



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ**

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

MATHEUS DE ALMEIDA CASTRO

**ESTUDO DE SETUP E TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NO
PROCESSO DE PRODUÇÃO NUMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DE
BOJO**

FORTALEZA

2014

MATHEUS DE ALMEIDA CASTRO

ESTUDO DE SETUP E TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NO PROCESSO
DE PRODUÇÃO NUMA INDÚSTRIA DE CONFEÇÃO DE BOJO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Heráclito Lopes
Jaguaribe Pontes

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C352e Castro, Matheus de Almeida.

Estudo de setup e troca rápida de ferramentas no processo de produção numa indústria de confecção de bojo / Matheus de Almeida Castro. – 2014.

50 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2014.

Orientação: Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.

1. Estudo de tempos. 2. Estudo de métodos. 3. Troca rápida de ferramentas. I. Título.

CDD 658.5

MATHEUS DE ALMEIDA CASTRO

ESTUDO DE SETUP E TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NO PROCESSO
DE PRODUÇÃO NUMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DE BOJO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Heráclito Lopes
Jaguaribe Pontes

Aprovada em: ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Rogério Teixeira Mâsih
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Morgana Baratta Monteiro de Melo Nunes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho à minha família,
pela confiança e apoio.

AGRADECIMENTOS

Expresso o meu agradecimento sincero:

- A Deus, por tudo que tem realizado em minha vida até o presente momento;
- Aos meus pais, Ismael e Imeuda Castro, por fazerem de tudo para que eu sempre tivesse uma ótima educação;
- A minha irmã, Mariana, pelo apoio;
- Ao minha namorada, Cecília Pinheiro, por sua paciência e companheirismo ao longo de todos esses anos de universidade;
- Aos meus amigos e colegas do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará;
- Ao meu professor orientador, Dr. Heráclito Jaguaribe, tanto quanto pelo seu suporte, dedicação e por suas valiosas recomendações para esse trabalho, como conselhos e conhecimentos passados ao longo da minha formação;
- A todos o professores que contribuíram com seus conhecimentos para a minha formação;
- A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho consiste em um estudo de tempos e métodos e de troca rápida de ferramentas com objetivo de melhorar a capacidade produtiva em um setor de conformação de bojo do processo de produção de uma indústria de confecção de bojo para sutiãs. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre estudo de tempos e métodos e troca rápida de ferramentas abordando sobre o assunto os principais conceitos para um melhor entendimento do trabalho, como por exemplo, cálculo do tempo padrão de uma operação, melhoria do método de execução do trabalho e redução do tempo de preparação da máquina (*setup*). Em seguida, foi registrado o método de como estava sendo executada a operação de conformação de bojo, foram realizadas coletas de dados para calcular o tempo padrão da operação. Por fim, foram retirados da operação de *setup* os seus respectivos tempos desnecessários como, por exemplo, os de movimentação. Essa alteração no método foi proposta buscando uma maior rapidez e facilidade da execução do trabalho, assim como a aplicação dos conceitos de troca rápida de ferramentas para a redução do tempo de *setup*. As ferramentas utilizadas proporcionaram uma redução dos desperdícios de tempo na execução da operação melhorando a programação de produção da fábrica, ou seja, como resultado obteve-se uma redução de tempo de *setup* de 86,85% e um aumento da capacidade produtiva em 5,72%.

Palavras-chave: Estudo de Tempos, Estudo de Métodos, Troca Rápida de Ferramentas.

ABSTRACT

This work consists of developing and apply time study and methods and the quick tool change to improve the productive capacity in a sector of conformation of bulge for an industry that provides the brassiere to the market. Initially, it was performed a literature research about time study and methods and quick tool change addressing the issue on the main concepts for a better understanding of the work, such as calculating the standard time for an operation, improving the method of execution of work and reduced preparation time machine. Then, it was recorded the method of how the operation was executing, data collections were made to calculate the standard time of the operation. Finally, the unnecessary movements of operation time of preparation of the machine were removed. This change in the method proposed was seeking greater speed and ease of execution of work, as well as the application of the concepts of quick tool change to reduce the preparation time machine. The tools used provided a reduction of waste of time in executing the operation improving production programming of the factory, so as a result was obtained a reduction of preparation time of 86.85% and an increase in production capacity of 5.72%.

Keywords: Study time, Study Methods, Quick Tool Change.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico de duas mãos exemplo.....	20
Figura 2 – Fluxo produtivo da empresa.....	36
Figura 3 – Mapeamento e Fluxo da operação.....	39
Figura 4 – Diagrama de duas mãos inicial	42
Figura 5 – Modificação do sargento	43
Figura 6 – Diagrama de duas mãos final.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Símbolos do fluxograma.....	19
Tabela 2 - Tabelas de coeficientes da distribuição normal.....	23
Tabela 3 - Coeficiente para calcular o número de cronometragens	23
Tabela 4 – Número de amostras a serem cronometradas	40
Tabela 5 – Estudo de tempo da operação de <i>setup</i>	41
Tabela 6 – Classificação de <i>setup</i>	44
Tabela 7 – Resultados do cenário anterior.....	45
Tabela 8 – Dados de produção e horas produtivas (anterior)	45
Tabela 9 – Resultado da alteração do método.....	46
Tabela 10 – Balaço do tempo de <i>setup</i>	47
Tabela 11 – Tempo total de <i>setup</i>	47
Tabela 12 – Resultados do cenário posterior.....	47
Tabela 13 – Dados de produção e horas produtivas (posterior).....	48

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Identificação de gargalo	37
Gráfico 2 – Operação de conformação	38

SUMÁRIO

1. Introdução	13
1.1 Contextualização	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 Justificativa.....	14
1.4 Metodologia.....	14
1.5 Estrutura do Trabalho.....	15
2. Revisão da literatura	17
2.1 Definição de Tempos e Métodos	17
2.2 Etapas do Estudo de Métodos	17
2.2.1 Fluxograma	18
2.2.2 Gráficos de Métodos	19
2.3 Estudo de Tempos	21
2.3.1 Equipamentos para o Estudo de Tempos	22
2.3.2 Cálculo do Tempo Padrão.....	22
2.3.2.1 Divisão das Operações por Elementos	22
2.3.2.2 Determinação do Número de Ciclos a serem Cronometrados	22
2.3.2.3 Avaliação de Velocidade (ritmo) do Operador.....	24
2.3.2.4 Determinação das Tolerâncias.....	24
2.3.2.5 Calcular Tempo Padrão.....	25
2.4 Produtividade	26
2.5 Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	28
2.5.1 Passos Básicos para o Procedimento de Setup.....	28
2.5.2 Implementação da TRF	29
2.5.2.1 Estágio Inicial: as Condições de Setup Interno e Externo não se Distinguem	30
2.5.2.2 Estágio 1: Separando Setup Interno e Externo	30
2.5.2.3 Estágio 2: Convertendo Setup Interno em Externo	31
2.5.2.4 Estágio 3: Racionalizando todos os Aspectos da Operação de Setup ..	32
3. Estudo de Caso.....	34
3.1. Caracterização do Estudo	34

3.2 Etapas do Estudo de Caso	34
3.3 Desenvolvimento do Estudo de Caso	35
3.3.1 Identificação do Gargalo.....	35
3.3.2 Estudo de Tempos e Métodos.....	37
3.3.2.1 Mapeamento do Processo de <i>setup</i>	38
3.3.2.2 Número de Amostras para o Cálculo do Tempo Padrão	39
3.3.2.3 Calculo do Tempo Padrão.....	40
3.3.2.4 Estudo de Métodos.....	42
3.3.3 Aplicação da Troca Rápida de Ferramentas	44
3.3.3.1 Listar e Identificar <i>Setup</i> Interno e Externo	44
3.3.3.2 Convertendo <i>Setup</i> Interno em Externo	44
3.4 Resultados Obtidos	44
3.4.1 Cenário Anterior	44
3.4.2 Melhorias.....	45
3.4.2.1 Primeira Melhoria	45
3.4.2.2 Segunda Melhoria	46
3.4.2.3 Terceira Melhoria	46
3.4.2.4 Balanço das Melhorias	47
3.4.3 Cenário Após Realização do Trabalho	47
3.4.4 Comparando Resultados.....	48
4. Conclusão	49
Referências	50

1. Introdução

1.1 Contextualização

Ao longo do tempo, o mercado vem se tornando mais competitivo e as exigências dos clientes cada vez maiores em busca de menores preços e uma maior qualidade, as organizações cada vez mais, independente do setor que se encontram, buscam aumentar sua fatia de mercado com o aumento da produção e qualidade dos produtos.

Para empresas que são líderes de mercado, onde se tem uma maior absorção de seus produtos, quanto mais produtos ela produzir e colocar a disposição do mercado maior serão suas vendas.

A empresa em estudo é líder de mercado em seu estado, se destacando no cenário nacional e exportando parte de seus produtos. A empresa é especializada na produção de bojo para sutiã.

Este estudo surgiu da necessidade da empresa em reduzir os desperdícios de movimentação e os tempos de *setup* e com isso gerar um aumento da capacidade produtiva, assim, a empresa conseguirá produzir mais bojos e atendendo novas demanda de clientes.

O trabalho propõe a realização de um estudo de tempos e métodos e troca rápida de ferramenta no setor de conformação de bojo de uma indústria de médio porte localizada no estado do Ceará buscando aumento da sua capacidade de produção.

O setor escolhido para estudo foi o setor de conformação de bojo, mais especificamente na parte de *setup* de matrizes, pois estava havendo um problema de não atingimento das metas de produção, o tempo de *setup* estava muito alto, acarretando em alguns momentos, atrasos dos pedidos para os clientes ou não atendimento de novas demandas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Melhoria da capacidade de produção no setor de conformação de uma indústria de bojos para sutiã com a utilização de tempos e métodos e troca rápida de ferramentas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Reduzir desperdícios de movimentos organizando as matrizes em um único setor de trabalhado;
- Reduzir tempo de *setup* aplicando a troca rápida de ferramenta;
- Aumentar capacidade produtiva melhorando a operação de *setup*.

1.3 Justificativa

A empresa em estudo é um líder de mercado no ramo de produção de bojo para sutiã no estado do Ceará. O mercado de lingerie de acordo com o Instituto de Estudo e Marketing Industrial (IEMI) cresceu 33% nos últimos quatro anos, assim, surgiu uma necessidade de aumentar a quantidade produzida em vista que o número de pedidos da empresa estudada cresceu em média 36%, em virtude desse crescimento a empresa não estava conseguindo atender a demanda dos clientes.

Para o crescimento da empresa e o atendimento da demanda foram utilizadas técnicas da engenharia de métodos para analisar o sistema produtivo. Em seguida foi realizado um estudo de tempos para o cálculo do tempo padrão dos principais elementos do processo produtivo. A partir do conhecimento dos elementos que compõem o processo produtivo e seus respectivos tempos, foi realizado um estudo com a utilização da técnica da troca rápida de ferramentas buscando reduzir o tempo de *setup* da operação resultando na melhoria da capacidade de produção e da programação da produção do processo produtivo.

1.4 Metodologia

Silva e Menezes (2005) explicam que pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base problemas racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-los.

Gil (1999) cita que a pesquisa tem um caráter pragmático, é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo

fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

Silva e Menezes (2005), também apresentam as formas clássicas de classificar as pesquisas, que são: natureza, forma de abordagem do problema, objetivos e procedimentos técnicos.

Esse trabalho foi classificado da seguinte forma:

- No ponto de vista da natureza é uma pesquisa aplicada, onde objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos;
- Na forma de abordagem do problema pode ser classificada como uma pesquisa quantitativa, onde considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las;
- No ponto de vista dos objetivos a pesquisa pode ser classificada como descritiva, pois visa descrever características de determinado fenômeno utilizando de técnicas de coleta de dados.
- No ponto de vista de procedimentos técnicos a pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso, pois envolve o estudo profundo e exaustivo de um objeto de maneira que se permite o seu amplo e detalhado conhecimento.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho apresentado se compõe em três capítulos, explicados abaixo.

O capítulo 1 apresenta a introdução sobre o trabalho, onde é abordado o problema a ser estudado, as razões para ter sido pesquisado, os objetivos a serem alcançados, a metodologia e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, onde demonstra a importância da análise de setup, abordando os conceitos teóricos relacionados de tempos e movimentos e troca rápida de ferramentas que foram usados no estudo de caso.

O capítulo 3 apresenta o estudo de caso, onde mostra o estado inicial, os passos para realização do trabalho e o estado final após o estudo ter sido finalizado, assim, expondo os resultados obtidos seguido de considerações sobre a pesquisa.

No capítulo 4 são feitas as conclusões acerca dos resultados obtidos a partir dos estudos de tempos e métodos e troca rápida de ferramenta e são realizadas sugestões para novos trabalhos.

Por fim, a referência bibliográfica destacando todos os livros e autores que foram utilizados no trabalho.

2. Revisão da Literatura

2.1 Definição de Tempos e Métodos

Barnes (1977) diz que o estudo de movimentos e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: 1) desenvolver o sistema e o método preferido usualmente aquele de menor custo; 2) padronizar este método e sistema; 3) determinar o tempo necessário gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada trabalhando num ritmo normal para executar uma tarefa ou uma operação e 4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido. O estudo de movimento ou projeto de métodos é para encontrar o melhor método para executar a tarefa e o estudo de tempos ou de movimento é para determinar o tempo padrão para executar uma tarefa específica.

Segundo Slack *et al.* (2009), o estudo de método e tempo é uma análise do trabalho humano em todo o seu contexto, para saber sobre todos os fatores que afetam a eficiência e economia buscando obter melhorias

2.2 Etapas do Estudo de Métodos

De acordo com Slack *et al.* (2009) citam que estudo de métodos é a análise crítica dos métodos de trabalhos existentes e propostos, buscando meios de aplicar métodos mais eficazes e mais fáceis e reduzir custos. Complementam Corrêa e Corrêa (2005) dizendo que o método de trabalho escolhido para realizar a atividade irá impactar sobre no desempenho e na segurança.

Barnes (1977) observa que o objeto é projetar um sistema, uma sequência de operações que trarão a melhor solução.

Slack *et al.* (2009) e Barnes (1977) afirmam que para o desenvolvimento do método preferido é definido pelo procedimento de solução de problemas, onde sugerem algumas etapas a serem seguidas:

- 1) Definição do problema: preparar um relatório geral de metas e objetivos – formular problema.
- 2) Análise do problema: obter fatos – determinar especificações e restrições – descrever método atual se estiver em função.

- 3) Pesquisas por soluções possíveis: tentar o método de eliminação – usar listas de controle – aplicar os princípios de economia de movimentos – usar a imaginação criativa.
- 4) Avaliação das alternativas: determinação qual solução preferível – método que forneça menos custo e requeira o menor capital – método que permite a entrada mais rápida em produção do produto – método que forneça a melhor qualidade ou a menor perda.
- 5) Recomendação para a ação: preparar relatórios escritos – fazer apresentação verbal – possuir todos os dados existentes que possam ajudar – antecipar perguntas e possíveis objeções.

Slack *et al.* (2009) e Barnes (1977) dizem que depois de ter sido encontrado o método preferido de se executar uma operação, este método deve ser padronizado. Normalmente a tarefa é dividida em trabalhos ou operações específicos nos quais serão escritos em detalhes. O conjunto de movimentos do operador, as dimensões, forma e qualidade do material, as ferramentas, dispositivos, gabaritos, calibres e o equipamento devem ser especificados com clareza. Todos estes fatores, bem como as condições de trabalho do operador, precisam ser conservados depois de terem sido padronizados. Um registro do método padronizado de operação fornecendo descrição detalhada da operação e das especificações para execução da tarefa é uma maneira mais comum de preservar os padrões.

2.2.1 Fluxograma

Conforme Peinado e Graeml (2007), fluxogramas são formas de representar, através de símbolos gráficos, a série dos passos de um trabalho com o intuito de facilitar sua análise.

Segundo Oliveira (2009), o fluxograma é uma técnica de representação gráfica que se utiliza símbolos previamente convencionados, permitindo a descrição clara e precisa do fluxo de um processo, bem como sua análise e redesenho.

Barnes (1977) afirma que o fluxograma é uma técnica para se registrar um processo de maneira compacta, a fim de tornar possível sua melhor compreensão e posterior melhoria. Os símbolos para o gráfico do fluxo de processo, usados nas ilustrações deste livro, são os indicados na Tabela 1.

Tabela 1 – Símbolos do fluxograma.

Símbolo	Diagrama de fluxo de processo	Diagrama de processo de duas mãos
○	Operação	Operação
⇒	Transporte	Transporte
D	Espera	Espera
□	Inspeção	Inspeção
▽	Estocagem	Segurar

Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2009).

Os aspectos e vantagens principais de um fluxograma, segundo Oliveira (2002) são os seguintes:

- Facilitar a leitura e o entendimento;
- Facilitar a localização e a identificação dos aspectos mais importantes;
- Maior flexibilidade e melhor grau de análise;
- Maior rapidez na descrição dos métodos administrativos;
- Padronizar a representação dos métodos e os procedimentos administrativos.

2.2.2 Gráficos de Métodos

Slack *et al.* (2009) citam que o diagrama de processo de duas mãos contém uma minuciosa descrição das atividades de cada mão do operador, assim, auxiliando na visualização de todos os detalhes de um ciclo e permitindo uma melhor análise da tarefa, ajudando na elaboração de melhores combinações de movimentos. São usados os símbolos descritos no item de fluxograma.

Barnes (1963) diz que o gráfico de duas mãos tem com objetivo principal ajudar no desenvolvimento de uma maneira melhor para a execução da tarefa, mas ele também pode ser muito útil quando usado no treinamento de operadores. Ainda Barnes (1963) cita que além de estudar os movimentos usados na execução da operação, é desejável que seja considerado os materiais, ferramentas, dispositivos,

equipamentos para manuseio de materiais, condições de trabalho e outros fatores que possam afetar a tarefa em execução.

Segundo Corrêa e Corrêa (2005), as cartas de operação ou gráfico de duas mãos são utilizadas principalmente em postos fixos de trabalho para uma análise quantitativa crítica dos movimentos das mãos.

Peinado e Graeml (2007) citam que o diagrama de processo de duas mãos é uma técnica utilizada para estudo de fluxo de produção que envolve montagem ou desmontagem de componentes, e que, por meio dessa técnica pode-se otimizar a sequência de trabalho e minimizar os tempos envolvidos, objetivando um aumento da produtividade.

Figura 1 – Gráfico de duas mãos exemplo.

Descrição	Mão esquerda	Mão direita	Descrição
Esperar	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Pegar a placa-suporte
	○ → □ ▤ ▽	● → □ ▤ ▽	Inserir na fixação
Segurar a placa-suporte	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Pegar dois suportes
	○ → □ ▤ ▽	● → □ ▤ ▽	Posicionar a placa traseira
	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Pegar os parafusos
	○ → □ ▤ ▽	● → □ ▤ ▽	Posicionar os parafusos
	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Pegar a parafusadeira
	○ → □ ▤ ▽	● → □ ▤ ▽	Apertar os parafusos
Esperar	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Substituir parafusadeira
	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Pegar o conjunto central
	○ → □ ▤ ▽	○ → ■ ▤ ▽	Inspecionar o conjunto central
Segurar o conjunto central	○ → □ ▤ ▽	● → □ ▤ ▽	Posicionar e fixar
	○ → □ ▤ ▽	● → □ ▤ ▽	Ligar o cronômetro
	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Esperar o final do teste
Esperar	○ → □ ▤ ▽	○ → ■ ▤ ▽	Inspecionar
Gesto de transferência	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Gesto de transferência
Esperar	○ → □ ▤ ▽	○ → □ ▤ ▽	Colocar de lado

Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2009).

2.3 Estudo de Tempos

Segundo Corrêa e Corrêa (2005), o estudo de tempo é um maneira para a obtenção de padrões de trabalho utilizando a cronometragem com funcionários treinados e trabalhando condições normais.

Para Slack *et al.* (2009), o estudo de tempos é a aplicação de técnicas para estabelecer o tempo para um trabalhador qualificado realizar uma certa operação em um certo nível de desempenho.

De acordo com Barnes (1977), o estudo de tempos é usado na determinação do tempo necessário para um indivíduo treinado e qualificado, trabalhando num ritmo normal, executar uma tarefa específica. O estudo de tempos envolve medições. Ele é usado para medir um trabalho, ou seja, uma tarefa. O resultado do estudo de tempos é o tempo, em minutos, que uma pessoa acostumada ao trabalho e completamente treinada no método específico levará para executar a tarefa em um ritmo de trabalho considerado normal. Esse tempo é denominado tempo-padrão da operação.

Conforme Corrêa e Corrêa (2005) e Barnes (1977), a aplicação do estudo de tempos é determinar o tempo-padrão, porém ele é usado para diversas finalidades, como:

- 1) Programações de trabalho e alocação da capacidade;
- 2) Determinar os custos-padrão e como um auxílio ao preparo de orçamentos;
- 3) Estimar o custo de um produto antes do início da fabricação;
- 4) Determinar eficiência de máquinas, o número de máquinas que uma pessoa pode operar, auxiliar o balanceamento de linhas de montagem;
- 5) Determinar padrões a serem usados como base para o pagamento de incentivo à mão de obra direta;

Slack *et al.* (2009) afirma o tempo básico tem relação com a medição do trabalho sobre a ampla gama de condições. Já o tempo-padrão refere-se ao tempo permitido para a realização do trabalho sobre circunstâncias específicas.

2.3.1 Equipamentos para o Estudo de Tempos

Martins e Laugeni (2005) citam que os equipamentos necessários para a execução de um estudo de tempos consistem em um aparelho medidor de tempo e/ou equipamentos auxiliares. Por exemplo, cronômetro decimal, máquina de filmar, folha de observação, prancheta, caneta ou lápis e borracha para observações.

2.3.2 Cálculo do Tempo Padrão

Segundo Martins e Laugeni (2005), para calcular o tempo padrão são necessários seguir cinco passos que serão mostrados a seguir.

2.3.2.1 Divisão das Operações por Elementos

De acordo com Martins e Laugeni (2005) os elementos de uma operação são as partes em que a operação pode ser dividida. Essa divisão tem por principal finalidade a verificação do método de trabalho e deve ser compatível com a obtenção de uma medida precisa, tomando-se o cuidado de não dividir a operação em muitos, ou em demasiadamente poucos elementos. O tempo de cada elemento será anotado separadamente na folha de observações.

Peinado e Graeml (2007) citam que a operação que se deseja determinar o tempo padrão deve ser dividida em parte para que o método de trabalho possa ter uma medida precisa. Peinado e Graeml (2007), também citam para ter o cuidado de não dividir a operação em muitos, ou em demasiadamente poucos elementos.

2.3.2.2 Determinação do Número de Ciclos a serem Cronometrados

Conforme Peinado e Graeml (2007), é obvio e intuitivo que apenas uma tomada de tempo não é suficiente para determinar o tempo de uma operação, logo, é necessário que façam várias tomadas de tempo para se obter uma média, ainda é necessário saber quantas tomadas de tempo seriam necessárias serem cronometradas, assim, a determinação dessa quantidade é obtida através de um cálculo estatístico, no qual está na equação 1.

Segundo Martins e Laugeni (2005), para determinar o tempo padrão de uma peça ou de uma operação devem ser realizadas entre 10 e 20 cronometragens. Contudo, a maneira mais correta para determinar o número de cronometragens ou ciclos n a serem cronometrados é deduzida da expressão do intervalo de confiança da distribuição por amostragem da média de uma variável distribuída normalmente, assim, resultando na equação 1.

$$n = \left(\frac{z \cdot R}{E_r \cdot d_2 \cdot \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

n = número de ciclos a serem cronometrados;

z = coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada;

R = amplitude da amostra;

E_r = erro relativo;

d_2 = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;

\bar{x} = média da amostra.

Peinado e Graeml (2007) e Martins e Laugeni (2005) dizem que se costuma utilizar para o grau de confiabilidade da medida entre 90% e 95%, e o erro relativo aceitável variando entre 5% e 10%.

A Tabela 2 e a Tabela 3 mostram, sucessivamente, o coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada e coeficiente em função do número de cronometragem realizado preliminarmente.

Tabela 2 - Tabelas de coeficientes da distribuição normal.

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

Tabela 3 - Coeficiente para calcular o número de cronometragens.

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

2.3.2.3 Avaliação de Velocidade (ritmo) do Operador

Martins e Laugeni (2005) afirmam que avaliação de velocidade (V) ou ritmo consiste em uma comparação que o analista de estudo de tempos faz com o operador e seu próprio conceito de ritmo normal (100%). O ritmo que recebe nome normal é aquele que poderia ser mantido pelo operador todos os dias, sem fadiga mental ou física em excesso. Depois o ritmo é aplicado ao tempo médio a fim de obter-se o tempo normal para o estudo.

Peinado e Graeml (2007) citam que a avaliação é o processo que o cronoanalista compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal. Quando o operador for avaliado com velocidade acima do normal o tempo cronometrado deve ser ajustado para cima, pois os outros operadores não irão conseguir repetir esse desempenho. Caso o operador seja avaliado com velocidade abaixo do normal, o tempo cronometrado deve ser ajustado para baixo, pois será necessário menos tempo para os outros operadores realizarem a tarefa. Peinado e Graeml (2007) cita a mesma metodologia de Martins e Laugeni (2005) em relação à consideração de ritmo normal igual a 100%, acima do normal mais que 100% e abaixo do normal menos que 100%.

2.3.2.4 Determinação das Tolerâncias

Martins e Laugeni (2005) afirmam que não é possível uma pessoa trabalhar o dia inteiro sem interrupções, logo devem ser previstas algumas interrupções ao longo do horário de trabalho, onde essas tolerâncias se dividem em dois tipos, necessidades pessoais e de alívio e fadiga, as tolerâncias são acréscimos feitos ao tempo básico (normal) para dar ao trabalhador a oportunidade de recuperar-se de efeitos fisiológicos ou psicológicos resultantes da execução de trabalho específico em condições específicas, e para permitir o atendimento de necessidades pessoais. A tolerância total varia entre 15% e 20% do tempo. Assim sendo, o Fator de Tolerância (FT) situa-se entre 1,15 e 1,20.

- Tolerância para atendimento às necessidades pessoais: variam entre 10 min e 25 min (5% aproximadamente) por dia de trabalho;
- Tolerâncias para alívio da fadiga: variam de acordo com as condições de trabalho, iluminação, intensidade de movimentos temperatura, etc. Está entre 10% (trabalho

leve em um bom ambiente) e 50% do tempo (trabalhos pesados em condições inadequadas).

Segundo Martins e Laugeni (2005) as tolerâncias podem ser calculadas em função dos tempos concedidos pela empresa. Para isto, usa-se a porcentagem de tempo p concedida em relação ao tempo de trabalho diário e calcula-se o fator de tolerância como sendo:

$$FT = 1/(1 - p). \quad (2)$$

Peinado e Graeml (2007) citam que são dois tipos de tolerâncias a ser considerada na determinação do tempo padrão, a primeira é a tolerância para atendimento às necessidades pessoais, que se trata de necessidade fisiológicas do organismo, e que para em uma jornada de 8 horas de trabalho geralmente são utilizados um tempo de parada que varia entre 10 a 24 minutos, ou seja, 2% a 5%, a segunda é a tolerância é para alívio e fadiga, que se trata de uma tolerância em relação ao esforço físico, esforço mental, postura, condições ambientais que estão relacionados à operação, normalmente se é usado uma tolerância entre 15% e 20% para este fator.

Como Martins e Laugeni (2005), também é comentado por Peinado e Graeml (2007) que muitas vezes a tolerância é calculada em função dos tempos de permissão que a empresa está disposta a conceder. Neste caso determina-se a porcentagem de tempo p concedida em relação ao tempo de trabalho diário e calcula-se o fator de tolerâncias por meio da Fórmula (2).

2.3.2.5 Calcular Tempo Padrão

Peinado e Graeml (2007) dizem que o cálculo do tempo padrão é dividido em duas partes, a primeira parte é o cálculo do tempo normal, onde se calcula a média dos tempos cronometrados e multiplica pela avaliação de ritmo (fórmula 3), a segunda parte é o cálculo do tempo padrão, onde se multiplica o tempo normal pelo tempo padrão Fórmula (4).

Martins e Laugeni (2005) o tempo padrão para cada elemento consiste principalmente em duas partes, o tempo básico ou normal e as tolerâncias.

Uma vez obtidas as “n” cronometragens válidas, deve-se:

a) Calcular a média das “n” cronometragens, obtendo-se o tempo cronometrado (TC), ou tempo médio (TM);

b) Calcular o tempo normal (TN):

$$TN = TC \times V \quad (3)$$

c) Calcular o tempo padrão (TP):

$$TP = TN \times FT \quad (4)$$

2.4 Produtividade

Tubino (2007) cita que normalmente as empresas desejam acompanhar o desempenho do seu processo, as medidas de desempenho são relacionadas com os custos, a qualidade, a entrega e os serviços de atendimento do cliente. Cada empresa tem suas medidas de desempenho de acordo com os sistemas produtivos, mas basicamente um indicador de medida de desempenho muito usado nas empresas é a produtividade.

Para Gaither e Frazier (2002) a produtividade significa a quantidade de produtos ou serviços produzidos com os recursos utilizados, a produtividade em um intervalo de tempo geralmente é medida com a Fórmula (5).

$$\textit{Produtividade} = \frac{\textit{Quantidade de produtos ou serviços produzidos}}{\textit{Quantidade de recursos utilizados}} \quad (5)$$

Gaither e Frazier (2002) dizem que a produtividade pode aumentar de diversas maneiras:

- Aumenta a produção utilizando a mesma quantidade ou quantidades menores de recursos;
- Reduzir a quantidade de recursos utilizados enquanto a produção é mantida a mesma;
- Permitir que a quantidade de recursos utilizados aumente contanto que a produção aumente ainda mais;

- Permitir que a produção diminua contando que a quantidade de recursos utilizados diminua ainda mais.

Os autores Slack *et al.* (2009) e Corrêa e Corrêa (2005) afirmam que as empresas tem normalmente cinco objetos de desempenhos que são, relacionados aos custos, qualidade, flexibilidade, velocidade, confiabilidade. À medida que é normalmente usada para indicar o nível de sucesso das operações em relação a esses objetivos é a produtividade

Produtividade é uma medida de eficiência com que recursos de entrada (insumos) de um sistema e agregação de valor são transformados em saídas (produtos) (CORRÊA e CORRÊA, 2005).

$$Produtividade = \frac{Produtos}{Insumos} \quad (6)$$

Segundo o mesmo sentido de Corrêa e Corrêa (2005), Slack *et al.* (2009) citam que a produtividade é a razão entre o que é produzido por uma operação e o que é necessário para essa produção.

$$Produtividade = \frac{Saídas (outputs)}{Entradas (inputs)} \quad (7)$$

Complementam Martins e Laugeni (2005) dizendo que deve se implantar de forma continua a melhoria da produtividade para a redução de custos, melhoria da qualidade dos processos e produtos, redução dos prazos de entregas etc.

Segundo Chiavenato (2008) e Barnes (1977) a produtividade pode ser usada ainda sim como uma forma de pagamento da mão-de-obra direta, assim, incentivando a produtividade aumentar e os custos reduzirem.

2.5 Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

Tubino (2007) cita que o criador do método de troca rápida de ferramentas foi Shiego Shingo na década de 70 após vários anos de experiência em empresas japonesas, especialmente na Toyota, onde foi contratado para estudar como se davam os *setups* de máquinas. Shingo conseguiu reduzir os *setups* de prensas de 120 minutos para 3 minutos.

Hay (1992) garante que qualquer empresa que usar o processo pode reduzir em 75% o tempo de preparação de qualquer peça do equipamento, sem maiores despesas

2.5.1 Passos Básicos para o Procedimento de *Setup*

Para Hay (1992), os passos básicos para a redução do tempo de preparação são encontrados através de três perguntas. Onde são: O que está sendo feito? Porque isto está sendo feito? Quem está fazendo isto?

Hay (1992) diz que para a pergunta “O que está sendo feito?” se devem simplificar as preparações, medir os tempos de preparação, definir o tempo de preparação, reduzir o tempo de preparação. Para “Porque isto está sendo feito?” a empresa tem que ter consciência que a redução do tempo de preparação não foi criada para reduzir pessoal e sim para reinvestir o tempo economizado em preparações mais frequentes. Para “Quem está fazendo isto?” é necessário entender que a redução do tempo de preparação não é um projeto de engenharia e sim um envolvimento dos funcionários e um trabalho de equipe.

Tubino (2007) cita que o primeiro passo na TRF consiste em formar um grupo de trabalho dentro da empresa que seja responsável pela redução dos tempos de *setup*, que inclua de preferencia os operadores que o executam. Esse grupo irá identificar como o *setup* está sendo feito atualmente, registrando em uma planilha, normalmente através de uma filmagem para comparações posteriores, de forma que possa descrever o conjunto de atividades durante o *setup*.

Gaither e Frazier (2002) comentam que a redução do tempo de preparação ganha uma grande soma de dinheiro evitando as consequências negativas dos tamanhos de lotes pequenos. Citam também que as melhores ideias para a redução

do tempo de preparação vêm frequentemente das pessoas que estão mais familiarizadas com a maquinaria e o equipamento, os usuários.

Gaither e Frazier (2002) diz que um exemplo de melhoria de baixo custo é executar algumas tarefas da preparação antecipadamente, enquanto a última parte do lote anterior ainda está sendo processado, o operador também pode ser capaz de juntar ferramentas, calibres, gabaritos, e a primeira parte do lote seguinte próximo à máquina, prontos para serem usados.

Ainda Gaither e Frazier (2002), citam que grandes percepções serão obtidas se programas formais de reduções de tempos de preparação forem implementados na empresa.

De acordo com Shingo (2000) para ser feito uma operação de *setup* existem uma sequência de passos, onde serão listados:

- 1) Preparação, ajustes pós-processamento, verificação de matérias, ferramentas etc.: este passo assegura que todos os componentes e ferramentas estejam em perfeito funcionamento e devidamente no local onde devam estar. Inclui se também neste item o momento após o processo de setup, onde requer que os itens que tenham se removidos ou trocados retornem ao local de estocagem.
- 2) Montagem e remoção de navalhas, ferramentas, componentes etc.: diz que os componentes e ferramentas após o término do processo devem ser removidos e fixados para a próxima troca.
- 3) Medições, posicionamentos e calibrações: este item diz respeito as medições e as calibrações que serão necessárias ser feitas para a operação de fabricação, tais como, regulagem de temperatura ou pressão, centragem etc.
- 4) Corridas de teste e ajustes: nesta etapa são realizados os ajustes após a fabricação da primeira peça. Quanto maior as medições e calibrações no item anterior melhor e mais fácil serão os ajustes neste passo.

2.5.2 Implementação da TRF

Hay (1992) diz que a análise da operação de preparação de máquina consiste em quatro partes: interna-externa, ajustes, fixação, e problemas.

Tubino (2007) cita que Shingo desenvolveu uma teoria para a TRF, que pode ser resumida em alguns passos em sequências:

1. Identificar e separar as atividades de *setup* interno e externo e eliminar desnecessárias;
2. Converter as atividades de *setup* interno em externo;
3. Simplificar e separar pontos relevantes para o *setup*;

2.5.2.1 Estágio Inicial: as Condições de *Setup* Interno e Externo não se Distinguem

Corrêa e Giansesi (1993) citam que inicialmente se deve foca a redução de tempo de preparação com as mesmas técnicas de engenharia industrial e métodos de melhoria que são aplicados ao projeto de trabalho, isto significa documentar como o *setup* é feito atualmente, podendo se usar o uso de filmagem, procurando eliminar passos e reduzir os tempos dos passos remanescentes.

Shingo (2000) diz que nas operações de *setup* tradicionais, as máquinas ficam paradas por um longo período de tempo porque o *setup* interno e o externo são confundidos, pois, o que poderia ser realizado externamente é realizado internamente. Um bom método para a análise da produção seria a realização de tomadas de tempo (cronometragens), contudo, essa análise demandaria muito tempo e exigindo grande habilidade.

2.5.2.2 Estágio 1: Separando *Setup* Interno e Externo

Corrêa e Giansesi (1993) dizem para separar criteriosamente o *setup* interno do externo se atentando para o fato que o *setup* interno se refere às atividades que necessitam que a máquina esteja parada para que sejam realizadas.

Hay (1992) cita que na operação de preparação da máquina existem dois tipos de trabalho, o trabalho interno e externo, trabalho interno é definido como aquele que só pode ser feito com equipamento parado e trabalho externo é a aquele que é realizado quando o equipamento está operando. Essa análise é importante para reduzir o tempo de máquina parada.

Tubino (2007) diz que no momento de descrição de como a atividade de *setup* está sendo executada, deve-se classificar as atividades em três categorias:

- *Setup* interno: atividade de *setup* realizada com a máquina parada;
- *Setup* externo: atividade de *setup* com a máquina operando;
- Desnecessária: atividade executada sem relação com o *setup*.

Tubino (2007) propõe que as atividades desnecessárias sejam mapeadas e tomadas ações para que as eliminem. Após as atividades desnecessárias tiverem sido eliminadas separar criteriosamente as atividades de *setup* interno das atividades de *setup* externo, de forma que quando a máquina estiver parada, apenas atividades de *setup* interno devem ser desenvolvidas. As atividades de *setup* externo, como preparação e transporte das matrizes, gabaritos, ferramentas e dispositivos de fixação, já devem ter sido providenciados.

Shingo (2000) cita que na troca rápida de ferramentas o passo mais importante para implementação é a separação do *setup* interno e externo, saber claramente diferenciar os dois tipos. Ele diz que o tempo de *setup* pode ser reduzido de 30% a 50% se for feito um estudo específico para transformar o máximo possível da operação de *setup* em *setup* externo.

Shingo (2000) propõe algumas ferramentas para garantir que as tarefas possam ser feitas como *setup* externo, onde a máquina esteja trabalhando. Primeiramente é necessário ser feita uma lista de verificação (*checklist*) com componentes e passos necessários para que a operação seja feita. A segunda sugestão é realizar a verificação das condições de funcionamento das ferramentas. E por último, a terceira sugestão é que exista um interesse pela melhoria no transporte de matrizes e de outros componentes.

2.5.2.3 Estágio 2: Convertendo Setup Interno em Externo

Corrêa e Gianesi (1993) dizem para converter o *setup* interno, na medida do possível, em *setup* externo, assim sendo esta uma das práticas mais importantes para reduzir o tempo de preparação a um período de apenas um dígito em minutos (*single-minute setup*).

Hay (1992) diz que nesta etapa é tentado converter ao máximo o trabalho interno em externo de modo que ele possa ser feito com a máquina operando.

Tubino (2007) cita que este passo consiste em analisar as atividades de *setup* interno, executadas com máquina parada, e converte-las para *setup* externo, executadas com máquina em funcionamento. São citados exemplos de conversão como:

- Padronização as alturas das matrizes com placas espaçadoras;
- Aquecimento externo das matrizes, de forma que ao entrar em operação, ela já esteja em temperatura indicada para gerar uma boa peça.

Shingo (2000) diz que nesta etapa, o objetivo é reavaliar se algum passo foi classificado como interno erroneamente e tentar converter o máximo de passos de *setup* interno para externo.

O principal meio para se conseguir a conversão do *setup* interno para externo é preparando as condições operacionais antecipadamente (Shingo, 2000).

2.5.2.4 Estágio 3: Racionalizando todos os Aspectos da Operação de Setup

Segundo Corrêa e Giansesi (1993), é essencial preparar o próximo processo de *setup* cuidadosamente e bem antes do momento que ele seja necessário; modificar equipamentos para permitir uma preparação mais fácil e um pequena necessidade de ajustes; desenvolver métodos de modo a possibilitar que apenas uma pessoa possa executar a maior parte do *setup* e praticar o processo de preparação da máquina.

Hay (1992) cita que para esta etapa é necessário eliminar os ajustes de qualquer espécie, analisar os tempos gastos com apertos, movimentação e fixação. Hay (1992) afirma que o uso de parafusos e porcas é muito bom para fixar coisas permanentes, mas para ajustes de máquina são o que há de mais impróprio. Por ultimo, ele fala sobre os problemas que possam acontecer, assim, dizendo que é necessário encontrar a causa raiz do problema para que possa solucionar e não voltar a se repetir.

Shingo (2000) e Tubino (2007) afirmam que após o estágio 1 e 2, pode se continuar fazendo muitas melhorias nas operações de *setup*. Melhorias nas operações de *setup* externo como, por exemplo, de armazenagem e movimentação

de componentes, podem ajudar a racionalizar esse tempo. Melhorias nas operações de setup interno existem técnicas que podem ser usadas para racionalizar o tempo dessa operação, como:

- a) Implementação de operações em paralelo, no caso de máquinas que necessitam de operações na parte frontal e posterior, há um desperdício de movimentação enquanto o funcionário caminha ao redor da máquina. Assim, operações em paralelo, envolvem mais de uma pessoa, mas são muito mais úteis por acelerar esse tipo de trabalho.
- b) Uso de fixadores funcionais, onde o objetivo é a fixação do dispositivo no local com o mínimo de esforço. São sugeridos alguns métodos como fixadores de uma volta, método de um movimento e métodos de encaixes para a redução do tempo de setup.
- c) Eliminação de ajustes, como citado anteriormente, esses ajustes chegam a somar 50% do tempo de setup e normalmente ocorrem por ajustes como centragem, dimensionamento, regulagens etc. Conseguindo eliminá-los resultariam em um grande ganho de tempo. Para a eliminação de ajustes é necessário estabelecer padrões e parâmetros numéricos. Outro método é o sistema de mínimo múltiplo comum (MMC), onde busca a eliminação dos ajustes através da padronização e limitação.
- d) A mecanização busca facilitar a movimentação e o deslocamento de grandes matrizes, porém, tem um elevado investimento em relação ao tempo que se irar ganhar, logo, deve ser o ultimo método é ser trabalhado, pois se começar pela mecanização a uma possibilidade de estar trabalhando em cima de uma operação de setup ineficiente.

3. Estudo de Caso

3.1. Caracterização do Estudo

Este estudo foi desenvolvido em uma de indústria de confecção de bojos para sutiã no primeiro semestre de 2014 situada no município de Maracanaú, Ceará. A indústria tem um *layout* de linha de produção, onde o posto de trabalho de conformação abastece a linha. Tal setor produzia em média 15 a 25 tipos diferentes de bojos por dia, em dois turnos de produção, dando um total de 16,9 horas de produção. Os dados do estudo foram coletados durante seis horas por dia ao longo de dois meses e o estudo foi realizado sem especificidade do tipo de produto. Tal estudo foi aplicado apenas para uma linha de produção entre as 11 que a fábrica possui.

3.2 Etapas do Estudo de Caso

Neste capítulo são detalhadas as etapas para a compreensão de como foi realizado o estudo de caso. As etapas do estudo de caso foram divididas em:

- Identificação do gargalo: nessa etapa foi identificado o posto de trabalho para a realização do estudo. Inicialmente foi mapeado o processo de produção do bojo de sutiã. Em seguida, foram analisadas as quantidades produzidas de cada posto de trabalho do processo;
- O estudo de tempos e métodos: nessa etapa foi realizado o estudo de tempos e métodos no setor de conformação, identificado na etapa anterior como a restrição do processo produtivo, para obter dados detalhados sobre o posto de trabalho e sua produção;
- Aplicação da troca rápida de ferramentas: Nessa etapa foi realizada a aplicação dos conceitos de troca rápida de ferramentas buscando a redução no tempo *setup* da operação resultando no aumento da capacidade produção.
- Resultados do estudo de caso: a última parte do estudo foi realizar a comparação entre o cenário anterior as melhorias aplicadas a partir das etapas anteriores com o cenário atual com as melhorias.

3.3 Desenvolvimento do Estudo de Caso

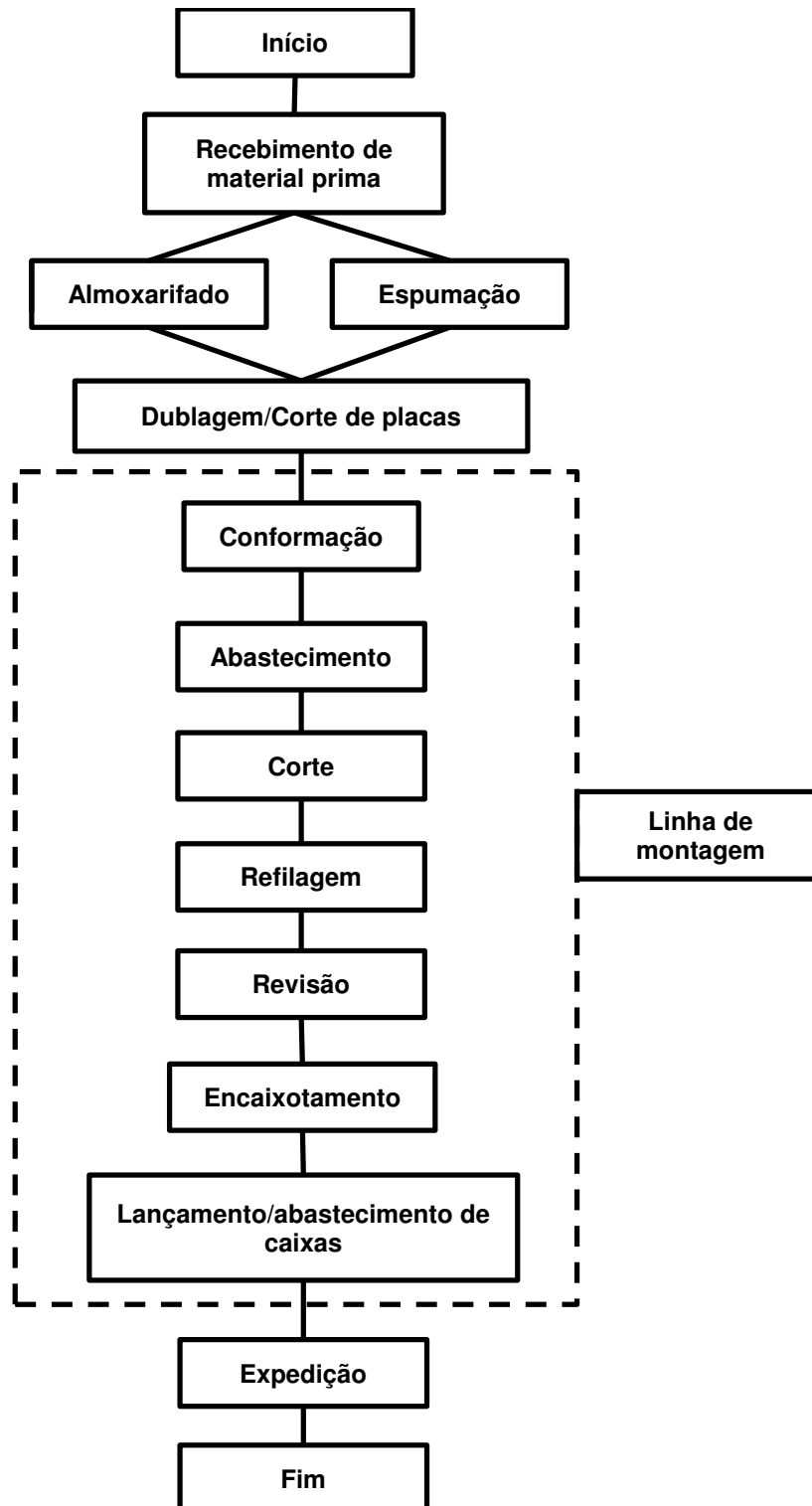
3.3.1 Identificação do Gargalo

A empresa em estudo tinha um objetivo de aumentar a sua capacidade produtiva, logo, aumentar a produção de bojos para sutiã. Na estrutura do processo produtivo pode-se considerar o setor de Espumação e Almoarifado, que fornecem espuma e tecido para setor de Dublagem/Corte de placas, Linha de produção e a Expedição. Segue abaixo as atividades dos setores e dos postos da linha de produção:

- Almoarifado: armazena e fornece tecido para o setor de Dublagem/Corte de placas;
- Setor de Espumação: produz a espuma e fornece a mesma para o setor de Dublagem/Corte de placas;
- Dublagem/Corte de placas: atividades de dublar o tecido na espuma e corte em placas para a conformação;
- Conformação: atividade de dar a forma para o bojo através de matriz (molde);
- Abastecimento: atividade de abastecer a linha de produção.
- Corte: atividade de cortar os bojos;
- Refilagem: atividade de refilar rebarbas que possam vir do setor de corte;
- Revisão: atividade de revisar se o bojo está conforme os padrões.
- Encaixotamento: atividade de encaixotar o bojo;
- Lançamento/abastecimento de caixas: atividade de lançar os lotes produzidos no sistema;
- Expedição: Receber produtos acabados e destinar para clientes.

Para um melhor detalhamento do processo produtivo da empresa em estudo, segue na Figura 2 o fluxo produtivo da empresa.

Figura 2 – Fluxo produtivo da empresa.

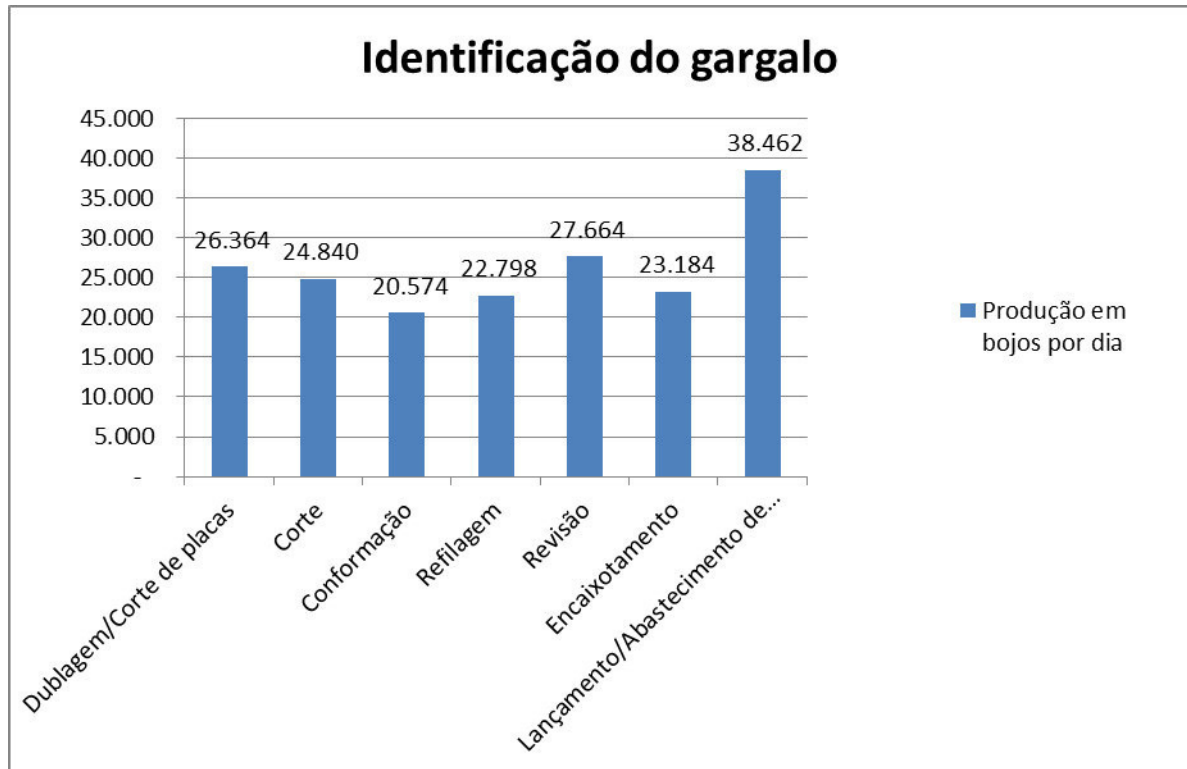


Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 1 é mostrada a média de produção de bojos por dia por setor, que foi obtida através da coletada de dados do sistema da empresa. A restrição para o aumento da quantidade de produtos estava no posto de conformação de bojos, pois

os outros postos de trabalho tem a capacidade produtiva maior que o setor de conformação de acordo com o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Identificação de gargalo



Fonte: Própria autoria.

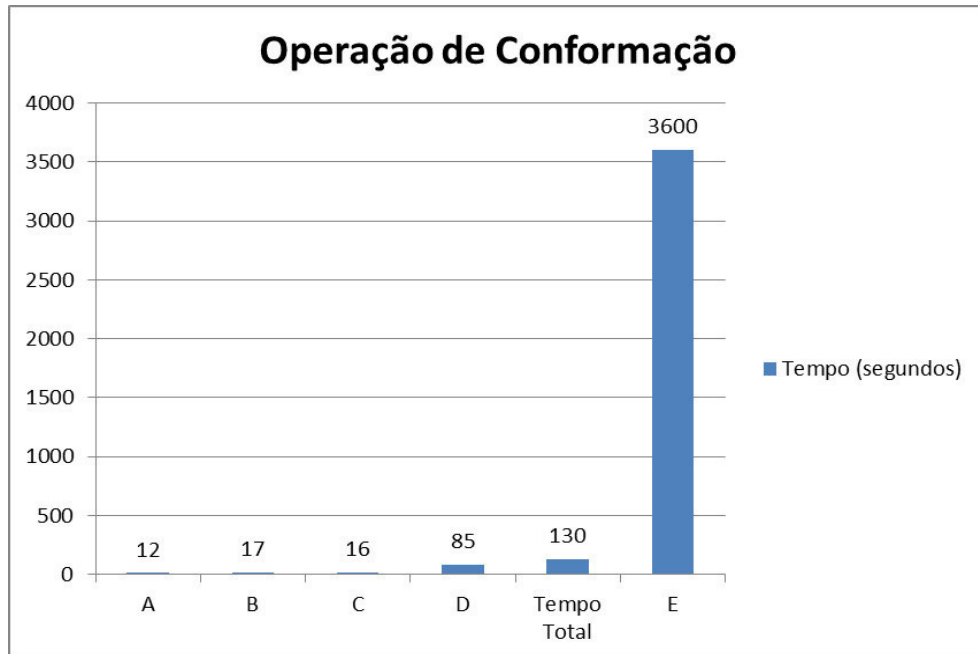
Logo, o gargalo ficou identificado como o setor de conformação, assim sendo o setor escolhido para ser analisado.

3.3.2 Estudo de Tempos e Métodos

Nesta etapa foi desenvolvido o estudo de tempos e métodos no setor de conformação, pois foi visto que era necessária a análise de acordo com a identificação do gargalo. O posto escolhido foi o da operação de *setup*, tendo em vista que o tempo que a fábrica tinha como base para o *setup* era de uma hora (60 minutos) adotado pelo setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), onde é considerado um tempo alto.

No gráfico abaixo consta os tempos sobre a operação de conformação. O tempo de 130 segundos é referente ao ciclo de produção de dois pares de bojo.

Gráfico 2 – Operação de conformação.



Onde:

A: Operação de limpeza da placa;

B: Retirar placa conformada, colocar nova placa e acionar botão;

C: Esfriar bojo, colocar na estante;

D: Tempo de conformação;

Tempo Total: Ciclo para a produção de dois pares de bojo;

E: Tempo de *setup*.

3.3.2.1 Mapeamento do Processo de *Setup*

De acordo com o item anterior a operação que foi escolhida para o estudo de tempos e métodos foi à operação de *setup*, pois como foi visto tinha um tempo muito alto. Primeiramente foi desenvolvido o mapeamento e fluxo da operação de acordo com a Figura 3.

Figura 3 – Mapeamento e Fluxo da operação.

Gráfico de fluxo de operação							
Método Atual:		<input checked="" type="checkbox"/>		Data: __/__/__			
Método Proposto:		<input type="checkbox"/>		Nº gráfico: GFP-001			
Operação de mapeamento:							
Departamento:							
Dist.	Tempo (seg.)	Símbolos do Gráfico			Descrição do processo		
		●	⇒	□	D	▽	Retirar matriz da máquina e colocar na estante
		○	⇒	■	D	▽	Procurar matriz no galpão 1
		○	⇒	■	D	▽	Procurar matriz no galpão 2
		●	⇒	□	D	▽	Colocar matriz no carrinho
		○	⇒	□	D	▽	Levar matriz para galpão 1
		●	⇒	□	D	▽	Colocar matriz na máquina
		●	⇒	□	D	▽	Regular matriz
		●	⇒	□	D	▽	Aquecer matriz
		○	⇒	□	D	▽	
		○	⇒	□	D	▽	
Totais:		4	1	2			

3.3.2.2 Número de Amostras para o Cálculo do Tempo Padrão

Feito o mapeamento, o seguinte passo foi calcular o tempo padrão da operação de *setup*. Começando pelo cálculo para determinar o número de cronometragens com uma confiança de 95% e um erro relativo de no máximo 5%.

Inicialmente foram feitas algumas cronometragens da operação prontamente dividida em elementos, com isso, foi determinado o número de amostras para serem cronometradas de cada elemento da operação, onde estão relacionadas na Tabela –

4. É mostrado abaixo como foi calculado o número de amostras a serem cronometradas. Como exemplo, utiliza-se a atividade de regular matriz:

$$n = \left(\frac{1,96 * 12}{0,05 * 2,704 * 98} \right)^2 = \left(\frac{23,52}{13,35} \right)^2 = (1,7607)^2 = 3,1003 \rightarrow 4,00$$

Tem-se o valor de n igual a 3,1003, logo, arredondando para cima tem-se n igual 4,00 cronometragens. A tabela 4 detalha o número de amostras a serem cronometradas para cada elemento que compõem a operação de setup no processo de conformação.

Tabela 4 – Número de amostras a serem cronometradas.

Nº	Elementos da operação	Quantidade de cronometragens iniciais	z	R	E_r	d_2	\bar{x}	n
1	Retirar matriz da máquina e colocar na estante	5	1,96	12	0,05	2,704	98,80	4
2	Procurar matriz no galpão 1	5	1,96	18	0,05	2,704	163,40	3
3	Procurar matriz no galpão 2	5	1,96	22	0,05	2,704	179,60	4
4	Colocar matriz no carrinho	5	1,96	3	0,05	2,704	27,40	3
5	Levar matriz para galpão 1	4	1,96	8	0,05	2,704	114,75	2
6	Colocar matriz na máquina	7	1,96	2	0,05	2,704	12,86	6
7	Regular matriz	4	1,96	7	0,05	2,704	138,00	1
8	Aquecer matriz	4	1,96	107	0,05	2,704	1756,50	1

3.3.2.3 Calculo do Tempo Padrão

Após o cálculo do número amostras por elementos, o próximo passo para calcular o tempo padrão foi fazer a avaliação de ritmo e fadiga da operação.

A empresa tem um formulário padrão onde são realizados os estudos de tempo, que se encontra na Figura 3.

Para demonstrar como foi calculado o tempo padrão, utiliza-se o elemento 1.1 – Retirar matriz da máquina:

$$\begin{aligned} \text{Tempo padrão} &= \frac{(105 + 93 + 102 + 96 + 98)}{5} = \frac{98,80}{1} = 98,80 * 1,00 = 98,80 * 1,17 * 1,05 \\ &= 115,91 \end{aligned}$$

Tabela 5 – Estudo de tempo da operação de *setup*.

Tipo de tempo	T.H.	T.H.	T.H.	T.H.	T.H.	T.H.	T.H.	T.M.
Elementos da Operação	Retirar matriz da máquina	Procurar matriz no galpão 1	Procurar matriz no galpão 2	Colocar matriz no carrinho	Levar matriz para galpão 1	Colocar matriz na máquina	Regular matriz	Aquecer matriz
Nº	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
1	105	170	167	26	110	12	140	1.697
2	93	152	183	29	118	13	134	1.804
3	102	162	174	27	115	12	137	1.743
4	96	168	189	28	116	13	141	1.782
5	98	165	186	27		14		
6						12		
7						14		
Σ	494	817	898	137	459	90	552	7.026
\bar{X}	98,80	163,40	179,60	27,40	114,75	12,86	138,00	1.756,50
Freq.	1	1	1	1	1	1	1	1
Lim.Sup.	371	613	674	103	344	16	173	2.196
Lim.Inf.	74	123	135	21	86	10	104	1.317
Nº de Obs. Dentro do Limite	5	5	5	5	4	7	4	4
Tempo Nivelado	98,80	163,40	179,60	27,40	114,75	12,86	138,00	1.756,50
Tempo do Par	98,80	163,40	179,60	27,40	114,75	12,86	138,00	1.756,50
Ritmo: Habilidade	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Esforço	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Σ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tempo Normal	98,80	163,40	179,60	27,40	114,75	12,86	138,00	1.756,50

Fadiga:								
Esf. Físico	5,4%	1,8%	1,8%	7,2%	1,8%	5,4%	1,8%	0,0%
Esf. Mental	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,0%
Temp/Umidade	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	0,0%
Monotonia	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	0,0%
Posição	1,32%	1,08%	1,08%	1,32%	1,08%	1,32%	1,08%	0,0%
Nec. Pessoais	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	0,0%
∑ Majorações	17%	13%	13%	19%	13%	17%	13%	0,0%
Tempo Padrão	115,91	185,43	203,81	32,64	130,23	15,08	156,60	1.756,50
∑ Tempo Padrão	2.596,20							

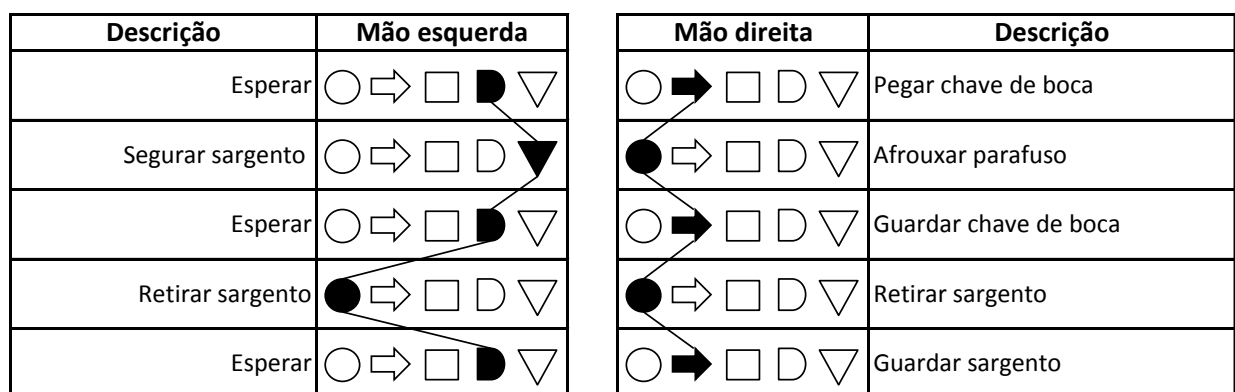
A partir dos dados da planilha, foi calculado o tempo padrão de 2.596,20 segundos ou 43,27 minutos para a operação de *setup*. O tempo padrão encontrado apresenta uma diferença de aproximadamente 17 minutos a menos em relação ao tempo utilizado pelo setor de PCP.

Após o estudo de tempos foi constatado que os elementos de procurar matriz nos galpões eram tempos de desperdícios, assim, foram eliminados da operação de *setup*.

3.3.2.4 Estudo de Métodos

Nos elementos da operação de *setup*, há atividades de retirar e colocar a matrizes da máquina. Essas atividades foram detalhadas a partir do estudo de métodos de como os operadores executavam essas atividades.

Figura 4 – Diagrama de duas mãos inicial



A partir do desenvolvimento do diagrama de duas mãos, foi proposta uma melhoria to no sargento (dispositivo que prende a matriz na máquina). Para retirar e colocar o sargento mais rápido e com maior facilidade foi fixado uma barra de aço na cabeça do parafuso do sargento.

Figura 5 – Modificação do sargento



Após a alteração do sargento, o método para fixar a matriz foi modificado, assim, obtendo um novo diagrama de duas mãos.

Figura 6 – Diagrama de duas mãos final.

Descrição	Mão esquerda	Mão direita	Descrição
Segurar sargento	○ → □ D ▼	● → □ D ▽	Afrouxar parafuso
Retirar sargento	● → □ D ▽	● → □ D ▽	Retirar sargento
Esperar	○ → □ D ▽	○ → □ D ▽	Guardar sargento

3.3.3 Aplicação da Troca Rápida de Ferramentas

3.3.3.1 Listar e Identificar *Setup* Interno e Externo

De acordo com as etapas da aplicação da troca rápida de ferramentas foram listadas os elementos da operação restrição do processo produtivo e foram classificados como externo ou interno conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Classificação de *setup*.

Operações	Tempo (seg.)	Interno	Externo
Retirar matriz da máquina	69,69	X	
Colocar matriz no carrinho	32,64	X	
Colocar matriz na máquina	15,08	X	
Regular matriz	93,90	X	
Aquecer matriz	1.756,50		X

3.3.3.2 Convertendo *Setup* Interno em Externo

Na operação de *setup* o elemento de aquecer a matriz é executado como uma operação interna, porém, de acordo com a classificação, é uma operação para ser executada externamente.

Para converter o elemento “aquecer matriz” de interno para externo foi necessário instalar uma máquina de conformar antiga que estava inativa na ferramentaria.

3.4 Resultados Obtidos

Nessa etapa será mostrado o cenário anterior, as melhorias executadas, o cenário posterior às alterações feitas, e a comparação dos dois cenários para uma melhor visualização dos resultados.

3.4.1 Cenário Anterior

O setor de conformação de bojo tem para uma esteira, quatro máquinas de conformar, cada máquina de conformar têm três espaços para colocar matrizes, assim, cada esteira de fabricação pode trabalhar com até no máximo 12 matrizes para conformar os bojos.

O primeiro turno de trabalho tem 8,63 horas produtivas e o segundo turno tem 7,93 horas produtivas, dando um total de 16,56 horas produtivas, onde no início de cada turno já está sendo descontados 10 minutos para limpeza. Se utilizar as 12 matrizes disponíveis para produzir e multiplicar pelas horas produtivas tem-se 198,72 horas.

Diariamente são produzidos em média 18 *setups*, cada um com 43,27 minutos (0,72117 hora) de duração, assim, no final do dia obtendo um tempo total de *setup* de 12,981 horas. Se retirar desse tempo total de *setup* as horas produtivas totais, encontra-se número real de horas produtivas, onde é de 185,739 horas.

Cada matriz produz em média 4 pares de bojo em 130 segundos, assim, tem-se que em uma hora de produção serão 111 pares de bojo. Então, para a produção de um dia sendo descontada a quantidade de *setup*, é conseguido produzir aproximadamente 20.574 pares de bojo, assim, considerando 21 dias úteis para produzir, tem-se 432.057 pares/mês.

Tabela 7 – Resultados do cenário anterior.

Nº de matrizes	Horas por dia	Horas produtivas	Tempo de <i>setup</i>	Quantidade <i>setup</i> dia	Tempo total de horas em <i>setup</i>
12	16,56	198,72	43,27 min.	18	12,981
			0,72117 hora		

Tabela 8 – Dados de produção e horas produtivas (anterior).

Produção		Horas reais de produção
28	Ciclos/hora	185,739
111	Pares/hora	
20.574	Pares/dia	
432.057	Pares/mês	

3.4.2 Melhorias

3.4.2.1 Primeira Melhoria

As matrizes da fábrica ficam estocadas por trás das máquinas de conformação, por uma falta de organização, na operação o funcionário tem que

procurar a matriz desejada em dois galpões e trazê-la para o local de *setup*, assim, desperdiçando um tempo de aproximadamente 519,47 segundos ou 8,66 minutos.

Para eliminar esse tempo de procura das matrizes foi feito uma ação junto com a gerência da fábrica para estocar todas as matrizes em um único local da fábrica e as únicas matrizes que poderiam ficar nas estantes por trás das máquinas seriam as matrizes que estariam na programação do dia.

3.4.2.2 Segunda Melhoria

A segunda melhoria foi a alteração do sargento, assim, ocasionando uma alteração no método, observou-se que houve uma redução nos tempos dos elementos da operação de retirar e regular matriz, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 – Resultado da alteração do método.

ELEMENTOS DA OPERAÇÃO	Antes	Depois	Antes	Depois
	Retirar matriz da máquina	Retirar matriz da máquina	Regular matriz	Regular matriz
Tempo padrão	115,91 seg.	69,69 seg.	156,60 seg.	93,90 seg.
Redução individual	46,22 seg.		62,70 seg.	
Total de redução	108,92 seg.			

3.4.2.3 Terceira Melhoria

Com a conversão do tempo de aquecer matriz de *setup* interno para externo, tem-se que o tempo padrão da operação de *setup* foi reduzido em 1.756,50 segundos ou 29,28 minutos.

3.4.2.4 Balanço das Melhorias

A Tabela 10 mostra a redução do tempo de preparação após as melhorias terem sido feitas.

Tabela 10 – Balaço do tempo de *setup*.

	Segundos	Minutos
Tempo <i>setup</i> antigo	2596,20	43,27
Primeira Melhoria	-519,47	-8,66
Segunda Melhoria	-108,92	-1,82
Terceira Melhoria	-1756,50	-29,28
Tempo <i>setup</i> atual	211,31	3,52

Como a definição de *setup* é o tempo de quando a máquina iniciou a paralização até a saída do primeiro produto bom, tem-se que:

Tabela 11 – Tempo total de *setup*.

Operação	Tempo	
	Seg.	Min.
<i>Setup</i>	211,32	3,52
Conformação do 1º par de bojos bom	130,00	2,17
Total	341,32	5,69

3.4.3 Cenário Após Realização do Trabalho

Considerando o a redução de *setup*, temos:

Tabela 12 – Resultados do cenário posterior.

Nº de matrizes	Horas por dia	Horas produtivas	Tempo de <i>setup</i>	Quantidade <i>setup</i> dia	Tempo total de horas em <i>setup</i>
12	16,56	198,72	5,69 min.	18	1,707
			0,09483 hora		

A redução de tempo de *setup* irá impactar diretamente no aumento de horas produtivas reais, assim, melhorando os resultados da produção de bojo, como mostra a Tabela 13.

Tabela 13 – Dados de produção e horas produtivas (posterior).

Produção		Horas reais de produção
28	Ciclos/hora	197,013
111	Pares/hora	
21.823	Pares/dia	
458.283	Pares/mês	

3.4.4 Comparando Resultados

O tempo de *setup* foi reduzido em 86,85%, assim, aumentando as horas reais de produção em 5,72%, ou seja, um aumento da capacidade de produção em 1.249 pares por dia e 26.225 pares por mês. Considerando que um par de bojos é vendido em média por R\$ 2,75, tem-se que o faturamento da empresa irá aumentar aproximadamente em R\$ 72.119,00 por mês.

4. Conclusão

Neste capítulo são feitas as conclusões acerca dos resultados obtidos a partir dos estudos de tempos e métodos e troca rápida de ferramenta.

Este estudo tinha como primeiro objetivo reduzir desperdícios de movimentos que foi alcançado através do estudo de tempos da operação de *setup*, análise de como poderiam ser organizadas melhores as matrizes, onde se obteve a conclusão de armazená-las em um único setor de trabalhado, onde se alcançou uma redução de 519,47 segundos ou 8,66 minutos do tempo de *setup*.

O segundo objetivo, que era reduzir tempo de *setup* aplicando a troca rápida de ferramenta, foi alcançado, pois a operação de *setup* tinha um tempo de 2.596,20 segundos ou 43,27 minutos e foi reduzida para 341,32 segundos ou 5,69 minutos, assim obtendo-se uma redução de 86,85%.

O terceiro objetivo que era aumentar capacidade produtiva melhorando a operação de *setup*, também foi alcançado, pois com a redução do tempo de *setup* é evidenciado que se tem mais tempo produtivo, assim, aumento a capacidade produtiva de 432.057 pares de bojo por mês para 458.283 pares de bojo por mês, assim, obtendo-se um aumento de 5,72% da capacidade de produção.

Algumas sugestões de trabalhos futuros são:

- Os estudos e as análises da operação de *setup* foram aplicados apenas para uma linha de produção, considerando que a diretoria da empresa replique todas as ações para as outras linhas produção, que são onze no total, tem-se que a redução do tempo de *setup* acarretará em um aumento de produção de 288.476 pares de bojo a mais no mercado por mês, assim, aumentando em média o faturamento da empresa em R\$ 793.308,00 por mês.
- Outra sugestão de trabalho futuro seria a utilização de mais uma ferramenta do sistema *Just-in-time*, o *Kanban* que é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado, onde controla a transferência de material de um posto de trabalho a outro da produção através da sinalização de cartões.

Referências

BARNES, R. M. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 1963.

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

CHIAVENATO, I. Administração geral e pública, (Provas e concursos) 4ª reimpressão. 2ª ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CORRÊA, H.; CORRÊA, C. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2005.

CORRÊA, L. H.; GIANESI, I. G. N. Just in Time, MRPII e OPT: um enfoque estratégico. 2ª ed., São Paulo: Atlas, 1993.

GAITHER, N.; FRAIZER, G. Administração da produção e operações. 8ª ed. São Paulo: Pioneira, 2002.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.

HAY, E. J. Just in Time: Um Exame dos Novos Conceitos de produção. São Paulo: Maltese-Editorial Norma, 1992.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2005.

OLIVEIRA, D. P. R. Sistemas, organização e métodos: O&M uma abordagem gerencial. São Paulo: Atlas, 2002.

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

PRADO, J. W.; MARTINS, F. C.; FERREIRA, J. C. B. Tempos e movimentos: um estudo do processo produtivo de uma panificadora. In: II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí, II Jornada Científica, Minas Gerais, 2009.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Florianópolis: UFSC, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SHINGO, Shigeo. Sistema de Troca Rápida de Ferramenta – uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

TUBINO, D.F. Planejamento e controle da produção. São Paulo: Atlas, 2007.