mau funcionamento, quebradas, ou ainda falhas nas ferramentas, parada por falhas acusadas pelos inspetores da qualidade e/ou auditores. A porcentagem é definida com base nos controles de produção, ou seja, estabelece-se uma média de ocorrências em um determinado período.

Tipos de esperas podem ser determinados por meio de estudos contínuos ou de amostragem do trabalho, feitas ao longo de um período de tempo suficientemente para se avaliar os valores encontrados (PEINADO & GRAEMI, 2007, p. 103).

De acordo com Barnes *Apud* (1999) o tempo-padrão é igual ao tempo normal mais as tolerâncias, ou seja, de acordo com o tempo normal (TN) médio e

tolerâncias, pode-se estabelecer a fórmula para o tempo-padrão (TP), conforme a equação:

$$TP = TN * \left[ 1 + \frac{Tp + Tf + Te}{100} \right] \quad (2)$$

Onde: TP: tempo padrão

TN: tempo normal

Tp: tolerância pessoal

Tf: Tolerância por fadiga

Te: tolerância para espera.

### 3.3.5 Número de Estágios

Slack et al. (1997) defende que este pode ser qualquer número entre um e diversas centenas, dependendo do tempo de ciclo envolvido, quantidade de trabalho necessário para completar o produto e/ou serviço este chamado de conteúdo de trabalho do produto/serviço, quanto maior o conteúdo de trabalho e menor seu tempo de ciclo, maior será o número de estágios necessário. Já para Martins; Laugeni (2005) defende que deve-se verificar se o número teórico de operadores é suficiente para os requisitos de produção, determinando o número real de operadores. Esse número real é determinado por simulação, distribuindo-se os trabalhos em postos e alocando-se a cada posto de trabalho o menor número de operadores possível conforme a equação:

$$\text{Nº de estações de trabalho} = \frac{\sum \text{tempos individuais}}{\text{tempo de ciclo}} \quad (3)$$

### 3.3.6 Índice de ociosidade

Peinado e Graeml (2007) defendem que por mais balanceada que a linha possa estar, sempre existirão estações de trabalho com atividades que demandam menor tempo de produção, o que acarretará na diminuição do ritmo do operador, nesse caso, trata-se de tempo ocioso, que pode e deve ser medido e controlado. O

percentual de tempo ocioso, na linha de produção é dado pela soma dos tempos ociosos de todas as estações que tiverem carga de trabalho inferior à maior carga destinada a uma estação, dividida pelo tempo total de trabalho sobre o produto, que é dado pelo número de estações de trabalho multiplicado pelo tempo de ciclo conforme.

$$\% \text{ de ociosidade} = \frac{\sum \text{tempos ociosos}}{\text{número de estações} * \text{tempo de ciclo}} \quad (4)$$

### 3.3.7 Tempo de Ressuprimento

Indica o tempo que o fornecedor demora a entregar um pedido de compra, quando se trata de item comprado, ou o tempo de produção, quando o item é fabricado internamente” (PEINADO & GRAEMI, 2007, p. 206).

Corrêa e Giansesi (1993, p.110) definem que o lead time, ou tempo de ressuprimento de um item, é o tempo necessário para seu ressuprimento. Se um item é comprado, o lead time refere-se ao tempo decorrido desde a colocação do pedido de compra até o recebimento do material comprado. Se referir-se de um item fabricado, o lead time refere-se ao tempo decorrido desde a liberação de uma ordem de produção até que o item fabricado esteja pronto e disponível para uso.

Segundo Slack et al. (2008) processos longos causam desperdícios, atrasos e acúmulo de estoques. Processos fisicamente reconfigurados para reduzir a distância percorrida e a cooperação entre a equipe podem ajudar a enxugar o fluxo. Ou seja, quanto menor o lead time de uma empresa mais rápido ocorrerá a conclusão dos produtos e, logicamente, os prazos de entrega melhoram. Da mesma forma, um lead time reduzido implica a diminuição de estoques intermediários e em seus custos.

### 3.3.8 Tempo Takt

Conforme Blati et al. (2010) Takt Time tem origem alemã, mais especificamente, na indústria aeronáutica alemã, Takt significa ritmo, sendo, portanto, a relação entre o tempo disponível para fabricação de um determinado item e a sua demanda.

Lean Enterprise Institute (2007) defende que o tempo Takt é obtido através da divisão do tempo que a produção tem para fabricar as peças pela demanda do seu cliente. Pode-se demonstrar o seu cálculo da seguinte forma:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível no período}}{\text{Demanda do mercado no período}} \quad (5)$$

A metodologia Lean busca a igualdade entre tempo de ciclo e takt time. Takt nada mais é do que o ciclo ideal, baseando-se na necessidade do mercado. Portanto, o tempo takt é um fator que dita o ritmo da produção, sendo que nos sistemas produtivos, quanto maior a otimização, redução de tarefas que não agregam valor, quanto mais enxuto for o processo, menor poderá ser o takt time.

Conforme Blati et al. (2010) pode-se concluir que o tempo Takt: Após o cálculo do Takt time, deve-se compará-lo com o Tempo de Ciclo. Caso o Takt time calculado for igual ou superior ao tempo de ciclo, o processo atende a demanda; do contrário, deve-se buscar a redução do Tempo de Ciclo, de maneira que ele seja, no mínimo, igual ao Takt time calculado.

### **3.3.9 Análise de tempos e movimentos**

#### **3.3.9.1 Estudo de Tempos**

O estudo de tempos, movimentos e métodos apresenta técnicas que visam a uma detalhada análise de cada operação de uma tarefa, objetivando eliminar qualquer elemento desnecessário à operação resultando no melhor e mais eficiente método para executá-la (PEINADO & GRAEMI, 2007).

Segundo Barnes (1999), o estudo de tempos e movimentos é um estudo dos sistemas de trabalho, que tem como principais objetivos:

- Determinar a melhor forma de executar as tarefas
- Determinar uma padronização para as atividades
- Conhecer o tempo necessário para uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando com ritmo normal, realizar determinada operação;
- Fornecer treinamento aos operadores sobre como trabalhar utilizando a melhor maneira.

Moreira (2002) aborda o estudo dos tempos com o conceito de medir o trabalho como sendo um período de tempo necessário para concluir determinada operação, portanto, o estudo de tempo é a determinação, com o uso de um cronômetro, do tempo necessário para se realizar uma tarefa. Segundo Slack et al. (2008, p. 287), estudo do tempo é uma técnica de medir o trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa, realizada sob condições especificadas.

De acordo com Blati et al. (2010), o estudo dos tempos tem como objetivos:

- Estabelecer padrões que serão utilizados na elaboração de programas de produção;
- Determinar a capacidade produtiva da empresa;
- Determinar o tempo necessário de produção para atender à demanda;
- Determinar o valor da mão-de-obra direta para cálculo do custo do produto;
- Fornecer dados para o estudo de balanceamento de operações.

Podemos afirmar que o estudo de tempos é considerado por muitos autores como uma ferramenta muito útil para prover o aumento da eficiência de uma fábrica (BARNES, 1999).

Para Laugeni & Martins (2002), os principais objetivos do estudo dos tempos são:

- Definir padrões para os programas de produção;
- Disponibilizar dados para definir custos padrões;
- Ter uma estimativa do custo de produtos novos;
- Disponibilizar dados que possibilitem o balanceamento da produção.

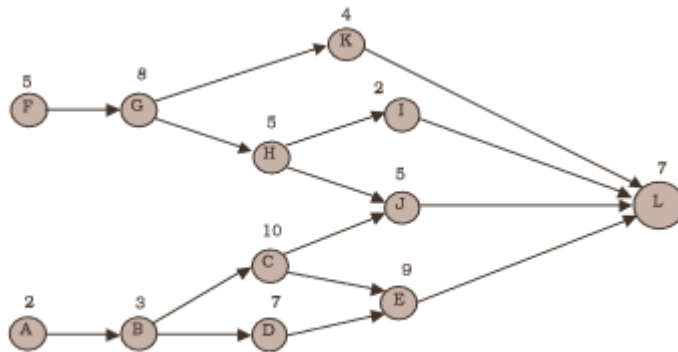
### **3.3.9.2 Diagrama de Precedência**

Peinado e Graeml (2007) relatam que deve-se determinar quantos centros de trabalho e quais tarefas cada centro deve executar para produzir unidades por hora de determinado produto montado.

Davis (2001) defende que especificar a relação sequencial entre as tarefas utilizando um diagrama de precedência (FIG. 6). O diagrama tem círculos e setas, os círculos representam tarefas individuais, as setas indicam a ordem do desempenho

da tarefa, e os números sobre os círculos representam o tempo necessário para realização de cada tarefa.

Figura 6 - Diagrama de precedência



Fonte: Peinado; Graeml (2007).

Segundo Slack et al. (2008), o diagrama de precedência é uma técnica que ordena os elementos que compõem o conteúdo de trabalho do produto/serviço, assim cada elemento é representado por um círculo, e esses são ligados por setas que representam o ordenamento dos elementos.

Conforme Rocha (1995), a finalidade do estudo dos tempos e movimentos é a busca pela melhor maneira de realização das tarefas, tanto de máquinas como de pessoas, com foco na redução da ociosidade e das atividades desnecessárias.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A empresa estudada atua no ramo de confecção de vestuário na cidade de Formiga–MG escoando sua produção de peças jeans por todo Brasil, ela se orgulha de ser uma empresa que respeita os padrões de qualidade, produzindo peças para grandes marcas reconhecidas nacionalmente além de ser competitivamente ativa diante de um mercado desafiador visto que a economia local se baseia em sua maioria em fábricas têxteis.

As técnicas utilizadas são de natureza quantitativa, uma vez que se utilizaram fórmulas e cálculos a fim de garantir a precisão de resultados e evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando uma margem de segurança quanto às sugestões e colocações resultantes deste estudo. Conforme Chiavenato (1983), os métodos quantitativos apresentam vantagens, tais como: descobrir e entender os fatos de uma situação melhor do que permitiria uma descrição qualitativa; descobrir relações existentes entre vários aspectos do problema, que não transpareciam por si só na descrição verbal; estabelecer medidas para a eficácia; explicar situações, que no passado não foram esclarecidas, ao proporcionar relações de causa e efeito; tratar do problema em seu conjunto e considerar todas as variáveis principais simultaneamente; como os fatores que integram um problema são tão numerosos, apenas os modelos matemáticos de processamento de dados permitem proporcionar respostas imediatas e em escala gigantesca, através de computadores e equipamentos eletrônicos.

Com relação aos requisitos teóricos, os procedimentos metodológicos baseiam-se em revisão bibliográfica, ou seja, é um estudo desenvolvido através de pesquisas em materiais como livros, periódicos e materiais de acesso eletrônico disponíveis ao público em geral, sendo que a coleta dos dados foi realizada através de acompanhamento e documentos disponibilizados pela empresa em que se realizou o estudo. A etapa da coleta de dados foi realizada da seguinte forma prática: identificação do layout que por consequência trará parâmetros para seu estudo e análise conforme os autores definem, análise dos tempos, através dos tempos cronometrados na linha de produção da empresa e aplicação do método de balanceamento de linha. Por fim a descrição dos resultados através de tabelas do excel, e plantas feitas no Auto Cad.



Os recursos necessários para a realização desta pesquisa consistem em um cronômetro para medir os tempos gastos em cada tarefa da linha de produção, um computador no qual será utilizados softwares como Excel, Auto Cad, para melhor análise dos dados coletados, além de impressos para registro das informações colhidas na empresa.

Os dados foram classificados e demonstrados em formas de tabelas e desenhos para a melhor visualização dos resultados obtidos.

## 5 ANÁLISE E RESULTADOS

Este estudo apresenta uma análise do balanceamento em uma linha de produção e os resultados de pesquisa na empresa considerada. O mesmo está dividido em três partes que correspondem: Caracterização da empresa; Fluxo do processo; Apresentação das propostas de melhorias.

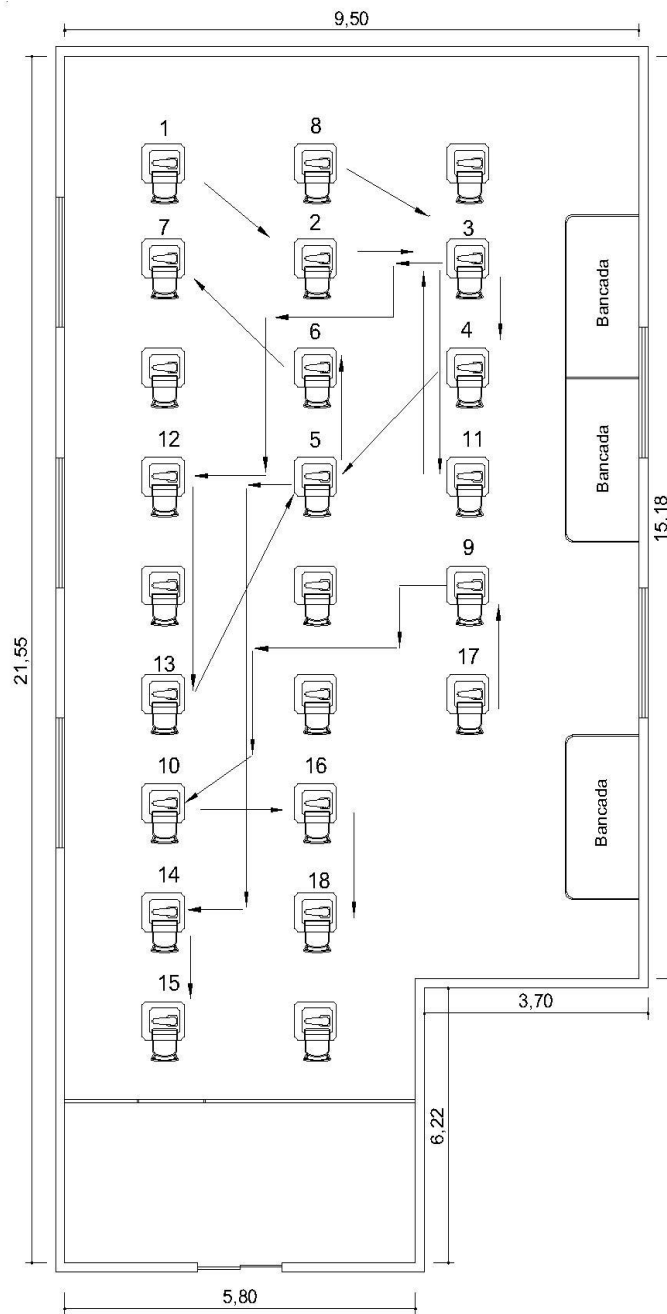
### 5.1 Caracterização da empresa

A empresa de confecção na qual se realizou os estudos, se localiza no interior de Minas Gerais, presente a mais de 7 anos, confeccionando peças do vestuário feminino e masculino como calças, saias e shorts. Na data em que se realizou o estudo para este trabalho estava sendo fabricado um modelo de uma calça básica sem muitos recortes e detalhes para atender as exigências do cliente. A empresa conta atualmente com 20 colaboradores diretos no qual estão distribuídos entre 25 estações e 3 bancadas.

A demanda atual da empresa se baseia em número de pedidos dos seus clientes, na data do estudo, eram confeccionadas 500 peças/dia, não estando no seu nível máximo de produção devido a retração do mercado financeiro. As peças jeans chegam cortadas no tamanho ideal por uma outra empresa, são separadas e encaminhadas para o início do fluxo onde se localiza a primeira estação da confecção seguindo as operações necessárias e sequenciais no processo. O estudo do arranjo físico feito na empresa em estudo teve como objetivos uma melhor utilização do espaço disponível, a redução da movimentação de materiais e pessoal com um fluxo mais racional. A empresa apresenta um arranjo físico por produto (linear), no qual as estações de trabalho são dispostas numa sequência com base no processo dos produtos, composta por 3 fileiras não se preocupando com movimentações desnecessárias, ocasionando um fluxo descontínuo entre uma fileira e outra, havendo estações em que o operador se dispõe mais uma vez para executar a tarefa, resultando desperdícios no fluxo, o que pode ser estudado e avaliado para melhor eficiência e rentabilidade da empresa.

A FIG. 7 mostra a planta baixa do chão de fábrica da empresa, na qual se verifica um arranjo físico linear, exemplificando com as setas a movimentação da matéria-prima para se confeccionar a parte frontal da calça.

Figura 7 – Layout da fábrica



Fonte: O autor (2015)

## 5.2 Fluxo do processo

Na definição de Barnes (1999), o gráfico do fluxo do processo é utilizado para descrever o processo de forma mais sintetizada, para possibilitar a compreensão de suas particularidades e, em um segundo estágio, definir melhorias. Para o autor

existem quatro enfoques que devem ser considerados no desenvolvimento de possíveis soluções de melhorias de processos, que são:

- Eliminar todo o trabalho desnecessário;
- Combinar operações e elementos;
- Modificar a sequência das operações;
- Simplificar as operações essenciais.

Para confeccionar o gráfico do fluxo de processo, primeiramente, foi necessário conhecer e listar todas as etapas envolvidas na produção dos componentes. O processo para a produção da calça na sua totalidade apresenta 18 operações, enumeradas a seguir:

1. Pregiar o espelho no forro
2. Pregiar espelho na parte da frente
3. Prespontar a boca do bolso
4. Pregiar zíper
5. Unir gancho e fazer volta
6. Rodar bolso
7. Prender casamba
8. Engansar pala e gancho
9. Pregiar bolso
10. Fechar calça
11. Prespontar pernas
12. Fechar lateral
13. Prespontar lateral
14. Fazer barra
15. Pregiar cóis
16. Fazer ponta cóis (acabamento)
17. Fazer ponta cóis (acabamento)
18. Fazer casa

Utilizando todas as tarefas listadas anteriormente, o fluxo do processo da fabricação da peça em estudo apresentou uma sequência de atividades bem definidas, é importante ressaltar que na data do estudo, para calça confeccionada não eram utilizadas todas as máquinas disponíveis da fábrica, por se tratar de uma peça mais simples.

Para se obter o tempo disponível, seguiu-se algumas etapas: dividir a operação em elementos e realizar uma cronometragem para obter os dados necessários para determinação do número necessário de ciclos demonstrados conforme mostrado na (TAB.1). O tipo de leitura utilizado na tomada de tempos das etapas de produção da calça, foi o repetitivo, no qual os ponteiros do cronômetro são retornados a zero ao fim de cada elemento. No início do primeiro elemento, retorna-se o ponteiro ao zero pressionando o botão do cronômetro. Ao fim do primeiro, lê-se o cronômetro, retorna-se o ponteiro ao zero e registra-se a leitura. De maneira semelhante, observam-se os demais elementos.

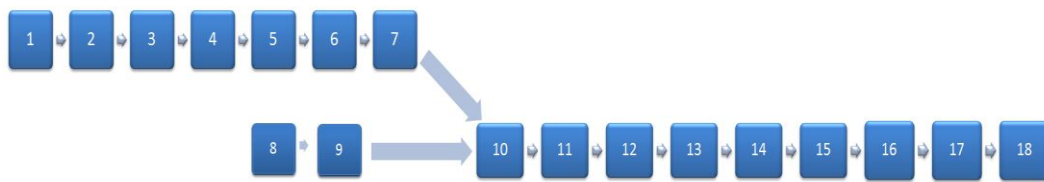
Tabela 1 - Tempo gasto em cada tarefa

Tarefa	Tempo (s)
1	18
2	32
3	18,13
4	21,47
5	42,33
6	10
7	36,86
8	55
9	56
10	10,72
11	15,09
12	20,11
13	32,25
14	28,86
15	30,82
16	26,84
17	31,64
18	10,93
<b>Total</b>	<b>497,05</b>

Fonte: O autor (2015)

A partir dos tempos cronometrados, foi estabelecido o diagrama de precedência do processo respeitando-se a sequência lógica para confecção da peça como também a distribuição dos postos de trabalho, conforme (FIG.8):

Figura 8 - Diagrama de Precedência



Fonte: O autor (2015)

Feito o diagrama, foram estabelecidos dois balanceamentos distintos em que foram agrupados as atividades na sua precedência conforme TAB. 2 a seguir:

Tabela 2 - Alocações de estações de trabalho

ESTAÇÃO	TEMPO DISPONÍVEL(s)	ALOCAÇÃO	TEMPO OCIOSO(s)
A	57,6	1;2	7,7
B	57,6	3;4	18
C	57,6	5;6	5,3
D	57,6	7	20,74
E	57,6	8	2,6
F	57,6	9	1,6
G	57,6	10;11;12	0,75
H	57,6	13	25,35
I	57,6	14	1,9
J	57,6	15;16	0
L	57,6	17;18	15,03

Fonte: O autor (2015)

As 18 operações necessárias para a confecção da calça foram agrupadas em estações de trabalho seguindo a EQUAÇÃO 3 onde se encontrou teoricamente 9 estações de trabalho no mínimo para realização das tarefas, não prejudicando a sequência das atividades e respeitando o tempo disponível do processo encontrado  $TC = 57,6$  s como demonstrado na tabela (TAB. 2). A partir do valor do tempo disponível ou tempo de ciclo, subtraiu-se os valores gastos em cada atividade resultando no valor do tempo ocioso de cada estação ou seja o valor que cada estação fica ociosa até a próxima operação, cada posto de trabalho apresenta sempre algum tempo ocioso, já que na prática não se consegue uma eficiência de 100%. Ciente disso na estação de trabalho A alocou-se as atividades 1 e 2 somente, visto que se fosse alocado a atividade 3 o tempo disponível máximo seria excedido.

A estação B e C também foram alocados atividades dessa mesma forma para que se fosse respeitado o tempo disponível. Na estação D a operação 7 foi alocada isoladamente devido ao seu elevado tempo de execução gasto na atividade, assim como as atividades 8 e 9. Na estação G pode-se alocar 3 atividades pois o somatório dos seus tempos não excederiam o tempo disponível, além de resultar em um menor tempo ocioso para estação, o que torna a estação mais eficiente, novamente as estações H e I pode-se alocar somente uma atividade em cada, devido a atividade 14 ter um elevado de tempo de execução, impossibilitando de se unir com a atividade 13 disponível. A estação J alocou-se as atividades 15 e 16 gastando todo o tempo disponível, logo não se obteve tempo ocioso na estação. A estação L alocou-se as atividades 17 e 18 obtendo um somatório como sendo menor ao tempo disponível do processo.

A TAB. 3 foram feitas novas alocações distintas, seguindo os mesmos passos da construção da TAB.2.

Tabela 3 - Alocações de estações de trabalho

ESTAÇÃO	TEMPO DISPONÍVEL(s)	ALOCAÇÃO	TEMPO OCIOSO(s)
A	57,6	1;2	7,7
B	57,6	3;4	18
C	57,6	5;6	5,3
D	57,6	7;10	10,02
E	57,6	8	2,6
F	57,6	9	1,6
G	57,6	11;12	22,4
H	57,6	13	25,35
I	57,6	14;16	1,9
J	57,6	15;18	15,85
L	57,6	17	25,96

Fonte: O autor (2015)

Porém notou-se que quando calculado as eficiências de ambas alocações; os resultados encontrados foram os seguintes:

- Eficiência das alocações da TAB.2: 84,38%
- Eficiência das alocações da TAB.3: 80,66%;

Diante disso a melhor opção em termos de eficiência para o estudo, foram os resultados das alocações da TAB.2, o que em termos relativos uma grande vantagem no que se refere a processos produtivos, já que grande parte das atividades realizadas nem sempre são realmente necessárias. A partir desses dados, e a aplicação do método foi verificado uma nova proposta para melhoria da empresa em questão.

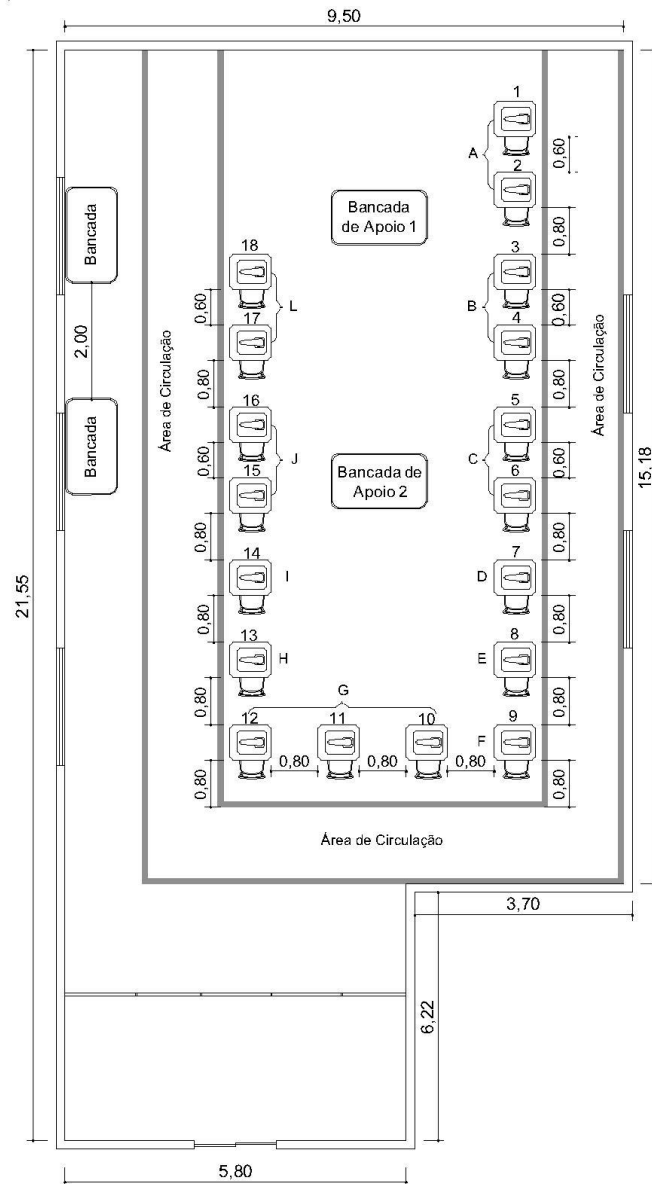
### **5.3 Proposta de melhorias**

Com estudo conseguiu-se um melhor posicionamento dos postos de trabalho, sendo antes 3 fileiras distintas com grandes movimentações desnecessárias. Após aplicado o método proposto a produção se dispõe em um arranjo físico do tipo linear em forma de U, conforme ilustrado na FIG.9, com uma área de circulação para passagem de pessoas indiretas a produção conforme descrito na NR 12, deixando um espaço suficiente para circulação em torno das máquinas, a fim de permitir seu livre funcionamento, ajuste, reparo, e manuseio dos materiais e produtos acabados sem haver interferência no processo, resultando também, maior conforto dos funcionários. Também foi reposicionado o início e o fim do processo devido a metragem do local, como também se reposicionou as bancadas, pois elas servem de apoio para as últimas atividades do processo, além de agora estarem do lado com uma maior área para comodidade dos colaboradores.

Os ajustes realizados também visavam melhorias no abastecimento de matérias-primas visto que antes eram dispostas aleatoriamente ao redor das estações causando desperdícios na movimentação dos colaboradores mais distante, já no novo layout proposto toda matéria-prima (tecido, forro) fica posicionada ao centro dos postos à disposição de todas as estações de trabalho facilitando os colaboradores na movimentação do processo seguinte e reduzindo movimentações longas e desnecessárias.



Figura 9 –Layout proposto para fábrica



Fonte: O autor (2015).

O levantamento dos tempos, dos métodos de trabalho e do arranjo físico utilizado demonstram que é possível melhorar o fluxo da produção e economizar distâncias em atividades que não agregam valor ao produto e que por sua vez precisam ser melhoradas.

A proposta visava eliminação desperdícios da produção que saía das estações bem como a melhor utilização do espaço disponível, buscava também uma aproximação das estações em relação as matérias primas do processo, a fim de gerar um fluxo contínuo eliminando assim as perdas como esperas, movimentação, entre outros.

## **6 CONCLUSÃO**

Conclui-se que após a aplicação do método do balanceamento de linha e análise do arranjo físico da empresa, espera-se melhorias no fluxo do processo da fabricação das calças, pois gerou-se um ambiente mais eficiente, resultando em corte de desperdícios de movimentações, como também melhorias notáveis na disposição das máquinas resultando em um layout mais funcional com estações corretamente balanceadas.

## REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho**. 6.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

BLATI, A. C. et al. **Balanceamento de operações: Aplicação da ferramenta de balanceamento de operações em uma linha de produção de bombas de combustíveis**. 75f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.

BORBA, M.; – **Arranjo Físico** [Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de engenharia de Produção e Sistemas], - 1998. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/8862194/Apostila-Arranjo-Fisico>. Acesso em: 05 mai. 2015.

CARVALHO, D. S.; RESENDE. S, D.; SOUZA N, S; LIMA, R, F.; **Implantação de um arranjo físico (layout) e sua relevância para a dinamicidade organizacional no processo de produção**: Revisão Bibliográfica. [artigo científico] – 2010. Disponível em:< <http://www.uespi.br/novosite/wp-content/uploads/2011/05/Implanta%E7%E3o-de-um-arranjo-f%E2%80%90e-sua-relev%E2%80%90ancia-para-a-dinamicidade-organizacional-no-processo-de-produ%E7%E3o1.pdf> >. Acesso em: 05 mai. 2015.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. S. Paulo: Mc Graw-Hill, 3ª edição, 1983.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, GIANESI, I. G. N. CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP conceitos, uso e implantação**. São Paulo : Atlas.2001.

CRUZ-MOREIRA, J.R. **Industrial Upgrading nas Cadeias Produtivas Globais: reflexões a partir das indústrias têxteis e do vestuário de Honduras e do Brasil**. (Tese de Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, SP: USP, 2003.

CURY, A. **Organização e métodos: uma visão holística**. 7. ed. São Paulo: Atlas. 2000.

DAVIS, M, et al. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre. Bookman. 2001.

DEMOGURSKI, R. A.; OLIVEIRA M. de; NEUMANN C. **Balanceamento de Linha de Produção**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_069\\_490\\_11644.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_490_11644.pdf). Acesso em: 05 mai 2015.

DE PAULA.; **Indústria em Minas Gerais: origem e desenvolvimento** [Programa de Pós-Graduação em História Econômica do Instituto de Economia da Universidade

Estadual de Campinas (UNICAMP)], - 2001. Disponível em:

<http://core.ac.uk/download/pdf/6519789.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2015.

GURGEL, A. do F. – **Logística Industrial**. São Paulo, Editora Atlas, 2008.

LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

LEAN MANUFACTURING. **Gestão Industrial: Lean Manufacturing**. Disponível em:< <http://gestaoinustrial.com/leanmanufacturing.htm>>. Acesso em: 09 junho.

MARTINS; LAUGENI. **Administração da Produção**. São Paulo . Saraiva, 2005.

MONKS, J. G. **Administração da produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 5.ed. São Paulo: Pioneira, 2000

OLIVEIRA, M. T. R. Indústria Têxtil Mineira no Século XIX. In: **Anais do XXI Encontro Nacional de Economia**, ANPEC, vol. 01, Belo Horizonte: 1993.

PEINADO, J.; GRAEMI, A. R. **Administração da Produção. Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

ROCHA, D.R. **Balanceamento de linha–Um enfoque simplificado: material preparado por Duílio Reis da Rocha** em 14/04/05. Disponível em <http://www.fa7.edu.br/rea7/artigos/volume2/artigos/read3.doc>. Acesso em 05 mai. 2015.

SILVA, G. G. M. P. **Implantando a manufatura enxuta: um método estruturado**. 2009, 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009

SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Traduzido por Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa – 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

\_\_\_\_\_. **Administração da Produção**. Trad. de M. T. C. de Oliveira, F. Alher. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_. **Gerenciamento de operações e de processos**. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Tradução de Ana Beatriz Rodrigues, Priscila Martins Celeste. 5.ed. Rio de Janeiro: Editora Campus,1998.