

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR – MG**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**BRENDA PINHEIRO**

**PROPOSTA DE LAYOUT EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÃO COM BASE NOS  
ESTUDOS DO OEE**

**FORMIGA – MG**  
**2017**

BRENDA PINHEIRO

PROPOSTA DE LAYOUT EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÃO COM BASE NOS  
ESTUDOS DO OEE

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Engenharia de  
Produção do UNIFOR– MG, como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel  
em Engenharia de Produção.  
Orientador: Prof. Daniel Gonçalves Ebias.

FORMIGA – MG

2017

P654 Pinheiro, Brenda.

Proposta de layout em uma empresa de confecção com base nos estudos do OEE / Brenda Pinheiro. – 2017.

56 f.

Orientador: Daniel Gonçalves Ebias.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga-UNIFOR, Formiga, 2017.

1. OEE. 2. Redução de perdas. 3. Arranjo físico. I. Título.

CDD 658.5

BRENDA PINHEIRO

PROPOSTA DE LAYOUT EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÃO COM BASE NOS  
ESTUDOS DO OEE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Engenharia de Produção do UNIFOR–  
MG, como requisito parcial para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Daniel Gonçalves Ebias  
Orientador

---

Prof. Bruno Moreira  
UNIFOR-MG

Formiga, 07 de novembro de 2017.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível. ”

Charles Chaplin.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus por iluminar e guiar meus passos, tornando possível cada vitória alcançada.

Aos meus pais, por todo amor, dedicação, conselhos, ensinamentos, apoio, e por me guiarem durante toda minha trajetória.

Aos meus amigos e familiares, por todo apoio e conselhos, ajudando a me fortalecer ao longo dessa caminhada.

Aos meus professores, que no decorrer desses cinco anos, proporcionaram aprendizado e conhecimento, me incentivando a cada dia mais. Em especial, agradeço ao meu orientador Daniel Gonçalves Ebias, por toda a dedicação, ensinamentos e conselhos durante os cinco anos de curso, e principalmente, ao decorrer da elaboração deste trabalho, e ao Professor Alexandre Dezem Bertozzi, que além de ser um professor exemplar, se tornou um grande amigo.

## RESUMO

Este trabalho visa medir o grau de eficiência e analisar o processo operacional em uma empresa de confecção, situada no Centro Oeste de Minas Gerais, utilizando o indicador de medidas OEE (Eficiência Geral do Equipamento) e estudos de arranjo físico. O OEE foi elaborado após um estudo realizado, sobre as seis grandes perdas da produção, onde foi desenvolvido por Seiichi Nakajima, um membro do sistema Toyota de Produção. Para calcular a eficiência da empresa é necessário calcular três elementos, sendo: disponibilidade, performance e qualidade. Para a obtenção dos dados necessários da empresa, foi elaborada uma lista de dados fundamentais para efetuar os cálculos do OEE, onde foi preenchida diariamente, durante o período de um mês. Após análises, foi possível verificar que a empresa possui um índice de eficiência equivalente à 63% e que o gargalo da empresa se encontra no alto fluxo de movimentação gerado durante o processo operacional. Assim, através dos estudos do arranjo físico, utilizando o método de Guerchet, que proporciona encontrar o valor da área do ambiente de trabalho necessário, e o método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP), conhecido por, apresentar em formato de mapa de relacionamento, o grau de importância de proximidade entre um equipamento e outro, foi desenvolvido um novo layout para a empresa, visando reduzir o fluxo de movimento gerado durante o processo de produção, alocando os maquinários e equipamentos de maneira a reduzir o tempo gasto dos funcionários ao se direcionarem ao processo seguinte de cada operação. Com este estudo, foi possível reduzir 32,21m de fluxo de movimentação desnecessários, visando assim, maior eficiência, produtividade, e consequentemente, maior lucratividade para a empresa.

Palavras-chave: OEE. Redução de Perdas. Arranjo Físico.

## **ABSTRACT**

This work aims to measure the efficiency level and analyze the operational process in a garment company located in the Center West of Minas Gerais, using the indicator of measures OEE (Overall Equipment Effectiveness) and studies of physical arrangement. The OEE was developed after a study carried out on the six major production losses, where it was developed by Seiichi Nakajima, a member of the Toyota Production System. To calculate the efficiency of the company it is necessary to calculate three elements, being: availability, performance and quality. In order to obtain the necessary data of the company, a list of fundamental data was compiled to carry out the calculations of the OEE, where it was filled daily, during the period of one month. After analysis, it was possible to verify that the company has an efficiency index equivalent to 63% and that the bottleneck of the company is in the high flow of movement generated during the operational process. Thus, through the physical arrangement studies, using the Guerchet method, which provides find the value of the required desktop area, and the Systematic Layout Planning (SLP) method, known for, present in relationship map format , The degree of importance of proximity between one equipment and another, a new layout was developed for the company, aiming to reduce the flow of movement generated during the production process, allocating machinery and equipment in a way to reduce the time spent by employees to the To the next process of each operation. With this study, it was possible to reduce 32,21m of unnecessary flow of movement, aiming at higher efficiency, productivity and, consequently, greater profitability for the company.

**Keywords:** OEE. Loss Reduction. Physical Arrangement.

## LISTA DE SIGLAS

1. TPM – Total Productive Maintenance .....	16
2. OEE – Overall Equipaments Effectiveness .....	19
3. SLP – Planejamento Sistemático de Layout .....	25

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 .....	20
Equação 2 .....	20
Equação 3 .....	20
Equação 4 .....	21
Equação 5 .....	24
Equação 6 .....	24
Equação 7 .....	25

## LISTA DE FIGURAS

1. Diagrama de relacionamento.....	26
2. Diagrama de inter-relações.....	27
3. Diagrama de inter-relações em escala.....	28
4. Diagrama de fluxo de movimentação atual durante o processo produtivo.....	31
5. Diagrama de inter-relações em escala.....	32
6. Layout atual da empresa.....	34
7. Entrada da empresa.....	34
8. Campo de visão do operador de distribuição.....	35
9. Diagrama de relacionamento.....	40
10. Diagrama de fluxo de movimentação proposto durante o processo produtivo.....	44
11. Diagrama de inter-relações em escala do layout proposto.....	46
12. Proposta do novo layout da empresa.....	48
13. Entrada da empresa no novo layout.....	49
14. Campo de visão do operador de distribuição no novo layout.....	50

## **ANEXO**

1. ANEXO A – Dados coletados da empresa para cálculo do OEE .....	56
---	----

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVOS .....	14
2.1	Objetivo geral .....	14
2.2	Objetivos específicos .....	14
3	JUSTIFICATIVA .....	14
4	PROBLEMA .....	15
5	REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
5.1	Confecção .....	15
5.2	TPM (Manutenção Produtiva Total) .....	16
5.2.1	Seis grandes perdas da produção .....	17
5.2.2	Oito pilares da TPM .....	18
5.3	OEE (Eficiência Geral do Equipamento) .....	19
5.3.1	Cálculos do OEE .....	20
5.4	Arranjo físico .....	21
5.4.1	Arranjo físico por processo .....	22
5.4.2	Arranjo físico por produto .....	22
5.4.3	Arranjo físico posicional .....	23
5.4.4	Arranjo físico celular .....	23
5.4.5	Arranjo físico misto .....	23
5.5	Método de Guerchet .....	24
5.6	SLP (Método de Planejamento Sistemático de Layout) .....	25
6	MATERIAIS E MÉTODOS .....	28
6.1	Local de estudo .....	28
6.2	Método de coleta de dados .....	29
7	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	29
8	CONCLUSÃO .....	51
	REFERÊNCIAS .....	52
	ANEXO A .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico as empresas buscam cada vez mais acompanhar as tendências de mercado, visando obter maior satisfação de seus clientes. Para isso é necessário que a empresa disponha de produtos com qualidade, através de um processo enxuto, e possua capacidade de produção que atenda à demanda.

Para conseguir alcançar a qualidade almejada dos produtos e acompanhar o mercado, é necessário identificar os gargalos de produção. Utilizando o indicador de medidas OEE (*Eficiência Geral do Equipamento*), é possível medir a eficiência da empresa e propor melhorias, buscando reduzir perdas por defeito, *setup*, quebras e paradas, já que o mesmo avalia a disponibilidade, performance e qualidade dos produtos gerados.

Outro aspecto importante é o fluxo de movimento gerado no ambiente de trabalho, o qual é possível ser analisado através de estudos de arranjo físico. Utilizando o Método de Guerchet, encontra-se o valor da área necessária para realizar determinado processo de produção, e com o estudo do método SLP (*Planejamento Sistemático de Layout*), é possível indicar o melhor posicionamento de máquinas e equipamentos, inseridos no ambiente de trabalho, de modo que reduza o fluxo de movimentação gerado durante o processo de produção, aumentando assim a eficiência da empresa.

Desse modo, este estudo de caso visa analisar os processos e o fluxo de movimento gerado dentro de uma empresa de confecção, e utilizando o indicador de medidas OEE e estudos de arranjo físico, propor melhorias a fim de gerar maiores benefícios para a empresa, tais como redução no fluxo de movimentação durante o processo produtivo, e melhor disposição dos maquinários e matéria prima utilizada, ampliando a capacidade de produção, eficiência e o lucro da empresa.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Este estudo de caso tem como objetivo analisar o fluxo de movimento e os processos ocorridos durante a produção em uma empresa de confecção.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Descrever o atual layout da fábrica.
- Realizar uma cronoanálise das operações realizadas na fábrica.
- Aplicar o OEE nos dados temporais coletados.
- Propor um novo layout utilizando o método SLP, com base nos resultados do OEE.

## **3 JUSTIFICATIVA**

Com o estudo do OEE em uma empresa é possível analisar cada processo ocorrido, obtendo dados como, perdas devido quebras/falhas, perdas por setup, perdas por paradas e perdas por defeitos de qualidade. Com esses dados é possível realizar um levantamento e analisar o melhor método para reduzir as perdas existentes na empresa. Outro estudo com relevância é sobre o arranjo físico, que visa melhorar o ambiente de trabalho, reduzindo o fluxo de movimento durante o período de trabalho. A empresa de confecção que será estudada, atua com diversidade em sua produção, necessitando de maior planejamento em seu layout para atender as necessidades impostas pelo modelo trabalhado em seu processo. Com base nos dois estudos é possível propor melhorias para a empresa que visa a ampliação da eficiência através de redução de perdas que ocorrem durante o processo produtivo, assim, o trabalho justifica-se pela importância econômica.

## **4 PROBLEMA**

Durante o processo de produção realizado em uma empresa de confecção são realizadas diversas paradas, sejam por trocas de linha, agulhas quebradas, paradas por necessidades fisiológicas, problemas técnicos nas máquinas, entre outras, ocasionando redução na capacidade de produção e conseqüente diminuição da eficiência do processo. Seria possível reduzir estas perdas ocorridas durante o processo de produção com uma mudança no layout?

## **5 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **5.1 Confecção**

De acordo com Mesacasa (2012), a moda surgiu na segunda metade do século XIV, na Europa Medieval. Desde então, a confecção de roupas se encontra presente em nosso dia a dia, já que a fabricação de vestimentas é fundamental para proteger os seres humanos, das baixas e altas temperaturas, existentes em diversos lugares do planeta.

O termo confecção trata da transformação dos tecidos utilizados para a fabricação de peças, em produtos acabados para serem entregues ao usuário. Um estudo levantado pelo ABIT/IEMI (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção), Bradesco, em 2015, consta que o faturamento da cadeia têxtil, é representado por 1,3% de fibras e filamentos, responsáveis por produzirem a matéria prima para a indústria têxtil, 29,0% de têxtil, encarregado por produzir os tecidos, e consideráveis 69,7% de confecção, sendo subdividido por vestuário, linha lar, meias e acessórios e outros.

De acordo com um estudo realizado pelo DEPEC – Bradesco (Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos), em 2016, a região Sudeste, no Brasil, é considerada predominante no setor de confecções do país, e centraliza a maioria das empresas exportadoras.

Com o crescimento constante da demanda, foi necessário desenvolver métodos de produção mais eficazes, porém, segundo Costa e Rocha (2009), os investimentos tecnológicos para esse setor são escassos, possuem baixa eficiência

produtiva, afetando a capacidade de investimento e o porte das indústrias. Desse modo, essa pesquisa foi desenvolvida buscando ampliar os recursos e resultados durante o processo de produção. De acordo com Hansen (2006), as fábricas são como os corações da empresa, sendo fundamental investir em manutenção e construção de fábricas eficazes, para permanecer no mercado.

## **5.2 TPM (*Manutenção Produtiva Total*)**

Com o avanço tecnológico e clientes cada vez mais exigentes por produtos com qualidade, as empresas buscam eliminar os gargalos afim de atender a demanda com maior eficiência. Para que isso fosse possível, foi desenvolvida a metodologia TPM que visa maior eficiência para a empresa analisando cada processo de produção, com a participação de todos os integrantes presentes no processo. Segundo Jain *et al.* (2015), a metodologia TPM amplia o compromisso dos operadores das máquinas, inseridos no processo produtivo, a constatar irregularidades nos equipamentos, efetuar manutenções básicas nos maquinários, e conservar o ambiente de trabalho limpo e organizado.

As primeiras indústrias a adequarem a metodologia TPM foram a Toyota e Nissan. Com os resultados obtidos, diversas empresas em outros segmentos, se adequaram a metodologia buscando ampliar seus resultados. Segundo Suzuki (1994), o fundamento para a amplificação da metodologia TPM, se dá devido ao efeito causado ao se adequar a essa proposta, já que expande o grau de conhecimento dos operadores, de modo a ampliar sua competência ao exercer sua função, aumentando assim, a eficiência do processo produtivo.

Como foi visto, a TPM visa eliminar os gargalos e reduzir as perdas e custos gerados durante o processo de produção. De acordo com Santos e Santos (2010), a TPM é um sistema desenvolvido com o intuito de ampliar a eficiência da manutenção, buscando eliminar ou reduzir a carência na manutenção, desse modo, consegue ampliar a eficiência e o período de vida dos equipamentos. Para que isso seja possível, é necessário compreender e eliminar as seis grandes perdas da produção, que são, quebra devido a falhas no equipamento, perdas por setup e ajustes de linha, pequenas paradas e operações em vazio, redução da velocidade de operação, defeitos de qualidade e retrabalhos, e perdas por rendimento.

### 5.2.1 Seis grandes perdas da produção

A metodologia TPM trata do comprometimento dos funcionários no ambiente de trabalho, onde, através da capacitação para realizar atividades corretivas, e manter o ambiente de trabalho limpo e organizado, passam a ter uma visão mais ampla do processo que ocorre durante a produção. Desse modo, os tornam capazes de solucionar pequenos problemas, que podem interferir no processo produtivo, assim, é possível eliminar perdas e reduzir custos gerados durante a produção.

Para se tornar possível a implantação da metodologia TPM, é necessário a eliminação das seis grandes perdas de produção, que segundo Filho (2010), são:

- Quebra devido a falhas no equipamento: podem ocorrer a qualquer momento, como problemas por deterioração, uso indevido, desgaste e até mesmo por meio de um curto circuito;
- Durante setup e ajustes de linha: são paradas decorrentes de troca de operação ou matéria prima.
- Pequenas paradas e operação em vazio: são consideradas as paradas devidos problemas na qualidade da peça, ou ainda, por falta de planejamento, onde o equipamento fica parado determinado tempo por falta de matéria prima.
- Redução da velocidade de operação: se refere quando o equipamento trabalha em velocidade abaixo da sua capacidade, por exemplo, uma máquina de costura é capaz de pregar 5 bolsos em 2 minutos, porém, está gastando 3 minutos para realizar a mesma atividade.
- Defeitos de qualidade e retrabalhos: os retrabalhos ocorrem quando há algum defeito na peça, sendo necessário reparar o problema.
- Perdas de rendimento: representa a quantidade de peças perdidas, quando o equipamento está inativo e impossibilitado de exercer suas atividades.

Com o intuito de eliminar as seis grandes perdas da produção de maneira mais eficiente e ágil, foi elaborado os oito pilares da TPM, buscando definir metas a serem seguidas, a fim de, ampliar a disponibilidade dos equipamentos e eliminar os defeitos, desse modo, é possível ampliar a produtividade da empresa.

### 5.2.2 Oito pilares da TPM

Os oito pilares de sustentação da TPM foram desenvolvidos com o objetivo de eliminar as seis grandes perdas da produção com maior eficiência. Segundo Filho (2010), os oito pilares da TPM são:

- **Manutenção autônoma e espontânea:** trata da capacitação e preparo para exercer as atividades impostas ao funcionário, onde habilita o mesmo a realizar pequenas manutenções nos equipamentos, quando necessário, e manter o ambiente de trabalho limpo e organizado, ampliando a eficiência do equipamento utilizado.
- **Planejamento da manutenção:** tem como objetivo ampliar a eficiência do equipamento, eliminando as quebras devido falhas no equipamento. Para que seja possível obter esse resultado, é necessário planejar quando e como serão realizadas as manutenções preventivas ou preditivas nos maquinários, já que pode ser necessário parar o funcionamento do equipamento para a realização de manutenções.
- **Melhorias individuais e específicas:** as perdas ocorridas durante o processo de produção, podem ser desencadeadas por diversos fatores, como visto anteriormente através das seis grandes perdas. Com o intuito de diminuir essas perdas, o estudo e análise do processo deve ser constante e realizado por equipe de trabalho multifuncional formada por funcionários qualificados e com conhecimentos diversificados, como engenheiros, eletricitas, mecânicos, operadores, entre outros.
- **Educação, treinamento e integração:** trata do treinamento e capacitação dos funcionários para realizarem as atividades necessárias, já que a mão de obra qualificada se sobressai durante o processo de produção, visando maior rendimento e qualidade durante a operação.
- **Engenharia de controle da manutenção:** visa à simplificação do processo produtivo ao desenvolver métodos de trabalho, facilitando o exercício das atividades dos operadores, a redução do tempo gasto para produzir, e conseqüentemente, maior rendimento durante o processo.
- **Manutenção da qualidade e confiabilidade:** como o próprio nome já diz, busca a qualidade durante o processo de produção, eliminando os defeitos existentes

através de controle de matéria prima, equipamentos, e métodos e ações a serem desenvolvidas ao decorrer da produção, de acordo com a necessidade do processo em questão.

- Meio ambiente, higiene e segurança: visa a eliminação dos acidentes de trabalhos ocorridos, um ambiente de trabalho limpo e organizado, prevenindo impactos ambientais, aumentando a motivação dos funcionários.
- Manutenção nos escritórios: Trata sobre a redução de perdas administrativas, buscando maior organização e planejamento, já que a mesma é responsável por fornecer os recursos necessários para manter a qualidade na produção.

### **5.3 OEE (*Eficiência Geral do Equipamento*)**

O indicador de medidas OEE que é traduzido para o português como Eficiência Geral do Equipamento, é um instrumento de medida criado para analisar os progressos dados por meio da metodologia TPM (ALBERTIN, *et al.*, 2012). Segundo o criador do OEE, Nakajima (1989), a maioria dos custos gerados durante a produção, está relacionado às perdas geradas no processo produtivo, e através da utilização do OEE, é possível identificar e eliminar esses custos.

De acordo com Chaneski (2013), o OEE disponibiliza o benefício de uma visão mais ampla do desempenho que a máquina apresenta, sendo essa visão, fundamental para encontrar métodos de aperfeiçoar o desempenho. Segundo Zattar *et al.* (2010), algumas das ferramentas utilizadas na metodologia TPM, são as métricas do OEE, representadas em um complexo de indicadores, com finalidade de proporcionar uma medida para acompanhamento da produtividade da fábrica, levando em consideração a utilização dos equipamentos, a qualidade dos produtos e a produtividade que o mesmo oferece.

Conforme Ahmed (2013), quando a quantidade de saída do produto é menor do que o planejado, os profissionais responsáveis tendem a descobrir novas oportunidades de aperfeiçoar os três fatores, e desvendar medidas a serem tomadas, buscando ampliar a capacidade do processo, solucionando problemas e melhorando a produtividade da empresa.

Para a realização do cálculo do OEE, são necessários três elementos, sendo: disponibilidade, performance e qualidade. De acordo com Cardoso (2013), a

disponibilidade trata do tempo disponível de funcionamento do equipamento, a performance corresponde a capacidade de produção da máquina, e a qualidade, representada pela quantidade de peças boas produzidas, em relação ao volume total de determinada produção.

### 5.3.1 Cálculos do OEE

De acordo com Braglia, (2008), o OEE pode ser apresentado como a razão entre o que realmente foi produzido, e o que poderia ser idealmente fabricado, ou, alternativamente, como a fração de tempo em que um maquinário ou equipamento atua em sua plena capacidade operacional. Para obter esse resultado, é necessário calcular o valor dos três elementos: disponibilidade, performance e qualidade.

A disponibilidade é calculada pelo tempo total disponível para a produção, subtraindo pelo tempo total de paradas realizadas, dividindo o valor desse resultado pelo tempo total disponível, como observado na Equação (1).

$$\text{Disponibilidade} = (\text{Tempo Total} - \text{Paradas}) / (\text{Tempo Total}) \quad (1)$$

A performance, é calculada pelo valor da produção real, dividido pela produção teórica, sendo que a produção real, é representada pela quantidade de peças produzidas no final do dia, e a produção teórica, corresponde pelo tempo disponível dividido pelo ciclo padrão. O ciclo padrão, é apresentado pelo menor tempo gasto para produzir uma única peça, desse modo, é possível constatar a quantidade de produtos que o equipamento é capaz de produzir no final do dia, como apresentado na Equação (2).

$$\text{Performance} = (\text{Produção}) / ((\text{Tempo Disponível}) / (\text{Ciclo Padrão})) \quad (2)$$

A qualidade é calculada através do valor da produção total, subtraído da quantidade de peças defeituosas, dividindo o resultado encontrado pela quantidade da produção total, representada pela Equação (3).

$$\text{Qualidade} = (\text{Produção Total} - \text{Produção Defeituosa}) / (\text{Produção Total}) \quad (3)$$

Desse modo, como apresentado na Equação (4), o valor do OEE é calculado através da multiplicação dos resultados obtidos dos valores da disponibilidade, performance e qualidade.

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (4)$$

Através da equação (4), acima apresentada, é possível obter o real valor do OEE, verificando o índice de eficiência, e os gargalos que a empresa possui. Segundo Silva *et. al* (2014), a utilização do indicador de medidas OEE, é importante na ampliação da produtividade, e na realização de manutenções, pois o mesmo, mede a eficiência dos maquinários e equipamentos inseridos no processo produtivo da empresa.

#### **5.4 Arranjo físico**

O arranjo físico, conhecido na língua inglesa como *layout*, trata a respeito das instalações ocorridas no ambiente de trabalho, disposição dos equipamentos e funcionários da produção. Segundo Alves *et al.* (2012), as mudanças ocorridas na localização de máquinas ou produtos inseridos na fábrica, modificam o fluxo de materiais e pessoas durante a operação, alterando os valores de custos e eficiência da produção.

Para obter resultados satisfatórios para a empresa, é preciso analisar o processo produtivo, e estudar a viabilidade de possíveis mudanças. Conforme Lopes *et al.* (2016), “entre os impactos possíveis estão aumentos ou desornamento dos padrões de fluxo, estoques de material ou a falta do mesmo, aumento dos tempos de processamento, imprevisibilidade dos fluxos e aumento dos custos”.

Para Slack *et al.* (2002), a definição do arranjo físico “consiste em um processo produtivo, sendo a preocupação com a localização física dos recursos de transformação”. “O arranjo físico é a configuração de setores de centros de trabalho e de equipamentos e instalações, com ênfase especial na movimentação otimizada, através do sistema, dos elementos aos quais se aplica o trabalho” (STEVENSON, 2001).

Segundo Peinado & Graeml (2007) as decisões de arranjo físico definem como será o desenvolvimento da empresa e devem ser tomadas no âmbito estratégico,

tático e operacional. Conforme Slack *et al.* (2002) existe cinco tipos de arranjo físico, sendo eles: arranjo físico por processo, por produto, posicional, celular e misto. Eles serão detalhados a seguir.

#### **5.4.1 Arranjo físico por processo**

Segundo Slack *et al.* (2009), o arranjo físico por processo ou funcional é definido quando os equipamentos e processos de um mesmo modelo são alocados no mesmo espaço. Isso ocorre quando os produtos e materiais se deslocam sempre que necessário em busca dos diferentes processos. Peinado & Graeml (2007) alertam que o arranjo físico por processo não possui a mesma produtividade do arranjo físico por produto, porém tem menor custo de construção e apresenta grande flexibilidade, podendo atender a demandas menos previsíveis e constantes.

No arranjo físico por processo, existem alguns métodos utilizados para definir qual o melhor procedimento a empresa deve obter. De acordo com Leite (2014) o método SLP (Planejamento Sistemático do Arranjo Físico) é um exemplo de método qualitativo que organiza o espaço físico pelas razões de proximidade, os métodos de Guerchet e de balanceamento de linha de montagem, são exemplos de métodos quantitativos, onde o método de Guerchet possibilita calcular a área necessária, e o balanceamento da linha de montagem, organizar e minimizar os tempos de produção.

#### **5.4.2 Arranjo físico por produto**

O arranjo físico por produto, conhecido também como arranjo físico em linha, trata de um modelo no qual o produto, cliente ou informação, seguem determinado trajeto referente à sequência das atividades a serem realizadas em cada processo. Segundo Moreira (1993), o arranjo físico por produto é aplicado quando o processo de produção é realizado em uma sequência linear, com o fluxo de recursos previsto, onde a produção ocorre de maneira contínua, em alta escala de produção e padronização dos produtos. Baixa flexibilidade, grande produtividade e padronização, sequenciamento de operações no processo produtivo, são características do arranjo físico por produto (BULGACOV, 1999).

### **5.4.3 Arranjo físico posicional**

De acordo com Slack *et al.* (1997), no arranjo físico posicional, quem sofre o processamento permanece fixo, devido ao tamanho, peso ou impossibilidade de locomoção, de modo que, os maquinários, equipamentos e pessoas se movem em torno do mesmo, de acordo com necessidade, ou seja, os materiais, clientes e informação, fluem por uma operação. O arranjo físico posicional, tem como característica um baixo índice de produção e alta flexibilidade para atender as necessidades do processo produtivo.

### **5.4.4 Arranjo físico celular**

O arranjo físico celular, é conhecido por procurar definir uma ordem para o fluxo que distingue o arranjo físico por processo, no qual, os recursos transformados são previamente selecionados para serem encaminhados para uma parte específica da operação, chamando também de célula, no qual se encontra todos os recursos transformadores necessários. Conforme Peinado e Graeml (2007), o arranjo físico celular representa no agrupamento das células dos recursos transformadores, sendo possível realizar todo o processo necessário em cada uma das células.

Conforme Slack, Chambers e Johnstn (2002), no arranjo físico celular, as decisões são tomadas de acordo com modelo de célula que a empresa decidir adotar, de acordo com a necessidade de alocar recursos para cada célula.

### **5.4.5 Arranjo físico misto**

O arranjo físico misto consiste na variedade de arranjos inseridos no mesmo meio, por exemplo, em um processo produtivo necessita de uma linha de produção linear (arranjo físico por produto) no departamento de produção, porém, precisa do arranjo físico por processo para realizar demais atividades, assim, obtemos o arranjo físico misto. Segundo Slack *et al.* (1997) a maioria das empresas obtém o arranjo físico misto, já que utilizam dois ou mais arranjos físicos em um mesmo departamento.

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).

## 5.5 Método de Guerchet

Segundo Leite (2014) o método de Guerchet é utilizado para o cálculo da área total do arranjo físico. De acordo com Dutra (2008), é preciso considerar três elementos para o esse cálculo: superfície estática, superfície de utilização e superfície de circulação. Para calcular qual a superfície requerida para cada elemento que é necessário para a produção é preciso calcular a superfície estática ( $S_e$ ), que é a superfície que a máquina ocupa, a superfície de utilização ( $S_u$ ), sendo o espaço que o operador utiliza em torno dos maquinários, e a superfície de circulação ( $S_c$ ), considerada o espaço utilizado durante o trabalho para a circulação dos materiais entre os postos de trabalho, sendo assim, a superfície total ocupada pela máquina é dada através da seguinte fórmula, representada pela Equação (5):

$$S_t = S_e + S_u + S_c \quad (5)$$

Como é possível observar na Equação (6), para encontrar o valor da superfície de utilização ( $S_u$ ), é preciso multiplicar o valor da superfície estática ( $S_e$ ), com o número de lados necessários para abastecer, utilizar e dar saída ao produtos já acabados ( $N$ ).

$$S_u = S_e \cdot N \quad (6)$$

Já a Equação (7) mostra como é encontrado o valor da superfície de circulação ( $S_c$ ), sendo necessário encontrar o valor do coeficiente de circulação que varia de 0,05 a 3,0, dependendo de qual equipamento é utilizado durante as movimentações necessárias e qual o tamanho das peças transportadas. Assim, realiza a soma dos valores da superfície de utilização ( $S_u$ ), e da superfície estática ( $S_e$ ), e multiplica com o valor da constante ( $K$ ), que nesse estudo em específico será utilizado o valor de 0,35, sendo calculado através da razão da média da altura dos equipamentos dividido pela altura medida dos operadores.

$$S_c = K ( S_u + S_e ) \quad (7)$$

Desse modo, é possível calcular o espaço físico utilizado, e ter conhecimento do espaço que realmente é necessário, visando obter melhor aproveitamento de todo o espaço.

## **5.6 SLP (Método de Planejamento Sistemático De Layout)**

Segundo Muther (1978) o Método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP), é uma técnica desenvolvida que trabalha com a definição de um mapa de relacionamento, indicando o grau de importância das estações estarem localizadas de maneira adjacentes uma da outra, no qual, é necessário seguir seis passos fundamentais para a elaboração do arranjo físico utilizando o método SLP, como:

- Apontar a relevância da proximidade entre cada par de atividades, desenvolvendo um diagrama de relacionamento (FIG. 1). Conforme Peinaldo e Graeml (2007), o diagrama de relacionamento nada mais é que um método qualitativo, utilizado para analisar a proximidade dos setores, indicando o nível de importância de relacionamento entre um par de departamentos, facilitando a identificação do layout a ser desenvolvido.

Figura 1 – Diagrama de relacionamento.

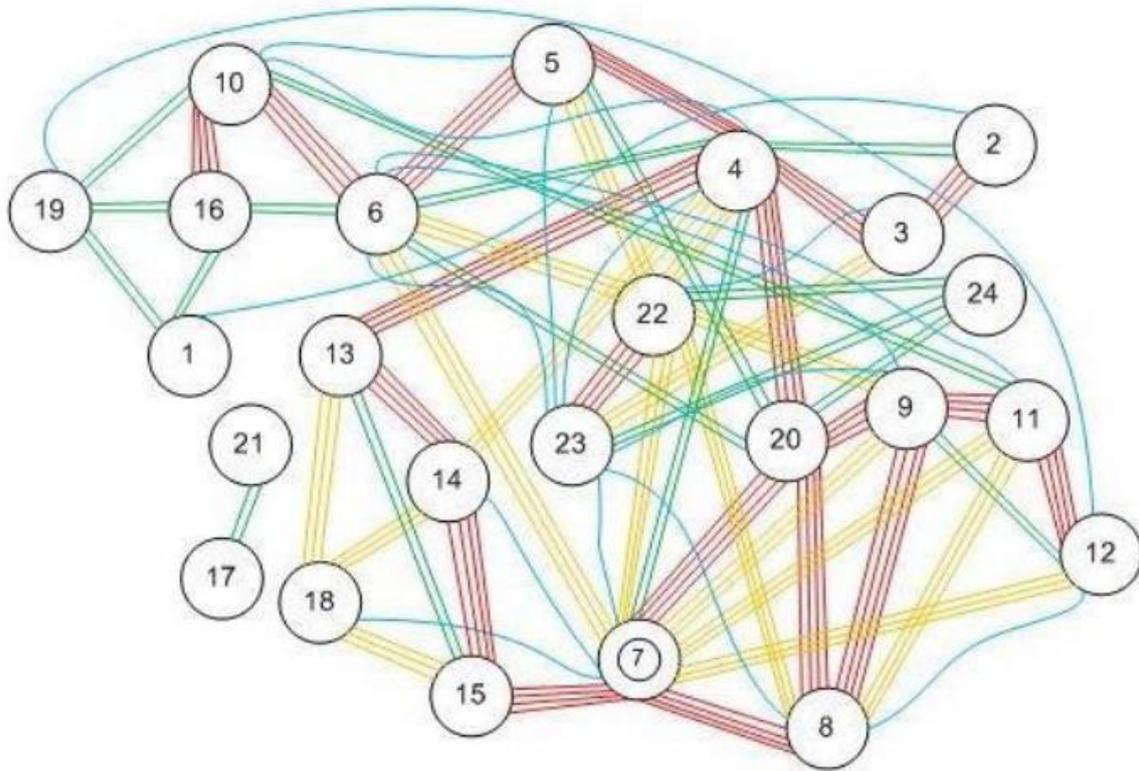


Figura 3: Diagrama de relacionamentos das SPUs.

Fonte: Tortorella, G. L.; Fogliatto, F. S. (2008).

- Após a elaboração do diagrama de relacionamento, indica-se a área necessária para o cumprimento de cada atividade, posteriormente, aplica o método de Guerchet para analisar a área atual que a empresa possui e a área ideal para o cumprimento das atividades durante o processo produtivo;
- Com o resultado obtido através do diagrama de relacionamento e o método de Guerchet, desenvolve-se um diagrama de inter-relações, representando o grau de proximidade e sua classificação, como representado na FIG. 2.

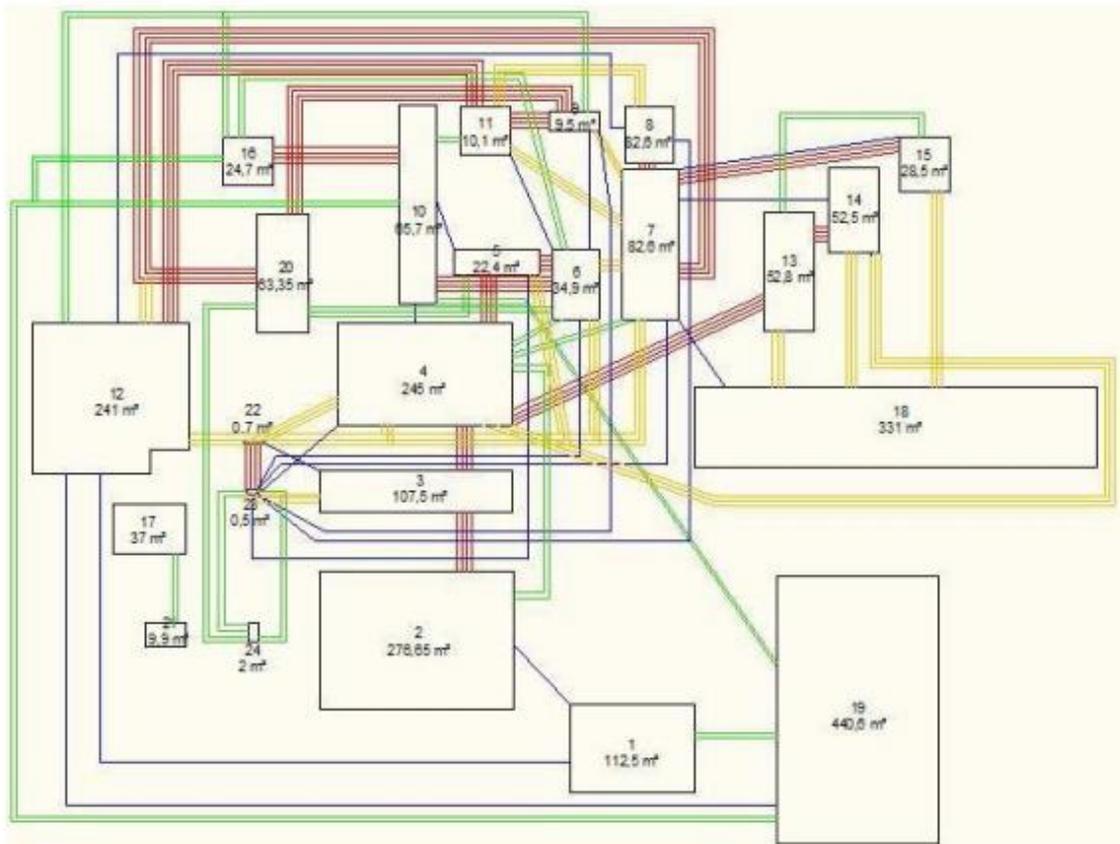
Figura 2 – Diagrama de inter-relações.



Fonte: Oliszeski, C. et al.

- Após os dados obtidos, é possível analisar os diagramas e optar pelo mais eficiente, visando reduzir o fluxo de movimento gerado durante o processo de produção. Visando maior eficiência durante a elaboração do novo layout, é elaborado um diagrama de inter-relações entre espaços (FIG. 3), sendo representado em escala, onde irá substituir os círculos e representá-los na área total necessária para a realização de cada atividade a ser executada, calculada através do método de Guerchet.
- Assim, o último passo é elaborar o arranjo físico em escala, demonstrando as disposições dos equipamentos e maquinários, empregando o diagrama de espaço escolhido anteriormente.

Figura 3 – Diagrama de inter-relações em escala.



Fonte: Oliszeski, C. et al.

## 6 MATERIAL E MÉTODO

Pesquisa se trata de um conjunto de atividades relacionadas, que possui o intuito de gerar novos conhecimentos no domínio científico. Desse modo, a pesquisa científica desenvolvida, visa proporcionar melhor percepção do que ocorre durante o processo produtivo da empresa, podendo propor melhorias com o intuito de melhorar a eficiência, e conseqüentemente, a lucratividade da empresa.

### 6.1 Local de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa privada de confecção, localizada no Centro Oeste de Minas Gerais, sendo observado o processo de produção, fluxo de movimentação do produto, layout e perdas por paradas, buscando identificar os gargalos da empresa e propor melhorias para a mesma.

Durante o período de avaliação, a empresa consta de 39 máquinas de costura, 11 mesas para preparação e separação de peças, revisão e embalagem final dos produtos. A empresa opera 5 dias por semana, sendo de segunda feira à sexta feira, 9 horas por dia, onde seu horário de funcionamento é de 07:00 às 17:15 horas, com 01:15 hora de almoço e parada de 10 minutos para lanche no período da tarde, porém, toda sexta feira a empresa atua somente até às 16:15 horas, parando de exercer seu trabalho 1 hora mais cedo do que o restante dos dias.

## **6.2 Método de coleta de dados**

Para a obtenção dos dados necessários para calcular o valor do OEE, foi desenvolvido uma tabela, a qual foi preenchida diariamente durante um período de quatro semanas (ANEXO A). Essa tabela contém dados de quantidade de peças diárias produzidas por máquina, peças defeituosas e retrabalhos, perdas por paradas em geral, como por *setup* e por falhas ou quebras.

Já para os cálculos do arranjo físico foram coletados a área total da empresa, as dimensões e alturas dos equipamentos, as alturas dos funcionários e o fluxo de movimentação. Através dessas informações, foi possível analisar todos os processos ocorridos durante a produção e, as relações entre os mesmos, com a criação de um diagrama de relacionamento, o qual indicará a melhor disposição dos equipamentos e maquinários, e a conseqüente redução de perdas geradas durante o processo, utilizando o método SLP, desse modo, se torna possível definir o arranjo físico a ser utilizado pelo método de Guerchet, definindo a área ideal para o processo de produção. Com os resultados em mãos, depois da aplicação dos métodos de análise, foi possível desenvolver um novo layout para a empresa, buscando aumentar sua eficiência.

Para a elaboração do novo layout para a empresa, utilizar-se-á o programa do AutoCAD, versão 2016, que possibilita apresentar, de maneira clara e eficiente, a disposição dos equipamentos e maquinários inseridos no ambiente de trabalho. Será utilizado ainda, o programa *Excel*, versão 2013, para o desenvolvimento das planilhas e tabelas, contendo os dados coletados na empresa, formulação do diagrama de fluxo de processo, diagrama de relacionamento, entre outras tabelas importantes para o desenvolvimento do estudo de caso.

## 7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

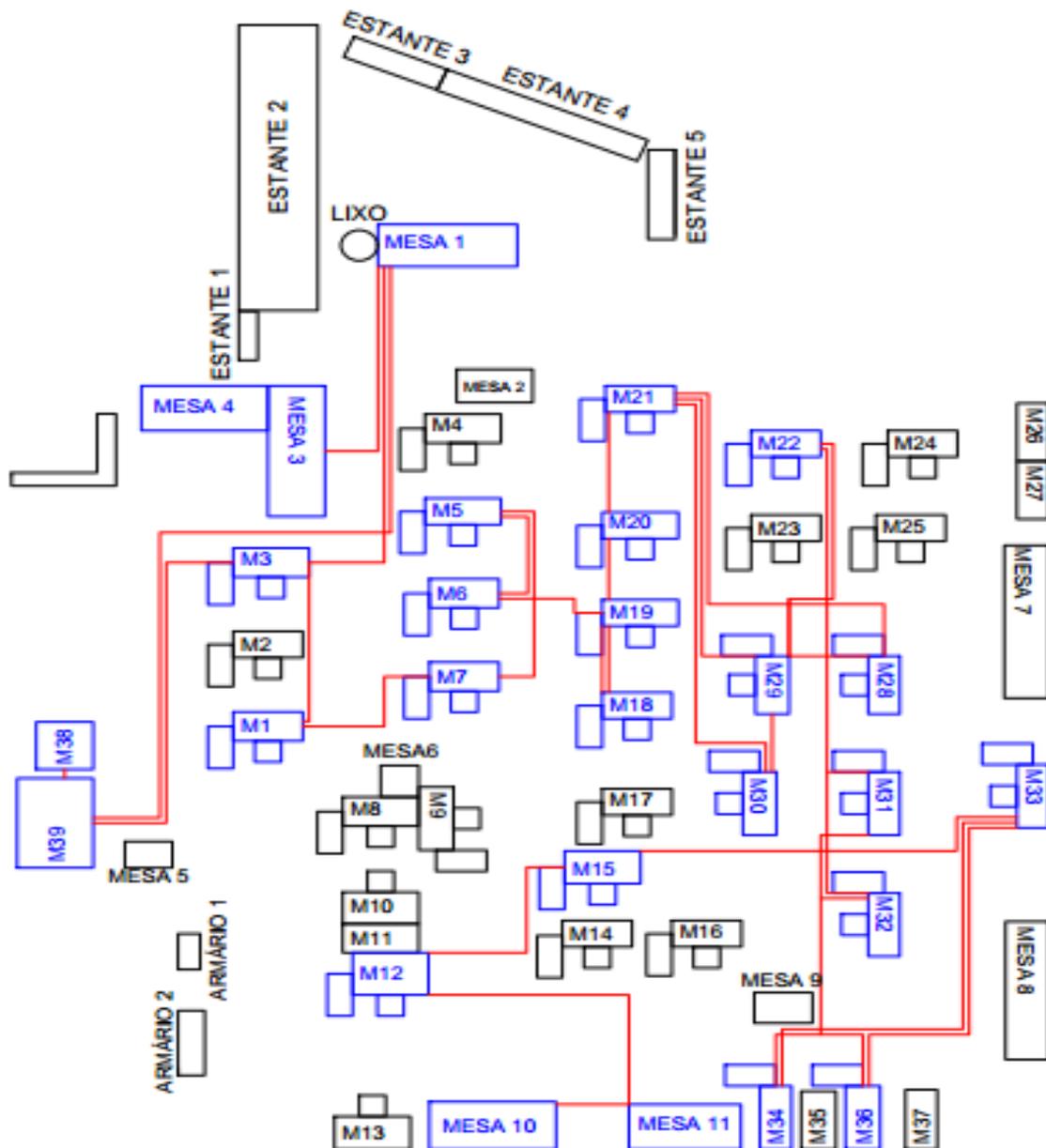
A empresa em estudo trabalha com a produção de calças e bermudas, de modo que permite a mesma ter um processo produtivo padrão para a montagem base das peças, sendo que, de acordo com cada modelo, o fluxo produtivo é alternado. A fabricação das peças é dividida em cinco etapas, sendo, separação, traseiro, frente, acabamento e revisão. A separação inclui a chegada da matéria prima, separação e distribuição das peças a serem montadas. O traseiro trata de engançar palas e gancho (costura reforçada ao meio da peça), e pregar bolso. Já a frente engloba diversos procedimentos, como pregar revel e zíper, prespontar o bolso, fechar a peça entre pernas e na lateral, passar viés, entre outros. No acabamento, é realizado outros procedimentos como, passar o cós, fazer passante para poder utilizar cinto com a calça/bermuda, realizar o travete para reforçar a costura do passante, casear, entre outros. Por fim na revisão, como o próprio nome já diz, é realizado o processo de revisão das peças, onde as peças são analisadas, e se for encontrado algum defeito, a mesma é enviada para o processo necessário a ser refeito, caso contrário, a peça é enviada para a embalagem final e entregue ao cliente.

Foi realizada uma cronoanálise das operações realizadas na fábrica, onde foi observado que atualmente o layout da empresa se encontra de modo a atender a demanda conforme a necessidade da empresa, porém, o fluxo de movimentação gerado durante o processo produtivo é alto, devido a distribuição das máquinas e equipamentos, sendo visto como um gargalo na produção. Para a realização dos cálculos, foi necessário colher dados como, área total da empresa, dimensões de equipamentos e maquinários, altura das pessoas inseridas no ambiente de trabalho, fluxo do processo produtivo, e estudar o layout atual da empresa.

O primeiro passo para obter melhor visualização do fluxo de movimentação durante o processo produtivo, foi elaborar um diagrama (FIG. 4), no qual permite ter uma visão geral do fluxo de movimentação que ocorre durante a produção, no qual é representado por linhas vermelhas, e as máquinas e equipamentos apresentados na cor azul. Através deste diagrama foi observado a movimentação dos funcionários ao levar os produtos de um processo para o outro, onde, algumas máquinas que dependem de outra em específico, como é o caso das máquinas 1 e 3, ou 5, 6 e 7,

por exemplo, que já se encontram próximas no layout atual, porém, ainda assim, exige um deslocamento dos funcionários no qual poderia ser evitado.

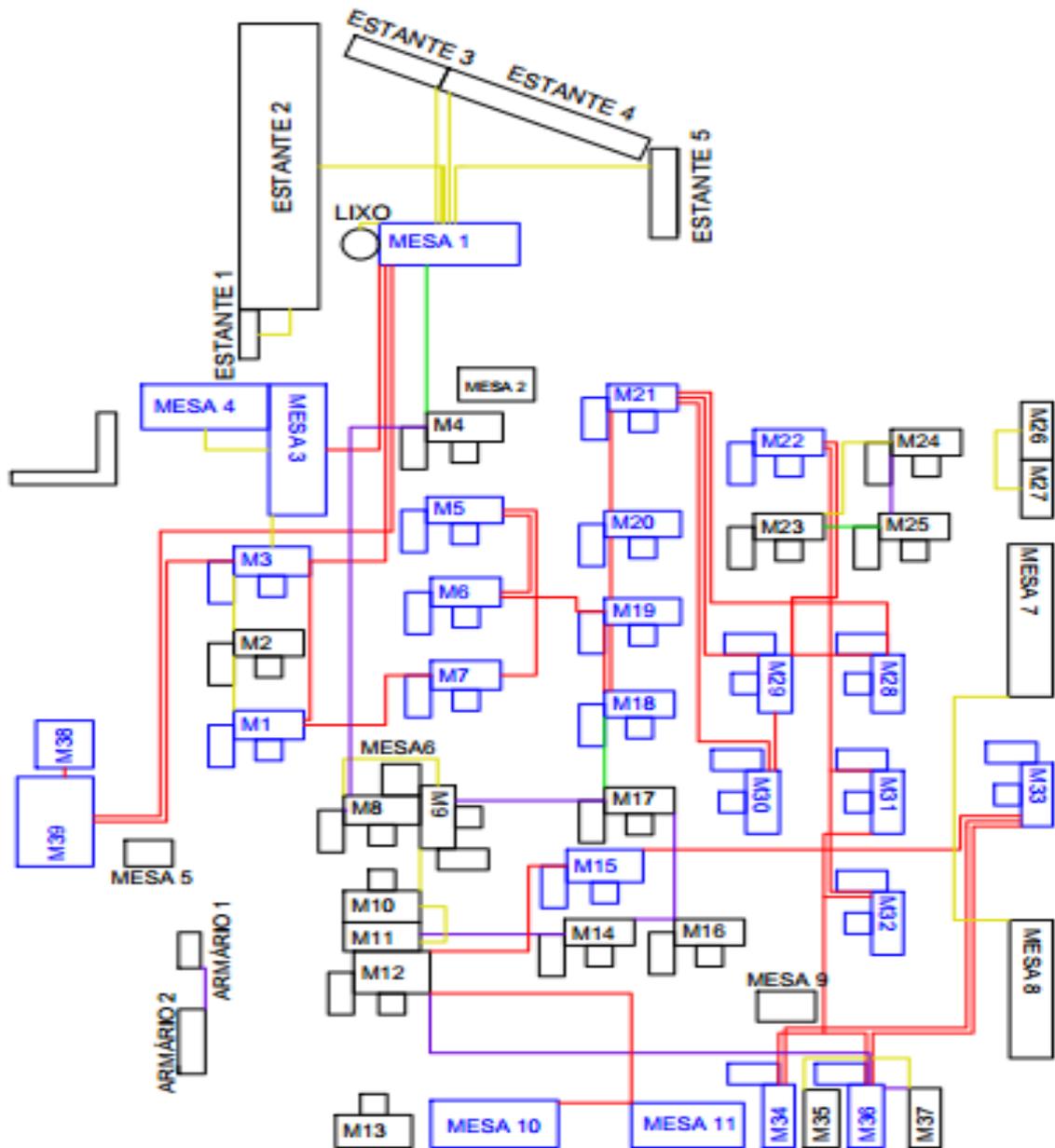
Figura 4 – Diagrama de fluxo de movimentação atual durante o processo produtivo.



Fonte: Próprio autor / 2017.

Outro diagrama importante a ser elaborado, é o diagrama de inter-relações em escala, FIG. 5, no qual apresenta o grau de importância dos equipamentos e maquinários estarem próximos ou não. Através deste, é possível analisar o layout da empresa em estudo, obtendo dados como, disposição e distância dos equipamentos e maquinários, fluxo do processo produtivo, e o espaço utilizado.

Figura 5 – Diagrama de inter-relações em escala.



Escala	Cor	Proximidade
A	Vermelho	Absolutamente necessário
E	Amarelo	Especialmente importante
I	Roxo	Importante
O	Verde	Pouco importante
U	Branco	Desprezível
X	Marrom	Indesejável

Fonte: Próprio autor / 2017.

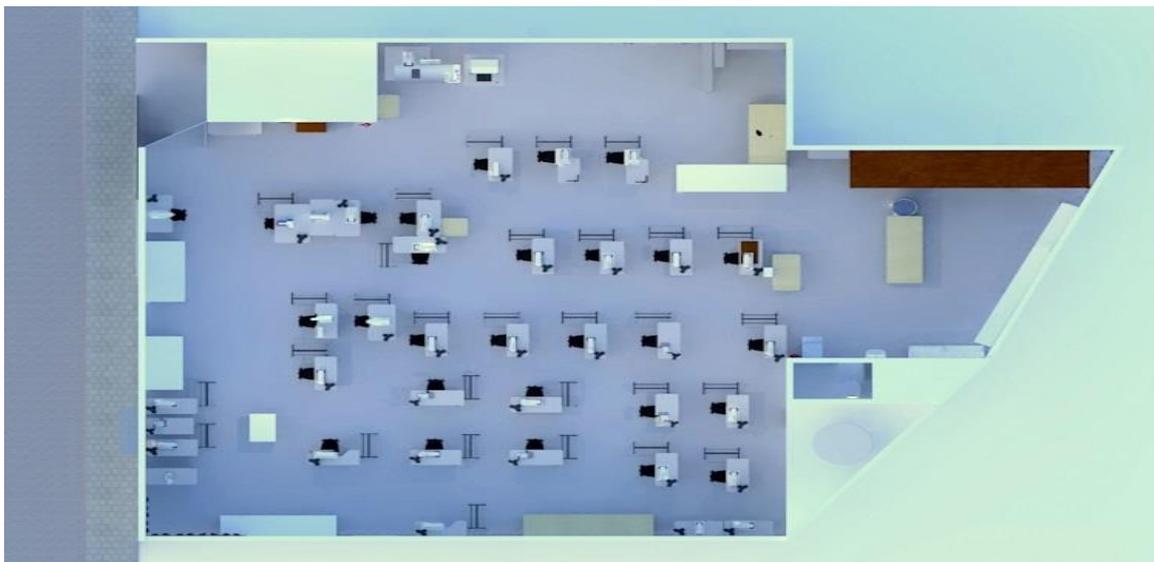
No diagrama de inter-relações em escala é observado o grau de importância da alocação dos equipamentos e maquinários. Ao analisar o diagrama apresentado, verifica-se que as máquinas e equipamentos ligados por linhas vermelhas, precisam ficar próximas umas das outras, para facilitar o processo de distribuição das peças, por meio das mesárias, uma vez que, a peça possui um fluxo de produção a ser seguido, e quanto menor for o espaço percorrido entre um processo e outro, mais rápido e eficiente será a produção final, já que reduzindo o espaço entre os equipamentos, acelera o processo produtivo, visando maior produtividade e lucratividade para a empresa. Já as linhas na cor amarelo, significam que são especialmente importantes manter os equipamentos próximos, porém, não são necessariamente importantes, como apresentado na cor vermelho.

A cor roxa trata de a importância dos equipamentos permanecerem próximos, caso precise deslocar a peça para realizar um processo extra durante a produção, porém, como é pouco utilizado, não tem necessidade de estar próximo como apresentado na cor vermelho, por exemplo. Enquanto isso, a cor verde representa que é pouco importante um maquinário ou equipamento estarem próximos, já que não haverá processos sequenciais utilizando os mesmos, desse modo, não precisam permanecer próximos, dando espaço para os que realmente necessitam.

Já a cor branca, significa que é desprezível os equipamentos permanecerem próximos, uma vez que não fará diferença seu grau de proximidade. Porém, a cor marrom, já significa que é indesejável um equipamento permanecer no ambiente, ou próximo a outro.

Na FIG. 6 é possível observar o layout atual da empresa, analisando a disposição das máquinas e equipamentos utilizados durante a produção. As máquinas estão posicionadas de maneira aleatória, sem seguir um padrão de distribuição de espaço específico, sendo alocadas de modo a suprir a necessidade de produção de acordo com a necessidade gerada ao longo do processo produtivo. Outro fator importante a ser analisado é a respeito do caminho percorrido da matéria prima na empresa, sendo que a mesma atravessa todo o espaço até chegar no processo de separação, uma vez que a entrada da empresa se encontra no portão do canto superior esquerdo na figura, e processo inicial de separação das peças está inserido ao lado direito da figura.

Figura 6 – Layout atual da empresa.



Fonte: Próprio autor / 2017.

Já a FIG. 7, proporciona melhor visão e entendimento do que ocorre na entrada da empresa, apresentando o espaço atual para a passagem da matéria prima e o fluxo de movimentação de pessoas. Como é possível analisar, o espaço é estreito de acordo com a demanda de utilização do espaço correspondente, sendo que, além da matéria prima que adentra na empresa e passa por este caminho, possui o fluxo de pessoas gerado para realizar a distribuição de peças para os operadores das máquinas de costura, o que dificulta ainda mais a passagem em dias em que a demanda se encontra mais intensa.

Figura 7 – Entrada da empresa.



Fonte: Próprio autor / 2017.

Na FIG. 8, é possível observar a visão que o operador responsável pela separação e distribuição possui em relação aos operadores das máquinas, sendo que, apesar de ter um espaço adequado para exercer sua atividade, sua visibilidade fica a desejar, uma vez que possui pontos onde seu campo de visão não alcança, devido a parede que possui a sua esquerda, e a pilastra a sua frente. Desse modo, pode ocorrer momentos ociosos devido falta de matéria prima para o operador exercer sua atividade.

Figura 8 – Campo de visão do operador de distribuição.



Fonte: Próprio autor / 2017.

Para detalhar o processo produtivo, apresentando a sequência base utilizada na produção de calças e bermudas, foi elaborado o Diagrama de Fluxo de Processo (TAB. 1), no qual representa a fabricação de 1 calça comum.

Tabela 1 – Diagrama de fluxo do processo atual.

Diagrama de Fluxo de Processo			
Processo: Produção geral de 1 calça modelo comum			
Local: Empresa em estudo			
Nº	Descrição da atividade	Duração (seg)	Distância percorrida (m)
1º	Separação das peças	03:00	16,75
2º	Marcação das peças	00:55	0,00
3º	Preparar para a distribuição das peças	01:20	0,00
4º	Preparar o bolso	00:45	3,50

5º	Engançar palas	00:25	1,84
6º	Engançar gancho	00:30	0,00
7º	Pregar bolso	00:50	0,00
8º	Revel no forro	00:25	3,01
9º	Revel na frente	00:35	2,00
10º	Vista no forro	00:25	2,86
11º	Presponto na boca de bolso (frente) 6	00:35	1,55
12º	Chuleio no forro 19	00:20	1,63
13º	Caçamba	00:40	1,26
14 º	Chuleio na frente	00:10	1,26
15 º	Pregar zíper	00:45	1,16
16 º	Voltinha e ganchinho	00:45	1,90
17 º	União	00:25	1,53
18 º	Fechar entre pernas	00:30	1,10
19º	Prespontar entre pernas	00:30	1,15
20º	Fechar lateral	00:30	3,35
20 º	½ lateral	00:45	1,25
21 º	Viés braguilhas 22	00:10	3,78
22 º	Passar cós 32	00:30	5,98
23 º	Fazer passante	00:10	1,46
24 º	Ponta cós	00:55	3,81
25 º	Barra normal	00:45	0,00
26º	Travete parte de baixo	00:30	5,94
27º	Casear	00:09	2,14
28º	Catar linha	01:30	3,16
29º	Revisar as peças	02:20	1,15
30º	Embalagem final	00:45	0,00
<b>Total</b>		<b>22:49</b>	<b>74,52</b>

Fonte: Próprio autor / 2017.

Através deste diagrama é possível calcular a distância percorrida entre os equipamentos e maquinários, calculando assim o fluxo de movimento gerado, sendo igual à 74,52m, e a duração do tempo gasto para produzir 1 calça comum, sendo em 22min e 49seg, sem que haja necessidade de realizar algum retrabalho na peça.

Com as informações coletadas até o presente momento, foi elaborada uma tabela (TAB. 2) contendo as dimensões de todos os equipamentos, maquinários e pessoas inseridas no ambiente de trabalho durante o processo produtivo. Através destes dados, e utilizando o método de Guerchet, foi elaborada uma tabela para

calcular a área necessária para a realização da produção das peças. Para que isto fosse possível, a constante K foi calculada e encontrou um valor correspondente à 0,35.

Tabela 2 – Dimensões de cada equipamento e maquinário inserido no ambiente.

Equipamento	Dimensões (m <sup>2</sup> )	Quantidade (N)	K
M1 - Reta	0,61	1	0,35
M2 - Fechadeira Plana	0,55	1	0,35
M3 - Fechadeira Braço	0,66	1	0,35
M4 - Espelhadeira	0,66	1	0,35
M5 - Reta	0,60	1	0,35
M6 -Duas Agulhas	0,61	1	0,35
M7 -Reta	0,61	1	0,35
M8 -Duas Agulhas	0,66	1	0,35
M9 -Botoneira	0,66	1	0,35
M10 - Travete	0,72	1	0,35
M11 - Casadeira	0,66	1	0,35
M12 - Casadeira	0,96	1	0,35
M13 -Travete	0,74	1	0,35
M14 - Reta	0,55	1	0,35
M15 -Travete	0,74	1	0,35
M16 - Reta	0,55	1	0,35
M17 - Reta	0,55	1	0,35
M18 - Reta	0,55	1	0,35
M19 - Overloque	0,60	1	0,35
M20 -Reta	0,60	1	0,35
M21 -Duas Agulhas	0,55	1	0,35
M22 -Viés	0,55	1	0,35
M23 - Duas Agulhas	0,55	1	0,35
M24 - Bitolinha	0,55	1	0,35
M25 -Overloque	0,55	1	0,35
M26 -Interloque	0,55	1	0,35
M27 - Overloque	0,55	1	0,35
M28 - Fechadeira plana	0,55	1	0,35
M 29 - Reta	0,58	1	0,35
M30 - Overloque	0,64	1	0,35
M31 - Cós	0,60	1	0,35
M32 - Cós	0,60	1	0,35
M33 - Reta	0,60	1	0,35

M34 - Reta	0,60	1	0,35
M35 - Guilhotina	0,61	1	0,35
M36 - Passante	0,66	1	0,35
M 37 - Cortar Viés	0,57	1	0,35
M38 - Passar	0,81	1	0,35
M39 - Pregar bolso	2,04	1	0,35
Mesa 1 - Preparação	1,76	1	0,35
Mesa 2 – Preparação	0,76	1	0,35
Mesa 3 – Marcação	2,23	1	0,35
Mesa 4 – Passadoria	1,70	1	0,35
Mesa 5 – Não utilizada	0,38	1	0,35
Mesa 6 – Não utilizada	0,36	1	0,35
Mesa 7 – Distribuição	2,03	1	0,35
Mesa 8 – Distribuição	1,78	1	0,35
Mesa 9 – Não utilizada	0,53	1	0,35
Mesa 10 – Revisão	1,80	1	0,35
Mesa 11 – Catação de linha	1,50	1	0,35
Estante 1 – Armazenagem	0,28	1	0,35
Estante 2 – Armazenagem	6,78	1	0,35
Estante 3 – Armazenagem	0,67	1	0,35
Estante 4 – Armazenagem	1,48	1	0,35
Estante 5 – Armazenagem	0,73	1	0,35
Estante 6 – Armazenagem	0,74	1	0,35
Estante 7 – Armazenagem	0,37	1	0,35
Armário 1	0,24	1	0,35
Armário 2	0,52	1	0,35
Cavaletes	0,32	36	0,35
Cadeiras	0,17	36	0,35
Lixo	0,34	1	0,35
Pia	0,12	1	0,35
Bebedor de água	0,23	1	0,35

Fonte: Próprio autor / 2017.

Através da tabela acima, é possível desenvolver a TAB. 3, na qual apresenta os resultados obtidos dos cálculos utilizando o método de Guerchet. Desse modo, observa-se o espaço total da empresa, o espaço que é utilizado e o espaço que realmente a empresa precisaria obter.

Tabela 3 - Resultados dos cálculos utilizando o método de Guerchet.

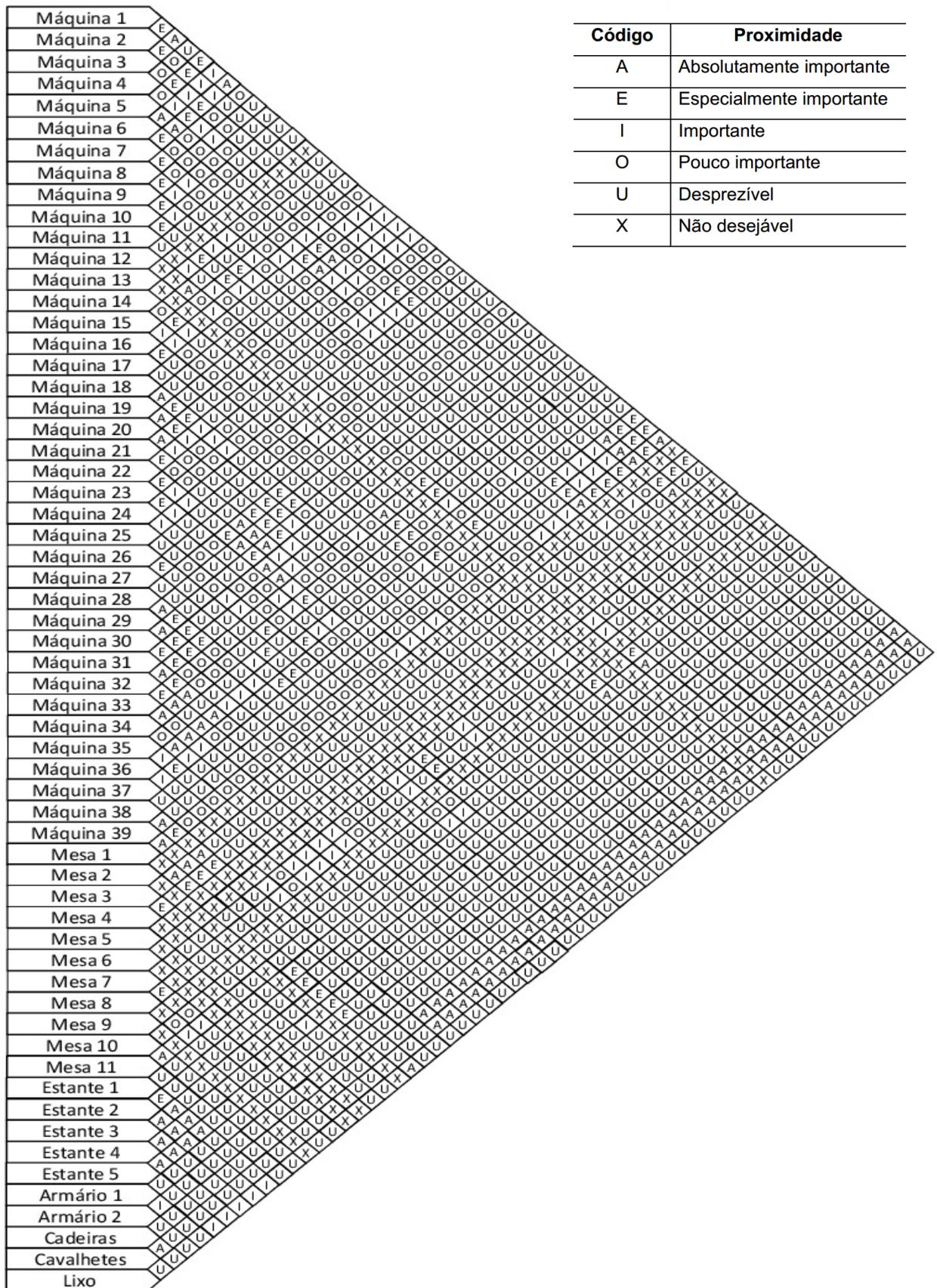
Espaço	$S_e$	$S_u$	$S_c$	$S_t$
Produção	70,52	133,48	71,40	275,74

Fonte: Próprio autor / 2017.

Através os dados representados na TAB. 3, foi possível observar que a empresa necessita de uma área de produção correspondente à 275,74m<sup>2</sup>, sendo que sua área atual é 264,05m<sup>2</sup>, possuindo uma área equivalente à 11,69m<sup>2</sup> menor do que o necessário para a realização de suas atividades. Contudo, a FIG. 9 a seguir, apresenta o grau de relacionamento entre os equipamentos e maquinários, definindo melhor alocação dos mesmos, visando melhor aproveitamento do espaço físico.

O diagrama de relacionamento apresenta o grau de importância dos equipamentos e maquinários serem próximos ou distantes uns dos outros. Através de análises foi verificado que a máquina 13, e as mesas 2, 5, 6 e 9, não estão sendo utilizadas durante o processo produtivo, uma vez que, se encontram no ambiente desnecessariamente, sendo que o espaço ocupado para suas locações, poderiam estar sendo melhor empregado.

Figura 9 – Diagrama de relacionamento.



Fonte: Próprio autor / 2017.

Com base nos dados apresentados até o momento, e informações coletadas, por um período equivalente a um mês, como, a quantidade de peças produzidas, retrabalhos efetuados, perdas por paradas, tempo necessário para produzir cada peça, tempo real gasto para produção, perdas por paradas, como problemas técnicos nas máquinas, troca de linha, agulhas danificadas, necessidades fisiológicas, falta de matéria prima, entre outros, se tornou possível calcular a eficiência da empresa, utilizando a metodologia OEE.

Para calcular o OEE os dados colhidos foram projetados em uma planilha no Excel, onde os valores foram gerados medindo a eficiente por máquina, e posteriormente, medindo por semana, desse modo, foi possível identificar o gargalo da empresa, e analisar qual semana alcançou o maior nível de produtividade.

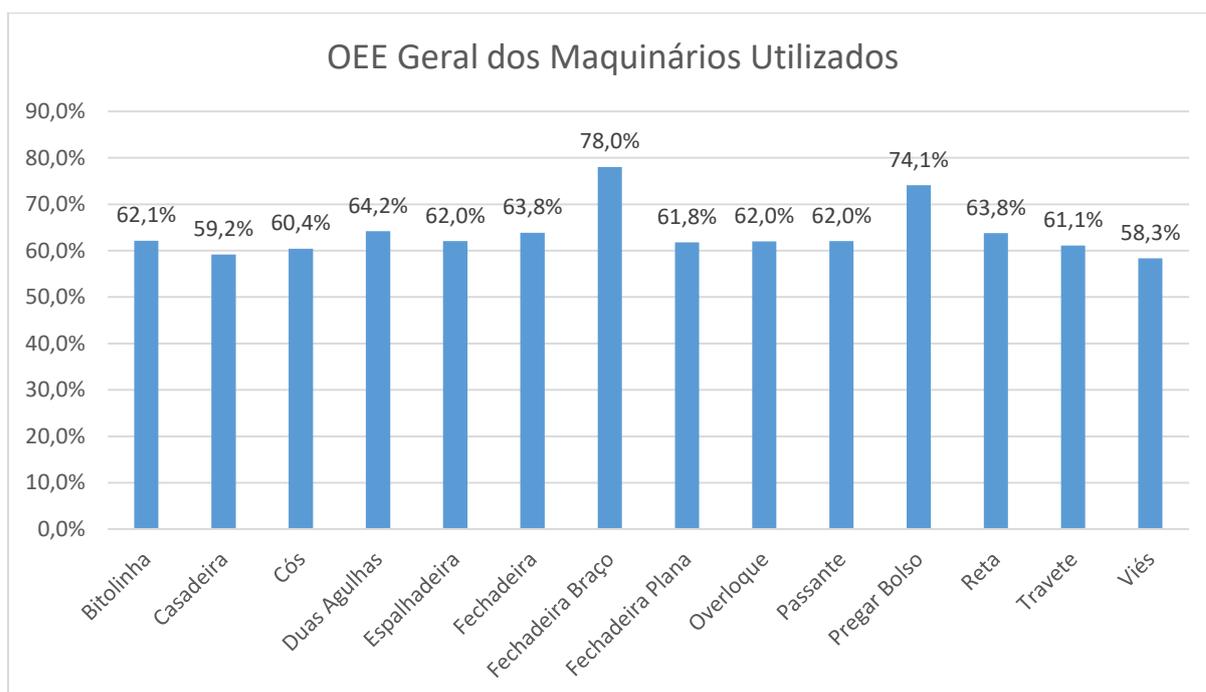
O gargalo do processo produtivo da empresa se encontra no fluxo de movimentação, como apresentado anteriormente, e na realização de manutenção corretiva, que ocorre sempre que o maquinário apresenta algum problema técnico impossibilitando ou prejudicando seu funcionamento, desse modo, é necessário investir em manutenção preventiva, uma vez que a mesma permite a empresa planejar paradas para manutenção dos maquinários sem prejudicar o processo produtivo.

A empresa em estudo possui uma política interna que define a quantidade de peças a serem produzidas diariamente, definindo ainda o tempo necessário para a realização de cada etapa do processo, como apresentado no diagrama de fluxo de processo. Devido ao planejamento da produção, as máquinas trabalham em mesmo ritmo, de acordo com sua capacidade de produção, uma vez que, possuem etapas do processo que exigem mais tempo e recursos do que outras, como pregar zíper, que trata de um trabalho mais detalhado e demorado do que fechar lateral ou prespontar entre pernas, por exemplo.

Além dessa política interna apresentada, a empresa possui uma metodologia de trabalho que permite a empresa produzir de dois a três cortes distintos ao mesmo tempo. Isso ocorre para evitar que uma máquina fique ociosa esperando outra máquina liberar as peças para o próximo processo. Desse modo, enquanto inicia a separação e preparação das peças do corte A, as máquinas se encontram produzindo o corte B, no mesmo período de tempo em que ocorre a catação de linha, revisão e embalagem final das peças do corte C.

Através dessa metodologia de trabalho utilizada, ocorre variação de apenas 17,6% de eficiência entre as máquinas, como apresentado no GRAF. 1, onde as máquinas foram agrupadas de acordo com seu modelo específico, sendo que possui modelos repetidos.

Gráfico 1 – Valor do OEE dos Maquinários Utilizados na Empresa.

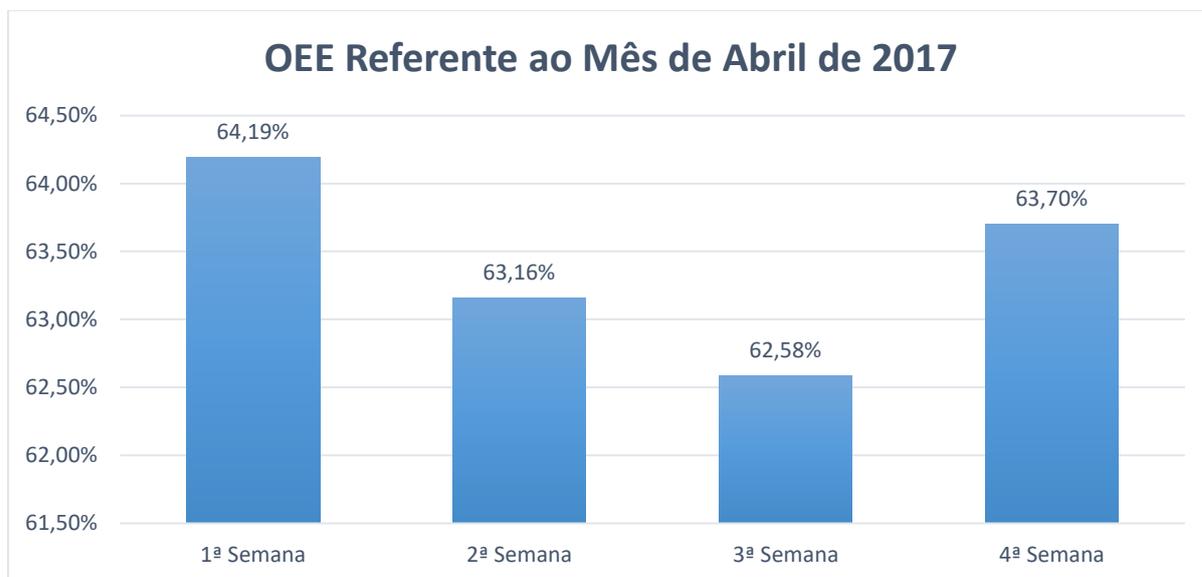


Fonte: Próprio autor / 2017.

Através da análise realizada do gráfico apresentado acima, foi possível confirmar o que ocorre na empresa, uma vez que as máquinas possuem nível de eficiência próximos, devido a metodologia aplicada. Conforme análise do gráfico apresentado, nota-se que a máquina cós possui o menor índice de eficiência, porém, não é considerada um gargalo para a empresa, uma vez que a mesma é representada pelas máquinas 31 e 32, que exercem suas atividades em conjunto, de modo a não prejudicar o processo produtivo.

O GRAF. 2 apresenta o resultado obtido através das análises e cálculos realizados, indicando o nível do OEE no decorrer das quatro semanas do mês de abril, época em que os dados foram coletados.

Gráfico 2 – OEE Semanal da Empresa.

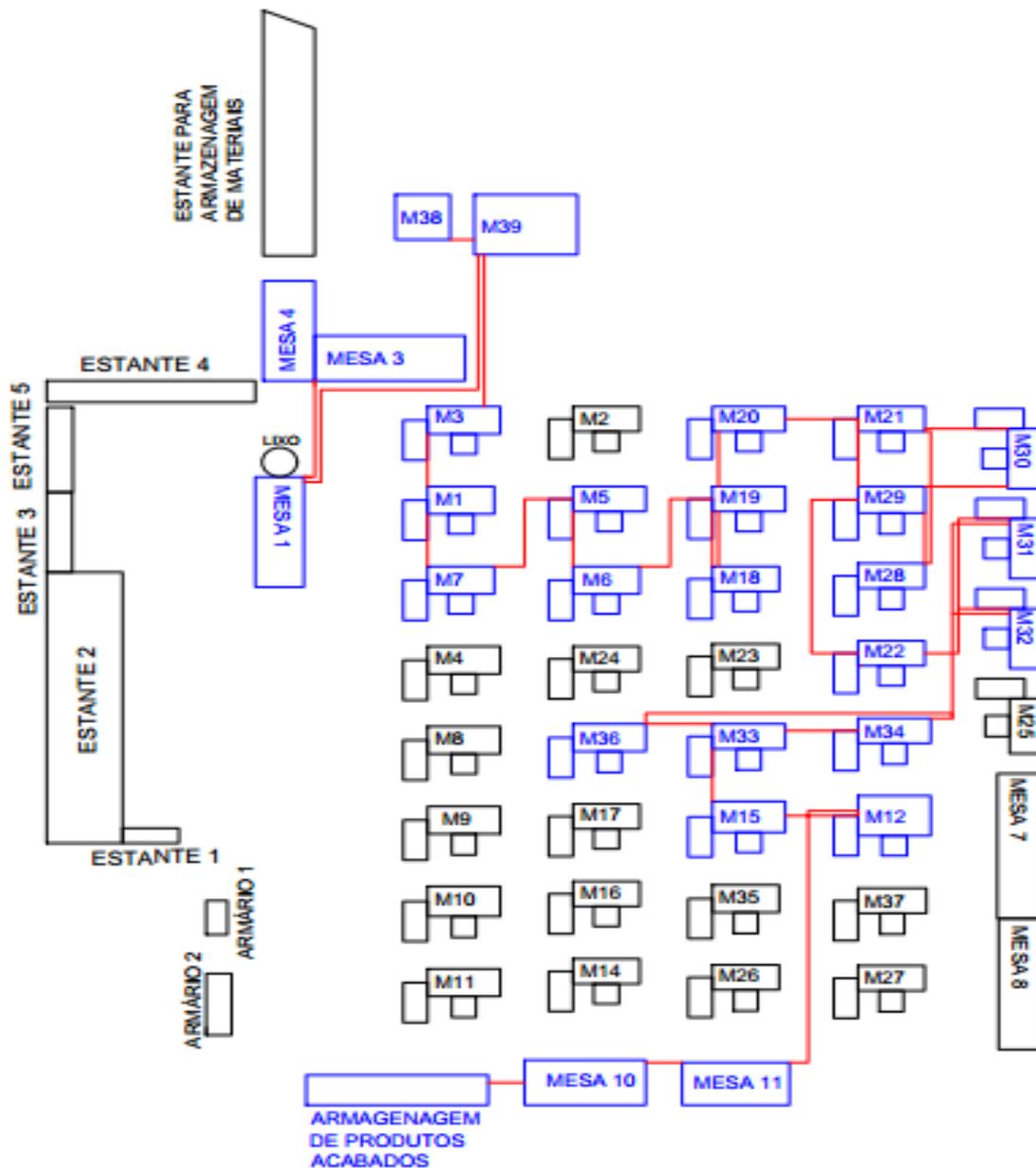


Fonte: Próprio autor / 2017.

Conforme observado no gráfico apresentado acima, na primeira e na quarta semana houve maior produtividade no processo produtivo da empresa, totalizando uma média mensal de 63% de eficiência. Para que este índice melhore, é preciso planejar de modo que minimize as perdas por paradas desnecessárias. Um aspecto importante a ser analisado é o planejamento de manutenção preventiva, uma vez que, foi observado que ocorre diversas paradas no decorrer da produção, para que seja realizado manutenções corretivas, atrasando o processo produtivo, podendo ainda, reduzir a qualidade da peça em casos de problemas em agulhas e configurações da máquina.

De acordo com os dados analisados e com o intuito de melhorar a disposição dos equipamentos e maquinários, ampliar o campo de visão do operador responsável pela distribuição das peças, e reduzir o fluxo de movimentação gerado, visando maior produtividade para a empresa, e conseqüentemente maiores lucros, foi elaborado um novo layout (FIG. 10), no qual apresenta a nova alocação dos equipamentos e maquinários de modo a atender o fluxo de produção e minimizar a distância gasta para levar a peça para o processo seguinte da produção, visando atender a todos os funcionários com maior eficiência e rapidez.

Figura 10 – Diagrama de fluxo de movimentação proposto durante o processo produtivo.



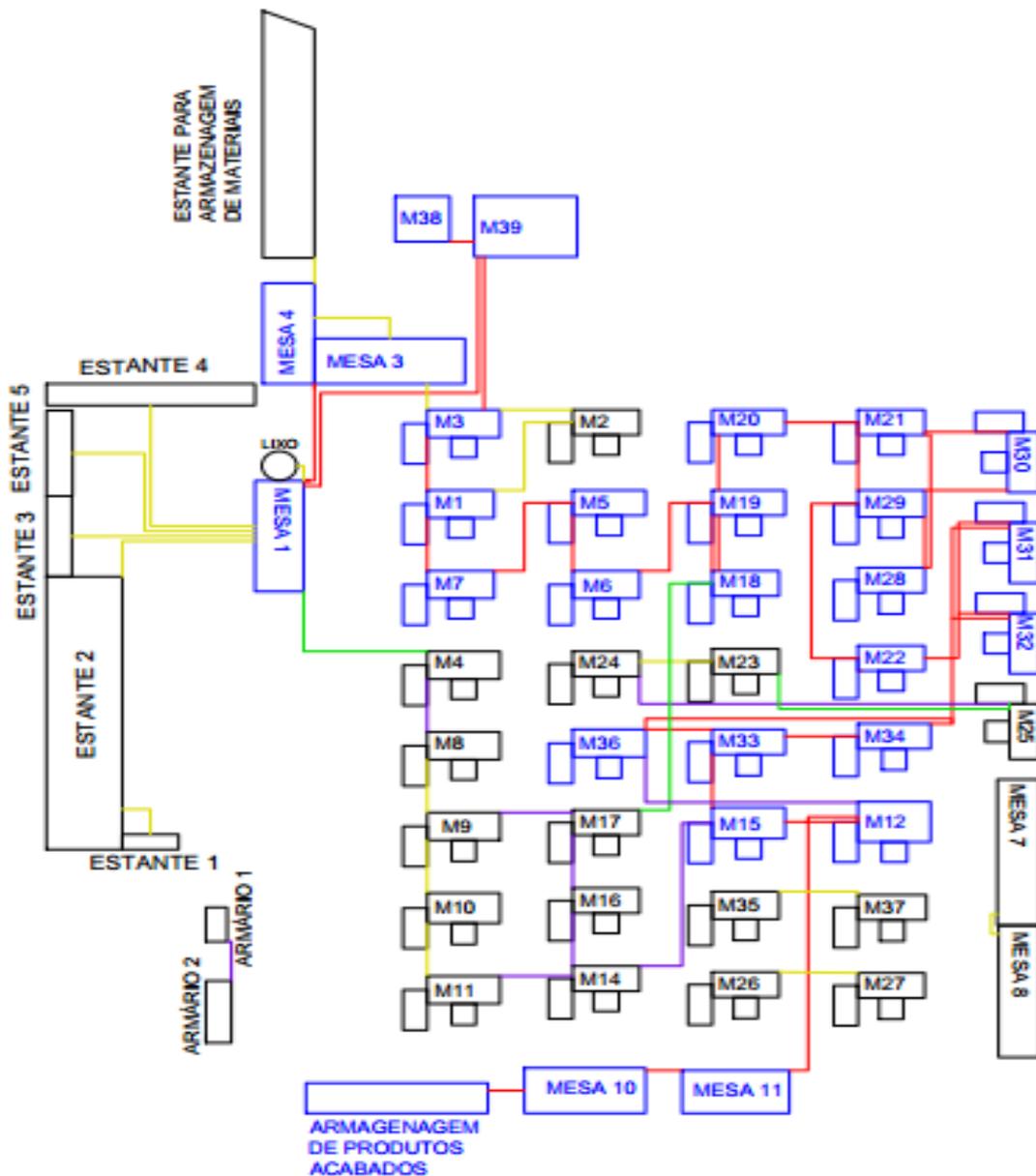
Fonte: Próprio autor / 2017.

A FIG. 10 trata do novo fluxo de movimentação no decorrer do processo produtivo, representado por linhas vermelhas, e as máquinas e equipamentos utilizados durante a produção, apresentados na cor azul. Para sua elaboração, foi analisado todos os fatores acima apresentados, com o intuito de apresentar um ambiente mais organizado além de eficiente, onde as máquinas possuem espaçamentos iguais para a passagem de funcionários, sem que atrapalhe os operadores durante sua produção.

Um fator importante que foi alterado para o novo layout, é a alocação dos equipamentos utilizados para realizar a separação e distribuição das peças que adentram na empresa. No layout atual, era preciso que passasse por toda a produção até chegar no espaço destinado a alocar o corte, percorrendo uma distância equivalente a 16,75m, na qual, além de ser uma distância considerável, possui uma passagem estreita, que passa a ter mais movimento em dias que a demanda apresenta mais intensa. Já no layout proposto, os equipamentos foram transferidos para o espaço ao lado, onde possui melhor visibilidade de tudo o que ocorre durante a produção, uma vez que não possui nenhum objeto obstruindo que possa atrapalhar sua visão, buscando atender com mais eficiência a necessidade dos operadores, para que não falte produtos a serem produzidos nas máquinas. Outro benefício da nova alocação deste setor, é a respeito da distância que a matéria prima percorre da entrada da empresa, até seu destino, sendo de apenas 9,76m<sup>2</sup>, reduzindo um valor equivalente à 6,99m<sup>2</sup> de deslocamento da matéria prima.

Na FIG. 11 é apresentado o diagrama de inter-relações em escala do novo layout, sendo possível perceber a diferença de movimentação gerado durante o processo produtivo ao comparar com o layout atual, onde retirou a máquina 13, e as mesas 2, 5, 6 e 9, que não estavam sendo utilizadas, e acrescentou duas estantes, uma para armazenagem de materiais e outra para produtos acabados, visando maior organização e aproveitamento do espaço físico da empresa.

Figura 11 – Diagrama de inter-relações em escala do layout proposto.



Fonte: Próprio autor / 2017

Ao comparar o diagrama de inter-relações em escala do layout atual com a nova proposta, percebe-se a nova disposição e organização da área de produção da empresa, reduzindo a distância das máquinas e equipamentos utilizados durante o processo produtivo, e aperfeiçoando assim, o fluxo de movimento gerado. Através do TAB. 4 são apresentados os valores correspondentes aos distanciamentos dos maquinários que se encontram presentes durante a produção.

Tabela 4 – Diagrama de fluxo do processo proposto

Diagrama de Fluxo de Processo

Processo: Produção geral de 1 calça modelo comum			
Local: Empresa em estudo			
Nº	Descrição da atividade	Duração (seg)	Distância percorrida (m)
1º	Separação das peças	03:00	9,76
2º	Marcação das peças	00:55	0,0
3º	Preparar para a distribuição das peças	01:20	0,0
4º	Preparar o bolso	00:45	3,02
5º	Engançar palas	00:25	0,51
6º	Engançar gancho	00:30	0,0
7º	Pregar bolso	00:50	0,0
8º	Revel no forro	00:25	1,05
9º	Revel na frente	00:35	1,05
10º	Vista no forro	00:25	1,30
11º	Presponto na boca de bolso (frente) 6	00:35	1,35
12º	Chuleio no forro 19	00:20	1,35
13º	Caçamba	00:40	1,10
14º	Chuleio na frente	00:10	1,10
15º	Pregar zíper	00:45	1,10
16º	Voltinha e ganchinho	00:45	1,20
17º	União	00:25	1,10
18º	Fechar entre pernas	00:30	1,37
19º	Prespontar entre pernas	00:30	1,37
20º	Fechar lateral	00:30	2,63
20º	½ lateral	00:45	1,00
21º	Viés braguilhas 22	00:10	3,07
22º	Passar cócs 32	00:30	1,40
23º	Fazer passante	00:10	1,30

24 °	Ponta cós	00:55	1,20
25 °	Barra normal	00:45	0,00
26°	Travete parte de baixo	00:30	1,05
27°	Casear	00:09	1,20
28°	Catar linha	01:30	1,13
29°	Revisar as peças	02:20	0,60
30°	Embalagem final	00:45	0,00
<b>Total</b>		<b>22:49</b>	<b>42,31</b>

Fonte: Próprio autor /2017.

Após análises realizadas, observa-se o quão benéfico foi a mudança de layout apresentada, uma vez que no layout atual o funcionário percorre uma distância equivalente à 74,52m, enquanto no layout proposto o percurso é realizado em apenas 42,31m, economizando 32,21m em cada fluxo produtivo. Desse modo, como os maquinários utilizados para a produção se encontram mais próximos, facilita o acesso entre os mesmos, para melhor distribuição das matérias primas e ao transportar a peça para o processo seguinte.

Desse modo, o novo layout é apresentado na FIG. 12, de modo a ter uma visão ampla das mudanças ocorridas, visando melhor desempenho no processo produtivo da empresa.

Figura 12 – Proposta do novo layout da empresa



Fonte: Próprio autor / 2017.

Já na FIG. 13 é possível ter uma visão mais detalhada do que ocorre na entrada da empresa, apresentando o espaço que a matéria prima tem ao adentrar na empresa, sem que atrapalhe a produção, de modo mais rápido e eficiente, uma vez que o setor de separação e distribuição das peças foi alterado, e passou a ser entre a entrada e o antigo espaço destinado a este processo.

Figura 13 – Entrada da empresa no novo layout.



Fonte: Próprio autor / 2017.

Através da FIG. 14 a seguir, observa-se a ampla visão que o responsável pela separação e distribuição das peças, passou a ter, uma vez que facilita para o mesmo identificar se algum processo necessita de matéria prima para continuar desenvolvendo suas atividades, ou ainda, se algum processo está à espera do processo anterior para dar continuidade na montagem das peças, podendo assim, sinalizar e auxiliar as mesárias a distribuir as peças ao longo do processo produtivo, minimizando perdas por paradas por matéria prima, garantindo a eficiência do processo produtivo.

Figura 14 – Campo de visão do operador de distribuição no novo layout.



Fonte: Próprio autor / 2017.

## **8 CONCLUSÃO**

Com base no referencial teórico e através dos dados obtidos, foi possível descrever o layout atual da empresa, apresentando como ocorre o processo produtivo, realizando assim, uma cronoanálise das operações executadas, de modo a calcular o nível de eficiência da empresa, através da metodologia TPM, sendo equivalente à 63%. Contudo, foi proposto um novo arranjo físico, possibilitando melhorias no ambiente de trabalho, eliminando os gargalos ao proporcionar aperfeiçoando na visibilidade do operador de distribuição e ao obter um fluxo de movimento mais organizado e eficaz, reduzindo 32,21m percorridos durante a produção, minimizando assim, paradas por falta de matéria prima, e ampliando a produtividade e lucratividade da empresa. Outro gargalo apresentado foi a respeito das perdas por paradas devido manutenções ocorridas nos maquinários, onde, um planejamento de manutenções preventivas poderia minimizar as perdas por paradas inesperadas, sem que prejudicasse o processo produtivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, M. H.. **OEE Can Be Your Key**: Change formula for equipment availability to improve performance. *Industrial Engineer*, p. 44, 2013.

ALBERTIN, M.; SAMPAIO, C.; DIAS, M.; FEITOSA, P. **Aplicação da Eficiência Global de Equipamentos com Indicador de Qualidade Sem Perdas**. Bento Gonçalves: ABEPRO, In: ENEGEP, p. 32, 2012.

ALVES, F. J. B. P.; AUQUINO, P. V. B.; SILVA, L. H. F.. **Estudo Da Reestruturação Do Arranjo Físico Em uma Indústria Alimentícia Do Segmento De Biscoitos Artesanais Em Maceió, Brasil**. *Engineering Sciences*. v. 1, nº. 1, 2012.

BRAGLIA, M.; FROSOLINI, M.; ZAMMORI, F.. **Overall Equipment Effectiveness of a Manufacturing Line (Oeeml)**: An Integrated Approach to Assess Systems Performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, p. 8-29, 2008.

BULGACOV, S. **Manual de Gestão Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1999.

CARDOSO, C. **O Que é o Índice OEE e Para Que Serve?**. 2013. <  
[www.automacaoindustrial.info/o-que-e-oindice-oee-e-para-que-serve/](http://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-oindice-oee-e-para-que-serve/)> Acesso em: 07 maio 2017.

CHANESKI, W. S.. **Revisiting Overall Equipment Effectiveness**. *Competing Ideas*, p. 39, 2013.

CÔRREA, H.; CÔRREA, C. **Administração de produção e operações**: Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

COSTA, A. C. R.; ROCHA, E. R. P.. **Panorama Da Cadeia Produtiva Têxtil E De Confecções E A Questão Da Inovação**. BNDES Setorial, n. 29, p. 159-202, Rio de Janeiro, 2009.

DEPEC – Departamento De Pesquisas E Estudos Econômicos. **Têxtil E Confecções**. Bradesco, p. 30, 2016. <<http://www.economiaemdia.com.br>>, Acesso em: 22 abril 2017.

DEPEC – Departamento de Pesquisas E Estudos Econômicos. **Têxtil e Confecções**. Bradesco, p. 03 – 07, 2017.  
<[https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_textil\\_e\\_confeccoes.pdf](https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_textil_e_confeccoes.pdf)>, Acesso em: 10 junho 2017.

DUTRA, L. **Integrando arranjo físico e fluxo de materiais**: estudo de caso em uma empresa aparista de papel. 2008. 67p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Juiz de Fora, 2008.  
Disponível em:  
<[http://www.fmepro.org/XP/editor/assets/DownloadsEPDTCC/TCC\\_jul2008\\_Leonardo\\_Dutra.pdf](http://www.fmepro.org/XP/editor/assets/DownloadsEPDTCC/TCC_jul2008_Leonardo_Dutra.pdf)>. Acesso em: 16 maio 2017.

FILHO, J. M.. **Os Oito Pilares Da TPM**. UNESP. FEB. 2010.

JAIN, A.; BHATTI, R. S.; SINGH, H.. **Reliability Paperm Oee Enhancement in Smes Through Mobile Maintenance**: A Tpm Concept. India. International Journal of Quality & Reliability Management, p. 505, 2015.

HANSEN, R. C.. **Eficiência Global dos Equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção / manutenção para aumento dos lucros. Bookman, Porto Alegre, 2006.

LEITE, B. M.. **Estudo Sobre Etapas De Elaboração De Arranjo Físico**. Formiga, 2014.

LOPES, E. B.; RAMOS, M. C.; OLIVEIRA, S.; ÉBIAS, D; G.; PEÇANHA, A. S.. **Proposta De Arranjo Físico Para Redução De Distância Média De Transporte (DMT)**: estudo de caso em uma indústria de calcário na região Centro-Oeste de Minas Gerais. EMEPRO, Juiz de Fora. 2016.

MESACASA, A.. **A Indústria De Confecção Do Vestuário Do Município De Pato Branco**: aspectos de desenvolvimento, gestão, design, e proposta de reaproveitamento dos resíduos têxteis. Pato Branco, 2012.

MOREIRA, D. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1993.

MUTHER, R. **Planejamento do layout**: sistema SLP. São Paulo, Edgard Bucher, 1978.

NAKAJIMA, S.. **Introdução a TPM**. São Paulo: IM&C, 1989.

OLISZESKI, C.; et al. **Proposta de arranjo físico para melhoria do fluxo de operações em uma unidade de secagem industrial de erva-mate**.

PEINADO, J.; GRAEML, A. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

SANTOS, A.; SANTOS, M. **Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura - Um Estudo de Caso**. São Carlos, SP, Brasil. ENEGEP, ABEPRO p. 30, 2010.

SILVA, D. C.; CARDOSO, S. B. O.; HERRERA, V. E.; et al.. **Aplicação da Ferramenta OEE em um Equipamento de Produção de Confeitos de Chocolate**. Bauru, SP, Brasil. XXI SIMPEP, p. 3, 2014.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

STEVENSON, W. J.. **Administração das Operações de Produção**. Rio de Janeiro: LTC Editora, ed. 6, 2001.

SUZUKI, T. **TPM In Process Industries**. New York: Productivity Press, 2nd. ed.1, 1994.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S.. **Planejamento Sistemático de Layout com Apoio de Análise de Decisão Multicritério**. São Paulo Sept./Dec. vol. 18, n. 3, 2008.

ZATTAR, I.; RUDEK, S.; TURQUINO, G. **O Uso Do Indicador OEE Como Ferramenta Na Tomada De Decisões Em Uma Indústria Gráfica: Um Caso Prático**. In: IJIE, 2010.

## ANEXO A

ANEXO A – Dados coletados da empresa para cálculo do OEE.

<b>DADOS REFERENTES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>Perdas por setup</b>	Troca de matéria prima
	Horário de almoço
<b>Perdas por paradas</b>	Horário de lanche
	Necessidades fisiológicas
	Linha arrebitada
<b>Perdas por quebras/falhas</b>	Quebra de agulha
	Problemas técnicos na máquina
	Erro no corte
<b>Perdas por defeitos</b>	
<b>Peças produzidas</b>	Total de peças produzidas
	Total de peças boas produzidas
	Total de peças defeituosas produzidas

Fonte: Próprio autor/2017.