

THIAGO LUIZ DE FARIAS BANDEIRA

**ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS EM UMA MICROEMPRESA PRESTADORA
DE SERVIÇOS DE USINAGEM MECÂNICA**

Guaratinguetá

2012

THIAGO LUIZ DE FARIAS BANDEIRA

ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS EM UMA MICROEMPRESA PRESTADORA DE
SERVIÇOS DE USINAGEM MECÂNICA

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Francisco Alexandre de Oliveira

Guaratinguetá

2012

B214e	<p>Bandeira, Thiago Luiz de Farias</p> <p>Estudo de tempos e métodos em uma microempresa prestadora de serviços de usinagem mecânica / Thiago Luiz de Farias Bandeira – Guaratinguetá : [s.n], 2012.</p> <p>51 f : il.</p> <p>Bibliografia: f. 50-51</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira</p> <p>1. Usinagem I. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 621.9</p>
-------	--

ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS EM UMA MICROEMPRESA PRESTADORA
DE SERVIÇOS DE USINAGEM MECÂNICA

THIAGO LUIZ DE FARIAS BANDEIRA

ESTA MONOGRAFIA FOI JULGADA ADEQUADA COMO PARTE DO REQUISITO
PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE GRADUADO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO MECÂNICA

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA



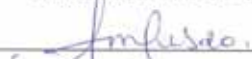
Prof. Dr. Prof. Francisco Alexandre de Oliveira

Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira
Orientador/UNESP-FEG



Profa. Dra. Andréia Maria Pedro Salgado
UNESP-FEG



Prof. Dr. José Roberto Dale Luche
UNESP-FEG

Dezembro de 2012

DADOS CURRICULARES
THIAGO LUIZ DE FARIAS BANDEIRA

NASCIMENTO	11.08.1986 – SÃO PAULO / SP
FILIAÇÃO	José Carlos Bandeira Maria Inês de Farias Bandeira
2006/2012	Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

DEDICATÓRIA

À minha Mãe:

Pela coragem, persistência, exemplo e amor sem igual.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça concedida e iluminação do meu caminho.

À minha família, pelo amor, apoio e oportunidade da formação.

Ao meu tio Geraldo, pela amizade, experiência transmitida, oportunidade e apoio na realização deste trabalho.

A todos os meus parentes, em especial meus tios Carlos Alberto e Irailma, pelo apoio e suporte durante minha formação.

À minha namorada, Débora, pelo apoio e prazer da companhia nesses dois últimos anos.

Aos meus companheiros da República Inferninho, minha segunda família, com que tive o prazer da convivência durante os anos em Guaratinguetá.

Aos meus eternos amigos de São Paulo, com os quais a amizade sobreviveu ao tempo e à distância.

Aos meus colegas de Faculdade, pela amizade e aos trabalhos desenvolvidos em equipe.

Ao meu orientador, Prof. Francisco Alexandre de Oliveira, pela orientação no desenvolvimento deste trabalho

Aos meus colegas de estágio, pela companhia, conhecimentos compartilhados e contribuição para minha formação.

“A simplicidade de caráter é o resultado natural da profundez de pensamento.”

William Hazlitt

BANDEIRA, T. L. F. **Estudo de Tempos e Métodos em uma microempresa prestadora de serviços de usinagem mecânica**. 2012. 50 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento de dados para análise da capacidade produtiva de um processo de usinagem de mancais de rolamento através do estudo de tempos e métodos, com o intuito de identificar seus gargalos e propor melhorias no sistema. Como os tempos de produção na empresa não são conhecidos, o método de separação das operações e identificação das suas atividades e a cronometragem dos tempos de produção e de setup tornam-se pontos de partida deste trabalho. Os resultados encontrados a partir deste método de análise fornecem clareza na identificação das deficiências do sistema e através deles foi possível realizar as propostas de melhoria em algumas etapas do processo. A implantação das melhorias não foi realizada, porém com os objetivos alcançados deste trabalho foi possível levantar informações relevantes do sistema analisado.

PALAVRAS-CHAVE: Tempos; Métodos; Cronometragem; Usinagem.

BANDEIRA, T. L. F. **Methods-Time Measurement in a microenterprise services provider mechanical machining**. 2012. 50 p. Graduation Paper (Graduation in Industrial Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

ABSTRACT

This paper aims to survey data to analyze the productive capacity of a machining process of rolling bearings by methods-time measurement, in order to identify its bottlenecks and propose improvements in the system. The production times at the company are not known, the method of separation of operations and identification of its activities and the timing of production times and setup become points of departure for this paper. The results from this method of analysis provide clarity in identifying system weaknesses and by them it was possible to carry out the proposals for improvement in some process steps. The implementation of the improvements was not performed, but with the goals of this work was made possible to raise relevant information of the analyzed system.

KEYWORDS: Times; Methods; Timing; Machining

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 - Visão dos equipamentos e funcionários da empresa	24
FIGURA 3.2 - Fresadora com guias de fixação para usinagem de uma etapa	25
FIGURA 3.3 - Lote de peças acabadas	26
FIGURA 3.4 - Lote de peças em processo	27
FIGURA 3.5 - Lote de peças aguardando o início do processo	27
FIGURA 3.6 - Componentes do mancal bipartido	28
FIGURA 4.1 - Fluxo de processo do Corpo do Mancal	30
FIGURA 4.2 - Fluxo de processo do Labirinto	31
FIGURA 4.3 - Fluxo de processo da Tampa Passante	31
FIGURA 4.4 - Fluxo de processo da Tampa Cega	32
FIGURA 4.5 - Comparação entre o método antigo e o método proposto	42
FIGURA 4.6 - Comparação entre o método antigo e o melhorado proposto	44

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 2.1 - Representatividade dos tipos de setup realizados	21
GRÁFICO 4.1 - Tempos de preparação de cada etapa	35
GRÁFICO 4.2 - Tempos de preparação das atividades que compõem a etapa CJ1	36
GRÁFICO 4.3 - Tempos de preparação, em minutos, das atividades da etapa CJ2	37
GRÁFICO 4.4 - Tempos, em minutos, de Setup por Etapa	37
GRÁFICO 4.5 - Tempos de Setup da etapa CJ2	39
GRÁFICO 4.6 - Tempos de Setup da etapa CJ1	40
GRÁFICO 4.7 - Tempos totais de produção de um lote de 15 peças por operador	40

LISTA DE QUADROS

QUADRO 4.1 - Média de tempos cronometrados para a usinagem do Corpo do Mancel	33
QUADRO 4.2 - Média de tempos cronometrados para a usinagem do Labirinto	34
QUADRO 4.3 - Média de tempos cronometrados para a usinagem da Tampa Passante	34
QUADRO 4.4 - Média de tempos cronometrados para a usinagem da Tampa Cega	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Considerações Iniciais	13
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo Geral	14
1.2.2. Objetivos Específicos	15
1.3. Justificativas	15
1.4. Método de Pesquisa	16
1.5. Estrutura do Trabalho	17
2. ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS	19
2.1. Considerações iniciais	19
2.2. Melhoria das Operações	21
3. ANÁLISE DO SISTEMA PRODUTIVO	25
3.1. Descrição da situação atual do processo produtivo da empresa	25
4. ANÁLISE DOS PROCESSOS	30
4.1. Delimitações do estudo	30
4.2. Processo Atual	30
4.3. Coleta de dados	33
4.4. Resultados Obtidos	36
4.5. Propostas de Melhoria	42
4.5.1. Etapa CJ2	42
4.5.2. Etapa CJ1	44
4.6. 45	
4.7. Possíveis Ganhos	45
4.7.1. Etapa CJ1	45
4.7.2. Etapa CJ2	46
5. CONCLUSÃO	48
5.1. Proposta para futuros trabalhos	49
REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

O estudo de tempos e movimentos iniciou-se através dos princípios da Administração Científica defendidos por Taylor no início do século XX. Para Chiavenato (2004), tais princípios defendiam a idéia de que a produtividade de uma empresa poderia ser estudada e aumentada através de aplicação de métodos da ciência, tais métodos seriam avaliados através da observação e mensuração.

Chiavenato (2004) ainda afirma que através do estudo de tempos e movimentos, Taylor observou que a análise do trabalho é mais bem avaliada quando se há uma subdivisão das tarefas, desse modo é possível eliminar os movimentos inúteis enquanto os úteis poderiam ser estudados, aprimorados e padronizados, de modo que fosse proporcionada a economia de tempo e esforço dos operários.

Taylor (apud CHIAVENATO, 2004) também definiu que a gerência deve seguir princípios básicos:

1. Princípio de Planejamento: Substituir no trabalho o critério individual do operário, a improvisação e a atuação empírico-prática, por métodos baseados em procedimentos científicos.
2. Princípio de Preparo: Selecionar cientificamente os trabalhadores de acordo com suas aptidões e prepará-los e treiná-los para produzirem mais e melhor, de acordo com o método planejado. Preparar máquinas e equipamentos em um arranjo físico e disposição racional.
3. Princípio do controle: Controlar o trabalho para se certificar de que está sendo executado de acordo com os métodos estabelecidos e segundo o plano previsto.
4. Princípio da execução: Distribuir atribuições e responsabilidades para que a execução do trabalho seja disciplinada.

Apesar de inúmeras críticas feitas a Administração Científica, pelo fato de ter uma visão apenas da mecanização do trabalho deixando o operário apenas como uma extensão da máquina, por ser uma teoria sem comprovações científicas, entre outros motivos, “a Administração Científica foi o primeiro passo na busca de uma teoria administrativa.”(CHIAVENATO, 2004).

Tendo como base as informações apresentadas acima, é possível verificar que a preocupação com os métodos utilizados e o controle da produção são quesitos básicos para

uma boa administração no ambiente produtivo (RAO *et al.*, 2005). Dessa forma, uma empresa que não possui atenções voltadas a essas questões jamais terá o controle de sua produção. A falta de padronização e de conhecimento dos tempos de produção são características marcantes na empresa apresentada neste trabalho.

Empresas de pequeno porte muitas vezes não possuem recursos financeiros para alocar profissionais para funções específicas ou para novos investimentos em equipamentos. A administração se caracteriza por ser centralizada, cabendo ao proprietário, senão todas, a maioria das decisões, isso quando este não divide seu tempo com tarefas operacionais. Outra característica de uma pequena empresa é o fato de poucas pessoas acabarem acumulando diversas tarefas, conforme a necessidade da organização em um determinado momento, ou em sua estrutura.

O grande desafio de microempresas prestadoras de serviços é a sua dependência do fornecimento destes. Quando uma empresa se encontra nessa situação e sua demanda é dependente disso, ela se encontra em um cenário de concorrência fortíssimo, isso porque os clientes têm uma facilidade em trocar seus fornecedores de acordo com seus interesses.

A qualidade no serviço prestado, o custo e principalmente o tempo de entrega dos serviços prestados é que determinaram a escolha do fornecedor que esses clientes querem de fato trabalhar. Se uma empresa não se enquadra nessas exigências, está fadada a ficar sem demanda para a produção (HVOLBY *et al.*, 2012).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar a capacidade produtiva em uma microempresa prestadora de serviços de usinagem mecânica, identificando os tempos propondo as melhores técnicas para essa produção.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar os tempos e os gargalos de produção;
- Propor melhores técnicas para a produção, a fim de reduzir os estoques intermediários e a ociosidades de máquinas;
- Realizar a padronização do processo.

1.3. Justificativas

Uma microempresa passou a prestar serviços de usinagem de mancais de rolamento, com garantia de serviços de um ano, e vai fazer desta a sua principal atividade.

De acordo com Mobasher e Ekici (2013), o aumento da sua capacidade produtiva é vital para uma empresa prestadora de serviços, uma vez que a entrada de novos serviços é dada de acordo com a entrega de serviços anteriores. Um levantamento dos dados e um melhor método de produção deve ser desenvolvido e implantado para melhorar a produtividade do processo e, assim, a capacidade produtiva da empresa.

Segundo Slack (2002) e Hvolby *et al.*(2012), empresas de pequeno porte podem possuir os mesmo problemas de administração que grandes empresas, o que difere é o modo como as diferentes questões são tratadas, numa pequena empresa pode haver dificuldades em separar questões de massa de outras questões da empresa.

A estrutura informal, característica de uma microempresa, favorece a flexibilidade na tomada de decisão quando uma oportunidade ou problema ocorre. Essa informalidade também favorece quando melhorias do processo são identificadas, no entanto, as funções de administração e de operação podem entrar em conflito, vícios antigos do modo de produzir podem ser determinantes na tentativa de implantação de uma melhoria.

Uma empresa pode competir em diferentes níveis, seja por qualidade do produto, preço, Contador (1998) também afirma que uma empresa pode competir em prazo de entrega. Este último porque é relevante quando se trata de uma empresa que terceiriza a produção. A importância é dada pelo fato de que conforme o comportamento do cliente, se esses reduzem seus estoques, a oferta do prazo e do cumprimento desse se torna fundamental. Logo, se uma

empresa oferece um prazo de entrega menor de seu concorrente, passa a ter um diferencial de venda, no entanto, a empresa que se compromete a cumprir com um determinado prazo, ainda mais quando esse é menor que o dos demais, é imprescindível que o cumpra.

Para Glock (2012), a melhoria no processo produtivo em uma empresa auxilia na redução do tempo de ciclo, permitindo entregas mais rápidas com o aumento da produtividade da empresa. “Deixar de adotar melhorias, de forma a acompanhar pelo menos os concorrentes (em organizações que visam ao lucro), ou deixar de adotá-las segundo um ritmo que atenda às expectativas crescentes dos consumidores (em todas as organizações), é condenar a função produção a manter-se sempre distante das expectativas da organização”. (SLACK et al., 2002, p.55).

O processo de melhoria em uma empresa de usinagem, segundo Glock (2012), está bastante relacionada com a padronização dos modos de fixação das peças. Essa etapa é caracterizada por atividades de preparação e ajustes. Shingo (1996) afirma que apesar de essenciais, são tarefas que consomem muito tempo e o tamanho do lote é frequentemente aumentado para compensar o tempo gasto com essas atividades.

Para Shingo (1996), através da redução dos tempos de setup é possível obter como benefícios o aumento da taxa de operação das máquinas, a produção de pequenos lotes, evitando estoques de produtos acabados e não acabados (intermediários) e também a possibilidade de responder rapidamente a flutuações de demandas e ao tempo de entrega dos produtos.

1.4. Método de Pesquisa

Para a realização do trabalho foram utilizadas técnicas de identificação dos métodos de produção atual e através de análises, identificar e sugerir métodos de produção. Como o pesquisador analisa, interfere e propõe melhorias o método de pesquisa é a pesquisa ação.

Através da padronização dos métodos, o processo de melhoria contínua é facilitado de modo que todos os envolvidos entendam sua importância.

Barnes (1977) define cinco passos para realização do estudo:

- 1) Definição do problema;

- 2) Análise do problema;
- 3) Pesquisa de possíveis soluções;
- 4) Avaliação das alternativas;
- 5) Recomendações para ação.

As técnicas de análise podem ser completas ou simples, uma técnica completa consiste em uma análise minuciosa, que exige dados de movimentos e tempos completos. Já uma análise simples visa o estudo com uma aplicação geral dos princípios da economia de movimentos.

O estudo realizado foi desenvolvido através de uma técnica mais simples, para análise das operações, foram identificadas as atividades que compõem uma determinada etapa. Os dados levantados no estudo são relacionados a uma determinada etapa e das atividades de cada uma, abordando os tempos de preparação do equipamento para o processamento do lote, tempo da produção em si e também o tempo de troca de peças.

Dessa maneira, para a realização do estudo foram realizados os seguintes passos:

- Identificação do fluxo do processo.
- Identificação das etapas e suas atividades
- Coleta de dados através da cronometragem
- Análise dos dados obtidos
- Elaboração de propostas de melhoria

1.5. Estrutura do Trabalho

O trabalho a seguir inicia-se com uma revisão da bibliografia, detalhando segundo a literatura pesquisada.

O capítulo 2 mostra como é realizado o estudo de tempos e métodos, suas técnicas e seus possíveis ganhos.

O capítulo 3 descreve o cenário em que a empresa está inserida bem como o problema que ela apresenta e que será o objeto de estudo desse trabalho.

O capítulo 4 apresenta como foi realizado o estudo, as técnicas aplicadas, os resultados obtidos e suas análises.

Concluindo o trabalho, o último capítulo retoma aos objetivos do estudo verificando quais deles foram alcançados, além de indicação de estudos futuros para a empresa.

Ao fim, serão apresentadas sugestões para estudos futuros, que pode ser útil ao proprietário da empresa para identificar novas melhorias.

2. ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS

2.1. Considerações iniciais

A análise e melhoria do sistema produtivo, segundo Bras *et al.* (2011), se baseia em análise do sistema atual e propostas de melhoria. Dentre as principais técnicas pode-se destacar o estudo de tempos e métodos. O estudo de tempos e métodos consiste na realização do projeto de métodos (para encontrar a melhor maneira de se realizar uma tarefa específica) bem como a medição do trabalho (determinação de um tempo padrão para a realização dessa tarefa).

Barnes (1977) define o estudo de tempos e métodos como um estudo sistemático dos sistemas de trabalho com seguintes objetivos:

- Desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo (Projeto de Métodos)
- Definir e analisar o problema, apontar as possíveis soluções, avaliar as alternativas e expor as ações;
- Padronizar esse sistema e método (Registro do método padronizado)
- Após escolher o melhor método, padronizar o método especificando os movimentos, as ferramentas, dispositivos, gabaritos e equipamentos utilizados;
- Determinar o tempo gasto para uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica (Medidas do trabalho)
- Orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.
- Atribuir a tarefa para um instrutor qualificado, utilizando recursos para registro (gráficos, modelos, filmes, etc).

Para o Projeto de Métodos, Barnes (1977) define cinco passos para sua realização:

1. Definição do problema (Reconhecer o problema existente): O problema deve ser equacionado claramente e as restrições devem ser as mínimas possíveis, não se atentando ao método atual e sim como este deveria ser feito;

2. Análise do problema (Sem realizar nenhuma avaliação): Estabelecer critérios para avaliar as soluções alternativas do problema (menor custo de mão-de-obra, custo total, investimento, área de serviço e produtividade). É a fase para a obtenção de dados.
3. Pesquisa de possíveis soluções: Encontrar a solução que se enquadre no critério e nas especificações que foram estabelecidas.
4. Avaliação das alternativas: Verificar até que ponto cada solução atende ao critério e às especificações originais, limitado ao capital investido e o seu retorno;
5. Recomendações para ação: Após a escolha do melhor método, comunicar aos envolvidos no processo as alterações que serão realizadas, através de uma apresentação formal, com o uso de gráficos, diagramas, fotografias, de fácil entendimento e acompanhamento, isso porque deve-se verificar se o modelo adotado está produzindo os resultados pretendidos. Desse modo é possível identificar os problemas remanescentes e indicar novas melhorias.

Para Barnes (1977), o estudo dos tempos pode ser realizado de técnicas diferentes, que podem ser definidas de completas a simples de acordo com alguns fatores de influência (conteúdo da tarefa, vida prevista da tarefa, mão-de-obra e investimento de capital).

Uma análise completa é minuciosa, onde pequenos tempos (cmin) economizados representam grandes ganhos, esta análise exige dados de tempos-padrão e de movimentos completos.

Já uma análise simples, consiste em uma visão mais superficial, com a aplicação geral dos princípios da economia de movimentos, com registro do método padronizado e tempo padrão estabelecido por cronometragem. O estudo desse trabalho consiste numa análise simples.

Barnes (1997) afirma que a análise do processo produtivo consiste na verificação de cada um dos passos que compõe o processo de fabricação, para isso é utilizado o auxílio de ferramentas como gráficos de fluxo do processo que registra o andamento do processo de maneira compacta para uma melhor compreensão e posterior melhoria, representando os

diversos passos para a execução de uma tarefa específica, eliminando esperas e operações, ou parte delas, definindo combinações e um melhor trajeto para as peças.

Com o auxílio do gráfico de fluxo de processo, também é utilizado o mapofluxograma, que auxilia no entendimento da trajetória do produto pelas instalações físicas do ambiente produtivo e assim numa proposta de melhoria do seu arranjo físico.

2.2. Melhoria das Operações

Segundo Shingo (1986), as operações podem ser classificadas da seguinte maneira básica:

Operações de setup: Que consiste na preparação, limpeza ou remoção de matrizes e ferramentas de equipamentos antes e depois de alguma operação.

Operações essenciais: Aquelas que são necessárias para a execução do trabalho, tais como processamento, inspeção, transporte e estocagem.

Folgas marginais: São aquelas folgas que estão ligadas indiretamente à tarefa, como a marcação de peças, lubrificação, pintura, remoção de rebarbas, entre outras. Além também àquelas folgas relacionadas aos operadores, como folgas por fadiga (descanso entre operações) e mesmo por necessidades fisiológicas (beber água, ir ao toalete, etc.).

Para Glock (2012) a redução de custo e do *Lead Time*, que consiste no tempo total gasto para a produção e entrega do produto ao cliente, consiste em um avanço na posição competitiva da empresa. Esta redução no tempo de operação vai depender da análise das operações e folgas. Já Kovac *et al.* (2009) propõe como um dos pontos mais importantes para a redução o *lead time*, a redução do tempo de *setup*.

Shingo (1996) definiu que a maneira mais eficaz de se reduzir o tempo das operações de setup é através da adoção da Troca Rápida de Ferramentas (TRF)¹. Os setups podem ser classificados de duas maneiras:

¹*Em inglês, SMED, abreviatura para *single-minute exchange of die*, ou seja, troca de matriz em um tempo inferior a 1 dígito, ou seja, troca de matriz em menos de 10 minutos. Shingo (1986, p.81).

Setup Interno (SI) – É o tipo de atividade que só pode ser realizada quando a máquina está parada, como fixação e remoção de matrizes.

Setup Externo (SE) – Operações que podem ser realizadas enquanto a máquina está em operação, como movimentação de materiais, marcação de peças, etc.

Para Shingo (1996), para a redução do tempo de setup em uma operação é preciso que os setups identificados como internos sejam convertidos em setups externos. Dessa maneira os ganhos com a melhoria do setup pode garantir ganhos de 30 a 50% no tempo gasto com essa atividade.

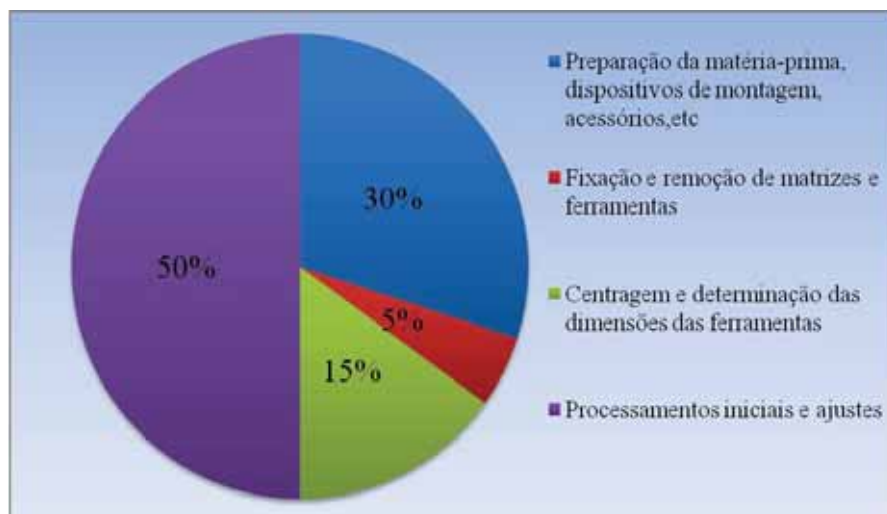


Gráfico 2.1 – Representatividade dos tipos de setup realizados

Para a redução dos tempos de setup, Shingo (1996) apresenta as seguintes técnicas:

1. **Separar as operações de Setup Internas e Externas:** Identificar de maneira clara quais são as tarefas de setup que podem ser realizadas enquanto a máquina está em operação (preparação de dispositivos, gabaritos, transporte de ferramentas e materiais) e aquelas que somente podem ser realizadas com a máquina parada. A ideia é que as atividades de setup externo fiquem limitadas apenas a remoção e troca de matrizes ou ferramentas.
 2. **Converter Setup Interno em Externo:** Reavaliar as operações e identificar aquelas consideradas como externas estão sendo realizadas enquanto a máquina
-

não está em operação. Deve-se encontrar uma maneira de converter esse setups que são realizados no momento inapropriado em setups externos.

3. **Padronizar a função, não a forma:** Padronizar a forma significa que todas matrizes teriam que adequar-se a maior forma, o que pode acarretar em gastos. Por isso, a padronização deve estar direcionada a função. Por exemplo, a utilização de grampos e encostos podem ser úteis para a fixação de diferentes tipos de setups.
4. **Utilizar grampos funcionais ou eliminar os grampos:** A fixação mais comum é através da utilização de parafusos, porém não é a maneira mais eficaz para porque pode consumir muito tempo, isso porque o que garante a fixação de uma peça é apenas o último giro do parafuso, por isso, seu comprimento deve ser o menor possível para que ele seja um fixador funcional. Deve-se atentar ao fato de que a utilização de parafusos não é a única maneira de se fixar uma peça, essa pode ser feita através de cunhas, ressaltos e prendedores, molas, etc.
5. **Usar dispositivos intermediários:** A utilização de dispositivos padronizados pode reduzir ou eliminar ajustes iniciais. Enquanto uma peça está sendo processada, uma outra pode estar sendo preparada para uma instalação ágil quando a primeira estiver pronta. Ex.: Gabaritos e peças podem ser preparados para ajustes de centragem e posicionamento em um dispositivo padronizado, com a utilização de grampos, a instalação do dispositivo é rápida e fácil, desse modo, tanto o tempo de setup interno como o de setup externo pode ser reduzido.
6. **Adotar operações paralelas:** Quando uma etapa de setup tem que ser realizada em uma máquina grande, em que o deslocamento do operador é inevitável, se for realizada apenas por uma pessoa pode demandar um tempo considerável. A técnica de utilizar mais uma pessoa como auxiliar nesse tipo de situação é válida uma vez que o tempo de utilização de uma pessoa a mais não entre em conflito com suas outras funções.
7. **Eliminar ajustes:** Os ajustes podem ser eliminados através de um padrão determinado para determinar a posição correta de medidores, réguas, encostos.

Dessa maneira, apenas a preparação se faz necessária para a fixação de uma peça por exemplo.

8. **Mecanização:** É uma técnica que pode ser útil para a instalação de dispositivos e matrizes de grande porte. Porém o investimento nesse tipo de operação deve ser avaliado, deve ser considerada apenas se todo o esforço foi feito para realizar todas as técnicas anteriores.

3. ANÁLISE DO SISTEMA PRODUTIVO

3.1. Descrição da situação atual do processo produtivo da empresa

Sediada na cidade de São Paulo, uma microempresa prestadora de serviços de usinagem mecânica realiza o processamento de mancais de rolamentos bipartidos.

Com a utilização de apenas 3 (três) funcionários e mais um temporário, etapas de fresamento, torneamento e furação são realizadas no processo de usinagem do produto. A empresa possui uma fresadora, uma furadeira e três tornos mecânicos. O material utilizado é ferro fundido cinzento e as operações são realizadas simultaneamente quando possível, no entanto, devido às limitações do número de funcionários e equipamentos, as operações entram em conflito, gerando gargalos e estoques intermediários.



Figura 3.1 – Visão panorâmica dos equipamentos e funcionários da empresa

A empresa existe a sete anos, no entanto, a produção dos mancais é recente. Desde o início do processamento desse produto, adaptações foram sendo realizadas de forma que a produção fosse facilitada, no entanto, de forma intuitiva e conforme os entraves do processo fossem aparecendo. Até o momento não foi realizado um estudo completo de todas as operações que envolvem a produção dos mancais.

O proprietário da empresa, sendo o mais experiente, desenvolveu alguns dispositivos para promover essas facilidades, mas ocorre que ele também realiza grande parte das tarefas operacionais, que são conflitantes com suas atividades administrativas e gerenciais, com isso, acaba não dando atenção devida a todas as necessidades das etapas do processo.

Pode-se definir como o principal problema desse processo a inexistência dos tempos de produção de cada etapa. A empresa conta apenas com o tempo de produção total de um tamanho de lote como base para analisar sua capacidade, os tempos gastos com preparação para o início do processamento de uma determinada bem como os tempos de produção em si

não são conhecidos, com isso, as deficiências do processo não são claras, o que dificulta a tomada de uma ação corretiva.

Em decorrência desse desconhecimento dos tempos de operação, a capacidade de produção de cada etapa do processo também acaba sendo uma informação não disponível, com isso, o proprietário não enxerga que seu processo poderia ser otimizado se a capacidade em um determinado equipamento fosse analisada e, se possível, aumentada.

Outro problema visível no processo é a falta de padronização de algumas etapas. Por se tratar de usinagem, são necessárias muitas etapas de preparação das máquinas, bem como as fixações necessárias para todas as operações. Para ser eficiente, toda fixação deveria rápida, o que não acontece pelo fato de algumas etapas não possuírem uma forma padrão de fixação, exigindo que os operadores percam tempo realizando medições e ajustes para garantir que a usinagem seja uniforme e não comprometa as dimensões exigidas do produto.



Figura 3.2 – Fresadora com guias de fixação para usinagem de uma etapa

A Figura 3.2 mostra o modo como é realizada a preparação de uma fixação, nota-se que não há apoios que permitam que as peças seja apenas fixadas, com isso, o operador que realiza as tarefas dessa etapa necessita ajustar e medir distancias para que se garanta a perpendicularidade da peça.

A capacidade de produção em cada equipamento é diferente, seja pelo ritmo do operador, pela quantidade de operações em cada etapa ou pela própria capacidade da máquina. Com isso, lotes intermediários estão presentes em quase todas as etapas do

processo. Como os tempos de cada etapa não são conhecidos, o balanceamento das cargas de cada operador não é avaliado, cada um tem sua tarefa a ser cumprida e esta é feita sem se preocupar com o fluxo do processo.



Figura 3.3 – Lote de peças acabadas

A Figura 3.3 mostra um lote de peças acabadas aguardando o processamento de outras etapas para a montagem final do mancal.

Outro motivo aparente para a presença dos lotes intermediários é o fato das etapas serem de fato realizadas em lotes, dado que é preferível se aproveitar uma preparação, que demanda um tempo considerável, para realizar a usinagem de várias peças. Além disso, a falta de alguns dispositivos não permite que uma etapa seja realizada em uma única preparação, dessa forma, a etapa é dividida em sub-etapas, sendo que para cada uma delas é realizada a usinagem em lotes, com isso é gerado estoque de materiais em processo de cada uma das sub-etapas, e isso ocorre em mais de uma etapa.

A Figura 3.4 representa um lote de peças que está em processo, ou seja, todas as suas operações ainda não foram finalizadas e estão aguardando uma nova preparação de uma máquina.



Figura 3.4 – Lote de peças em processo

Também não é possível ser observado pela empresa onde se encontra a sobrecarga dos equipamentos e dos operadores em suas operações. Em outras palavras, não se sabe quais são os gargalos do processo. Com a ausência dos tempos de cada etapa, não é possível identificar qual operação necessita ser priorizada para o investimento de um dispositivo ou ferramentas.

Como a empresa não possui produção própria, o faturamento depende do número de lotes que entrega durante o mês, sendo assim, o aumento da produtividade é vital, já que a entrega do serviço prestado, no menor tempo possível é que garante a chegada de novos lotes. (A Figura 3.5 mostra um lote de peças aguardando o início do processo).



Figura 3.5 – Lote de peças aguardando o início do processo

A redução do tempo de produção é necessária, logo, identificar e reduzir os gargalos e se possível eliminá-los torna-se o foco desse estudo.

A Figura 3.6 mostra os componentes do mancal completo:

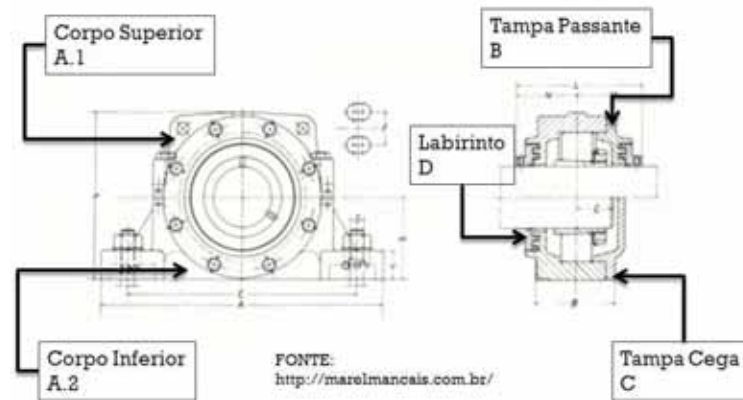


Figura 3.6 – Componentes do mancal bipartido

A.1. Corpo Inferior

A.2. Corpo Superior

B. Tampa Passante

C. Tampa Cega

D. Labirinto

4. ANÁLISE DOS PROCESSOS

4.1. Delimitações do estudo

As análises realizadas nesse estudo incluem atividades relacionadas aos tempos totais de preparação das máquinas para a realização de cada etapa, bem como os tempos de operação e de setup. Os elementos que compõe essas atividades (micro-movimentos), bem como seus respectivos tempos não farão parte desse estudo.

4.2. Processo Atual

Para a análise do problema foram identificadas as operações, de forma sequencial para gerar os fluxos de processo de cada componente do mancal.

Durante a produção, devido ao número baixo de equipamentos e também ao elevado tempo de preparação dos equipamentos, as operações são realizadas em lotes (geralmente de quinze peças), assim diversas operações de preparação são realizadas em todas as etapas, por isso, foi identificado como parte da análise o estudo desses tempos com o intuito de identificar quais preparações poderiam ser otimizadas.

Para caracterizar uma etapa foi levado em consideração o equipamento utilizado, mudando de etapa quando a peça fosse transportada para outro equipamento. Ou quando foi possível separar um conjunto de operações bem identificado.

A Figura 4.1 mostra as atividades que compõem o processo de usinagem do Corpo do Mancal.

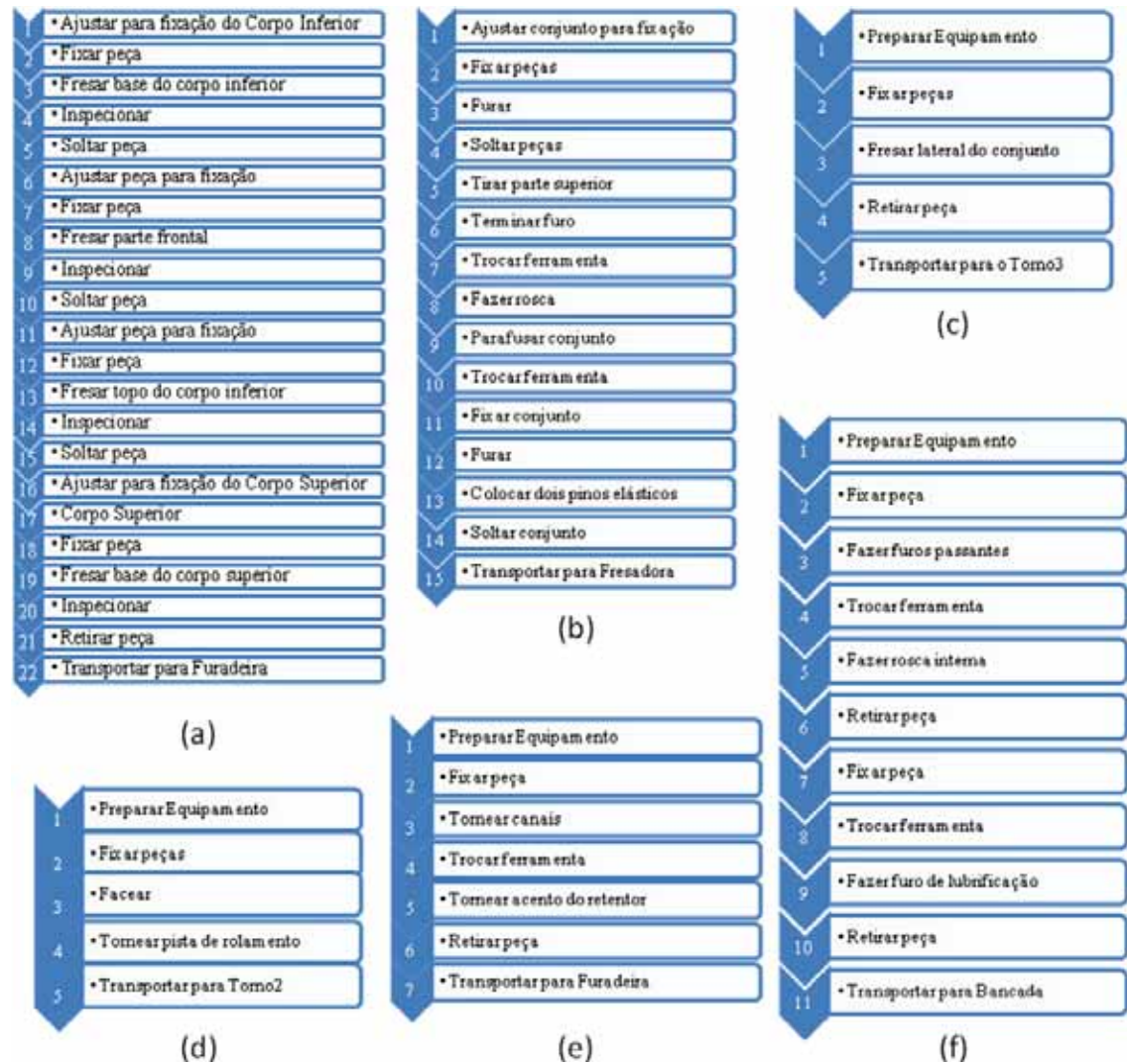


Figura 4.1 – Fluxo de processo do Corpo do Mancel

A Figura 4.1 mostra o grande número de atividades que o Corpo do Mancel. As atividades correspondentes a Figura 4.1(a) ocorrem na Fresadora, à etapa correspondente a essas atividades foi atribuído o nome de CJ1. A Figura 4.1(b) corresponde à etapa CJ2 e suas atividades ocorrem na Furadeira. A Figura 4.1(c) mostra o fluxo de atividades da chamada etapa CJ3, que ocorre também na Fresadora. A etapa CJ4, representado na Figura 4.1(d), é realizada no Torno3 e a CJ5, Figura 4.1(e), no Torno2. A etapa CJ6 é também realizada na Furadeira e corresponde a Figura 4.1(f). A etapa CJ7 (não representada na figura) consiste na montagem do Corpo do Mancel com os outros componentes.

As etapas CJ1, CJ3 e CJ4 são realizadas pelo Operador1. As etapas CJ2, CJ4, CJ6 e CJ7 são realizadas pelo Operador2. Já a etapa CJ5 é realizada pelo Operador3.

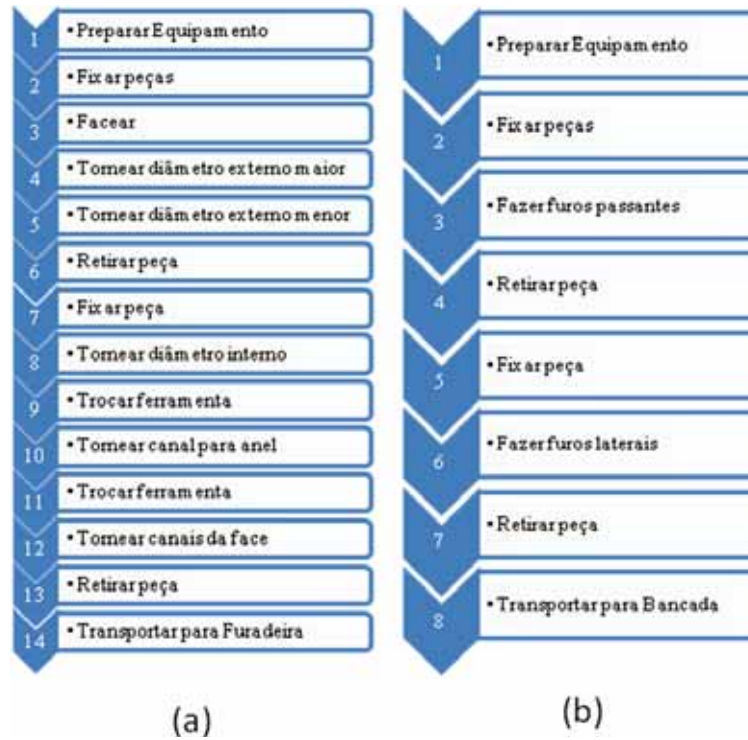


Figura 4.2 – Fluxo de processo do Labirinto

A Figura 4.2 mostra as atividades que compõem a usinagem do Labirinto. A Figura 4.2(a) representa a etapa LA1 e é realizada pelo Operador3 no Torno1. A etapa LA2 é realizada pelo Operador2 na Furadeira, Figura 4.2(b).

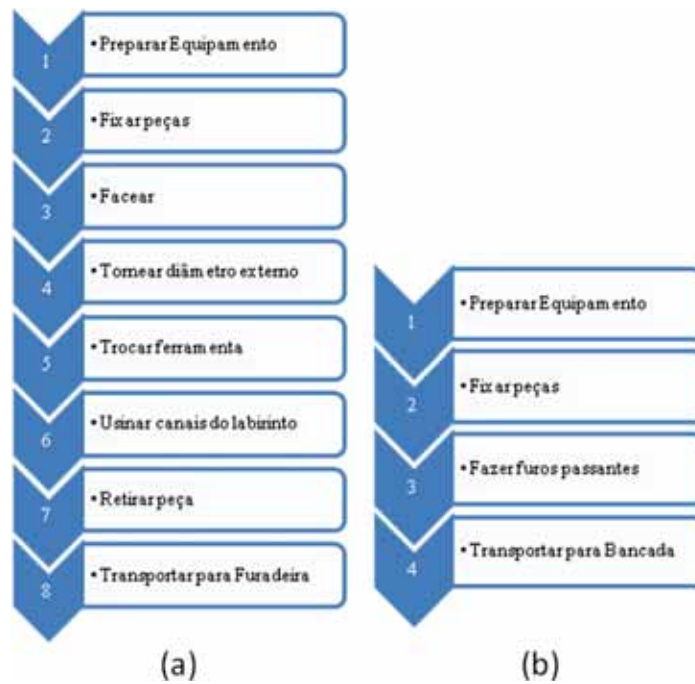


Figura 4.3 – Fluxo de processo da Tampa Passante

As etapas que compõem a usinagem da Tampa Passante são representadas pela Figura 4.3 A etapa TP1, Figura 4.3(a) é realizada pelo Operador3 no Torno2. E assim como o labirinto, a etapa TP2 pelo Operador2 na Furadeira, Figura 4.3(b).

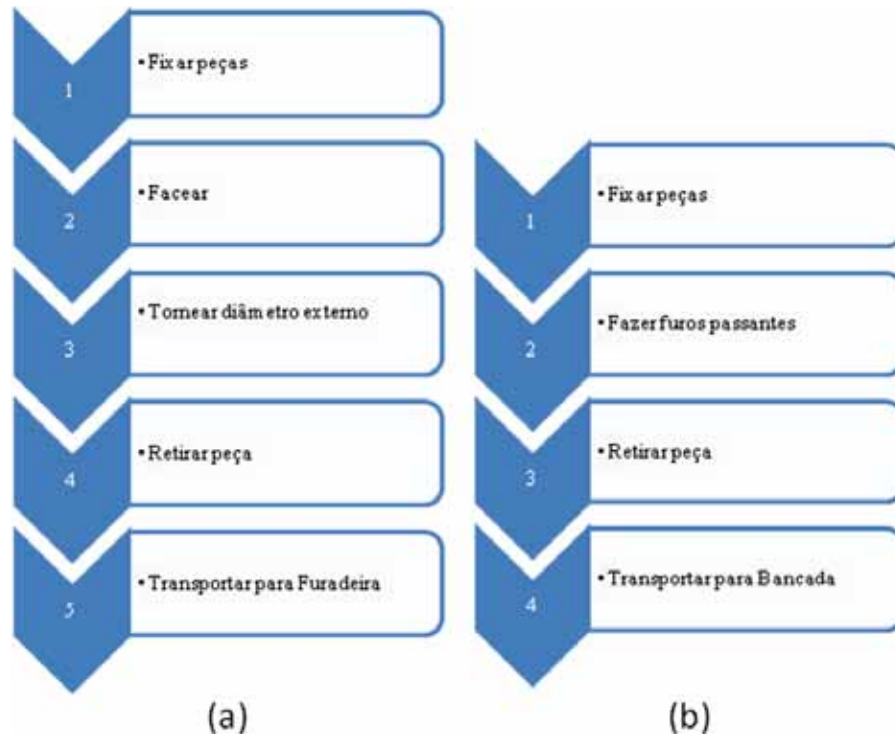


Figura 4.4 – Fluxo de processo da Tampa Cega

Assim como a Tampa Passante, a Tampa Cega possui duas etapas. A primeira, TC1, Figura 4.4(a), realizada no Torno2 pelo Operador3 e a segunda (TC2) pelo Operador2 na Furadeira, Figura 4.4(b).

4.3. Coleta de dados

Para cada etapa, foram cronometrados os tempos de produção das atividades, esses tempos consistem em tempo de preparação do equipamento, tempo de operação e tempo de setup. Como se trata de um estudo de complexidade simples, os movimentos que compõem essas atividades não foram analisados.

Com isso foram desenvolvidas as seguintes fichas para coleta, obtendo os seguintes dados:

Etapa	Descrição	Tempo de Preparação	Tempo de Operação	Tempo de SetUp
CJ1	Fresamento da base do corpo inferior	9,10	7,33	2,11
	Fresamento da lateral do corpo inferior	13,59	1,10	1,20
	Fresamento do topo do corpo inferior	19,40	5,35	2,51
	Fresamento da base do corpo superior	14,20	1,10	1,20
	Tempo Total	57,09	15,28	7,24
CJ2	Furação dos furos passantes no conjunto	9,48	6,49	4,06
	Furação dos furos passantes do corpo inferior	13,55	2,05	0,35
	Furação da rosca no conjunto	12,42	4,22	1,12
	Parafusar conjunto		5,02	
	Furação para pino elástico	8,20	4,58	3,50
	Tempo Total	44,41	23,16	9,42
CJ3	Fresamento da lateral do conjunto	10,07	3,06	2,17
CJ4	Faceamento e torneamento da pista	18,23	21,15	4,20
CJ5	Tornear canais	8,35	10,59	1,30
	Tornear acento do retentor	11,30	3,10	0,45
	Tempo Total	20,05	14,09	2,15
CJ6	Furos passantes	9,54	1,38	0,55
	Fazer rosca interna	10,40	1,46	1,05
	Furação de lubrificação	9,13	3,01	1,01
	Tempo Total	30,47	5,25	3,01
CJ7	Montagem final do conjunto	-	5,00	1,04

Quadro 4.1 – Média de tempos cronometrados para a usinagem do Corpo do Mancal

O Quadro 4.1 mostra a média dos tempos cronometrados de cada operação das respectivas etapas.

Obs.: Os tempos de preparação correspondem a montagem de dispositivos para a realização das operações de cada lote. Já os tempos de operação e de setup representam o tempo gasto de para cada peça.

Etapa	Descrição	Tempo de Preparação	Tempo de Operação	Tempo de SetUp
LA1	Facear e tornear diâmetro externo maior	27,40	5,55	0,45
	Tornear diâmetro externo menor		2,10	0,50
	Tornear diâmetro interno		2,27	0,49
	Tornear acento canal para anel		0,57	0,55
	Tornear canais da face		2,35	1,03
	Tempo Total	27,40	14,04	4,22
LA2	Furar furos passantes	8,55	1,30	1,06
	Furar furos laterais	5,13	1,45	1,20
	Tempo Total	14,08	3,15	2,26

Quadro 4.2 – Média de tempos cronometrados para a usinagem do Labirinto

O Quadro 4.2 descreve as atividades relacionadas à usinagem do labirinto. Nota-se que com apenas uma preparação do equipamento (Torno1), todas as etapas de usinagem da etapa LA1 são realizadas. Na etapa LA2, as fixações são diferentes para cada atividade, por isso há a necessidade de se fazer uma preparação única e realizar a usinagem de um lote para cada atividade.

Etapa	Descrição	Tempo de Preparação	Tempo de Operação	Tempo de SetUp
TP1	Facear e usinar diâmetro externo	29,40	7,10	0,45
	Usinar canais do labirinto		12,46	0,50
	Tempo Total	29,40	19,56	1,35
TP2	Furar quatro furos pasantes		2,40	0,49

Quadro 4.3 – Média de tempos cronometrados para a usinagem da Tampa Passante

O Quadro 4.3 mostra os dados coletados das atividades que compõe a usinagem da Tampa Passante. Assim como no Labirinto, uma preparação é utilizada para realizar as etapas de transformação no Torno2, essa preparação ainda é utilizada para as operações da Tampa Cega, que se observa no Quadro 4.4

Etapa	Descrição	Tempo de Preparação	Tempo de Operação	Tempo de SetUp
TC1	Usinar sob medida	-	8,30	0,45
TC2	Furar quatro furos pasantes	10,00	2,10	0,50

Quadro 4.4 – Média de tempos cronometrados para a usinagem da Tampa Cega

4.4. Resultados Obtidos

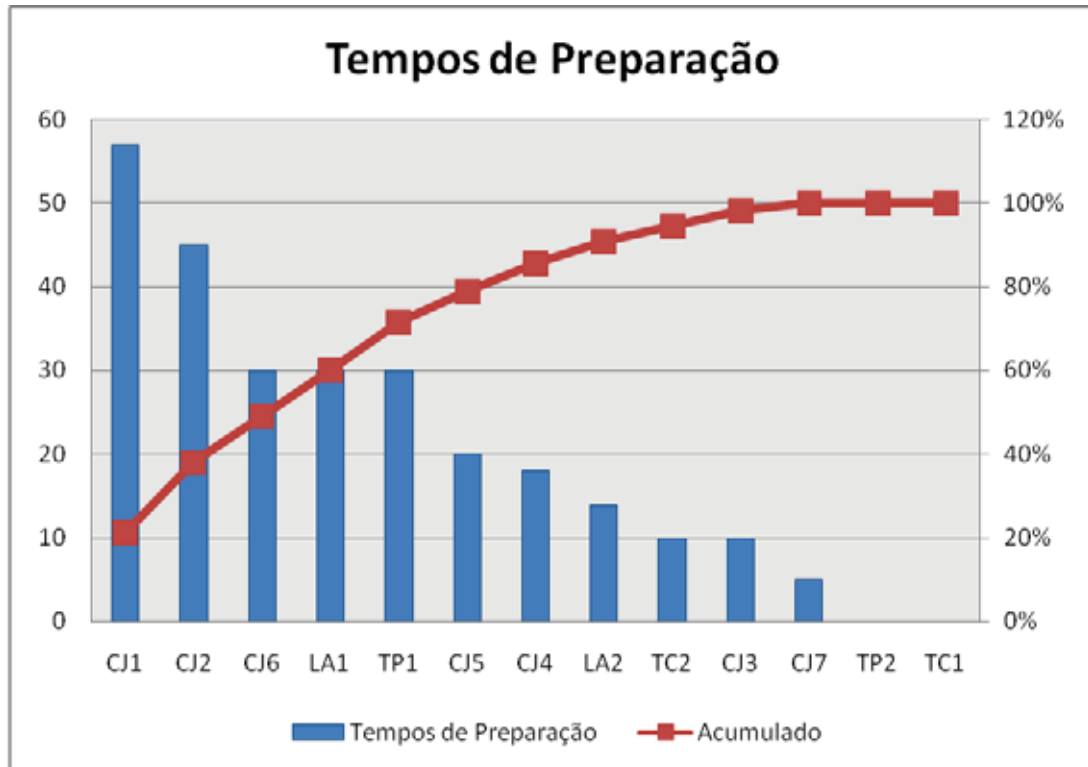


Gráfico 4.1 - Tempos de preparação de cada etapa

Verifica-se que o tempo de preparação das etapas CJ1 e CJ2 representam 40% do tempo total gasto com preparação para a usinagem completa do Mancal. É possível observar também que são as duas primeiras etapas do processo de transformação do Conjunto do Mancal, o que significa que logo no início do processo já se gasta quase metade do tempo de preparação das máquinas, apenas nos dois primeiros estágios.

Retomando à Figura 3.2, que representa como é realizada a fixação das peças na fresadora, observam-se os seguintes pontos:

- 1) Não há apoios pré montados para o posicionamento dos mancais, assim, para toda preparação há a necessidade de se configurar novamente esses apoios;
- 2) Os apoios são dispositivos improvisados, sem padronização, verificando que cada preparação é realizada de uma forma, aumentando o tempo porque toda vez que há uma preparação, existe a necessidade de se realizar novas medições.

3) Mesmo após a preparação da máquina para a usinagem do lote, ainda existe a necessidade de ajustes para o alinhamento do mancal para o momento de fresagem.

4) A primeira etapa de fresamento (CJ1) consiste em quatro tempos de preparação que correspondem a quase uma hora apenas para essa atividade.

O Gráfico 4.2 representa as atividades de preparação gastos na etapa CJ1:

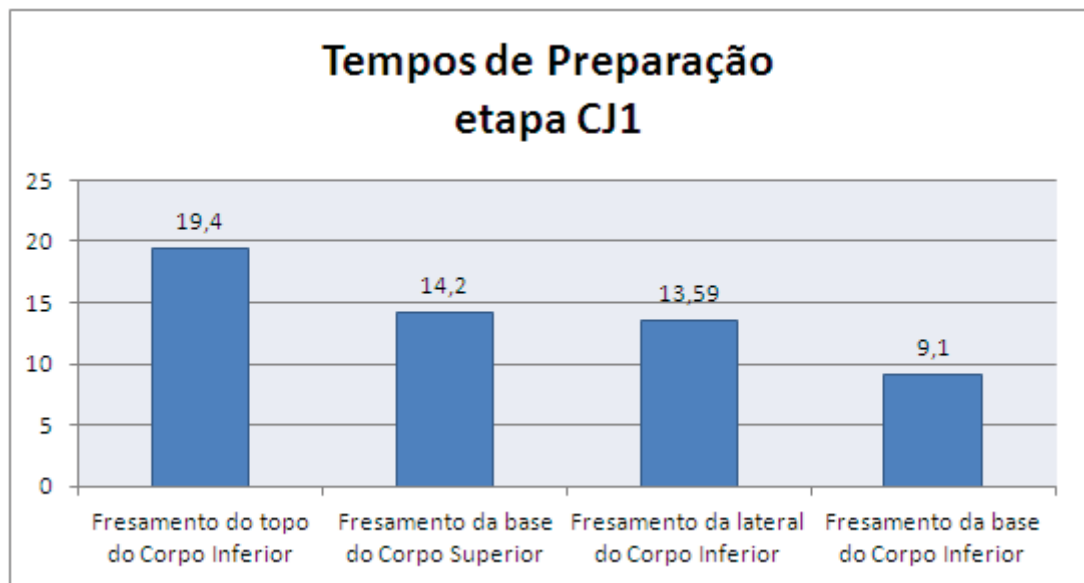


Gráfico 4.2 – Tempos de preparação das atividades que compõem a etapa CJ1

Observa-se no Gráfico 4.2 que o tempo de preparação para o fresamento do topo do Corpo Inferior é maior que os outros tempos, isso porque essa preparação requer ajustes para garantir as dimensões finais do Corpo Inferior do Mancal para essa etapa.

O tempo total gasto com preparação nessa etapa é de cerca de 60 minutos, sendo que sempre é necessária quando um novo lote de peças inicia o processo de usinagem

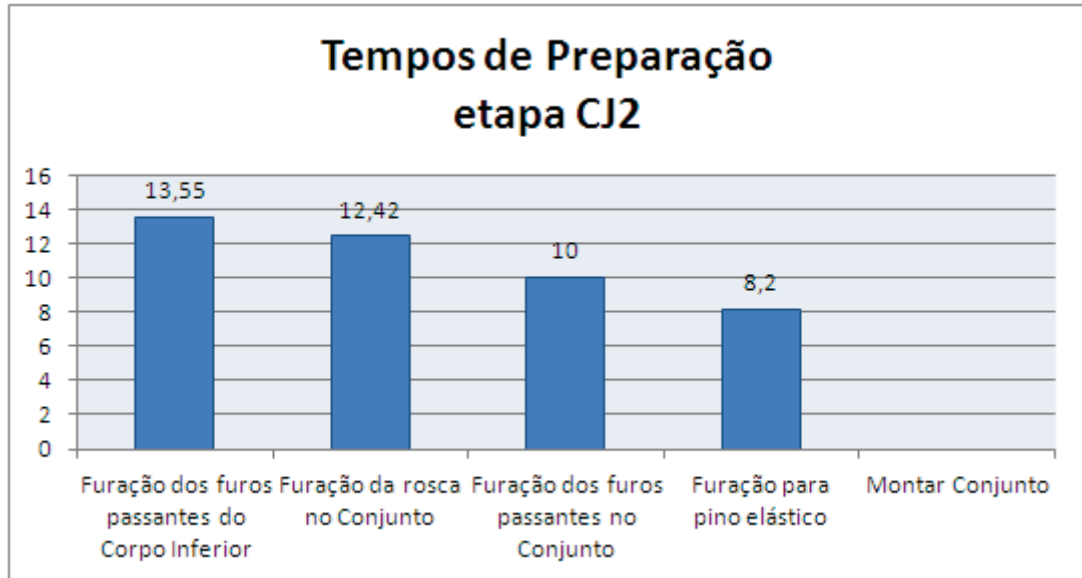


Gráfico 4.3 – Tempos de preparação, em minutos, das atividades da etapa CJ2

No Gráfico 4.3, o que se observa é que os tempos de preparação para a realização das atividades da etapa CJ2 variam de 8 a 14 minutos sendo que a segunda atividade (furação do Corpo Inferior) demanda a maior parte do tempo em preparação.

A única atividade que não necessita de preparação para a usinagem de um lote é a de montagem do conjunto (colocar e apertar parafusos). O tempo total gasto com preparação para esta etapa é cerca de 45 minutos e é necessária sempre quando um novo lote de peças inicia o processo de usinagem.

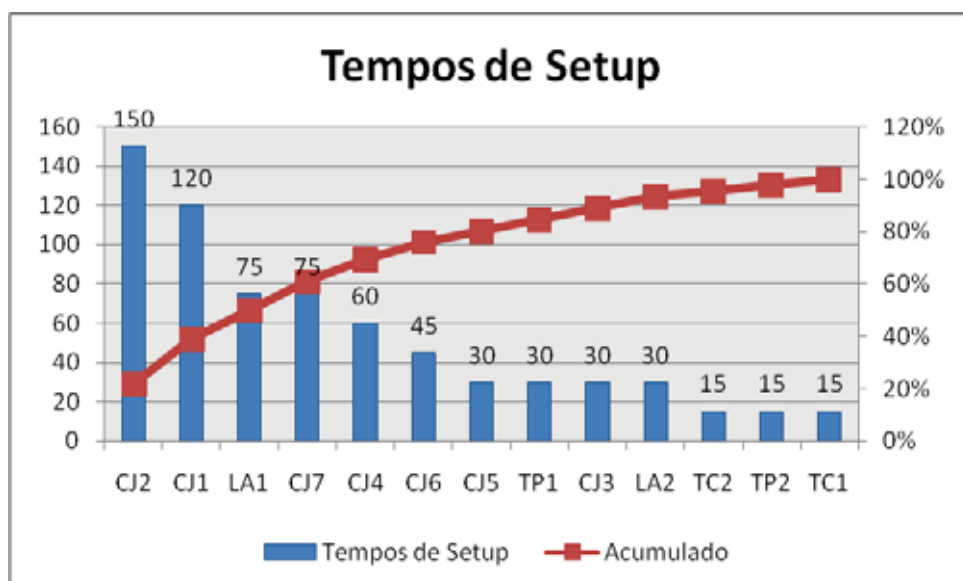


Gráfico 4.4 – Tempos, em minutos, de Setup por Etapa

Assim como nos tempos de preparação da máquina para a usinagem do lote, é possível observar no Gráfico 4.4, que novamente as etapas CJ1 e CJ2 são responsáveis por cerca de 40% do tempo total de setup gasto no processo de usinagem do Mancal.

A diferença é que agora a maior parte do tempo ocorre na etapa CJ2. Essa etapa é realizada na Furadeira, e uma das atividades que correspondem a essa etapa se consiste em furar de maneira alinhada o Corpo Superior e Inferior.

Como uma das etapas de furação do Corpo Inferior é fazer uma rosca interna, essa atividade tem que ser realizada da seguinte forma:

- 1) A primeira parte consiste na furação do Conjunto para que os furos estejam alinhados, no entanto a furação não é completa, apenas uma marcação no Corpo Inferior é feita de modo que após a separação seja possível continuar a furação no Corpo Inferior de modo que o furo esteja alinhado. Dessa maneira, é possível com a mesma preparação, realizar essa primeira atividade no lote completo;
- 2) A finalização da furação no Corpo Inferior do Conjunto é realizada. Após essa atividade, é feita uma troca de ferramenta para que um macho faça a rosca interna no Corpo Inferior do Conjunto.
- 3) Logo após a realização da rosca no Corpo Inferior do Conjunto, o mancal é parafusado, estando disponível assim para a próxima atividade (furação e colocação do pino elástico), mas isso somente quando o lote inteiro é parafusado.
- 4) Um mesmo mandril pode ser compartilhado por mais de uma broca, sendo assim, durante a operação há troca de brocas.

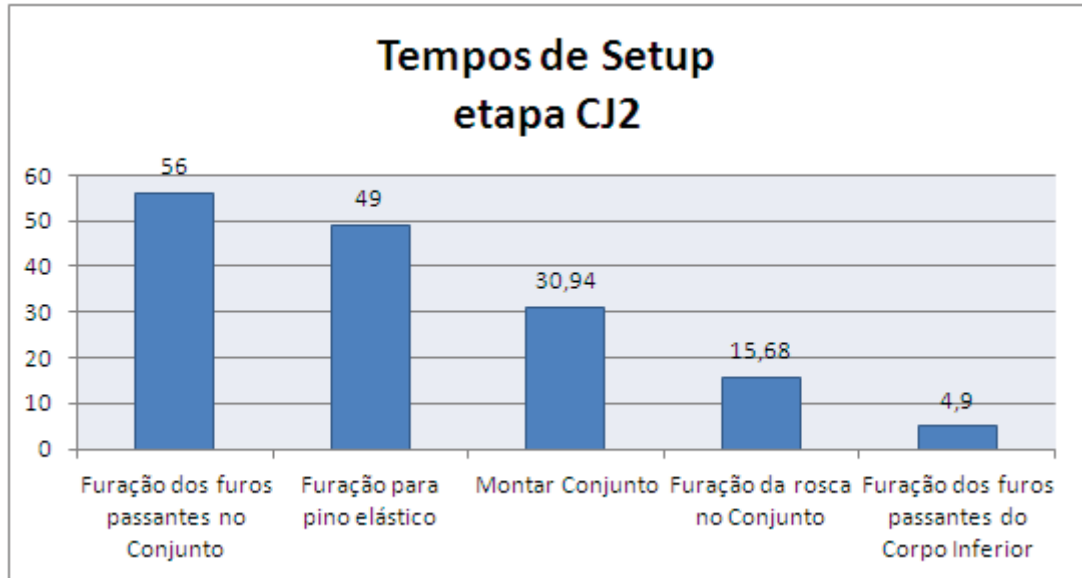


Gráfico 4.5 – Tempos de Setup da etapa CJ2

Os tempos de troca de peças da etapa CJ2 são representados no Gráfico 4.5, como para cada atividade é realizada uma fixação diferente e todo lote é processado para cada uma das atividades, quando a usinagem de uma atividade é finalizada, o mesmo se repete para as outras atividades, até que todo o lote esteja no mesmo ponto do processo. Com isso, esses tempos de troca se acumulam gerando o resultado apresentado no Gráfico 4.5.

O tempo total gasto com as constantes trocas de peças chega a ser mais que 150 minutos para um lote de 15 peças, tempo gasto com uma atividade que não gera valor algum ao produto.

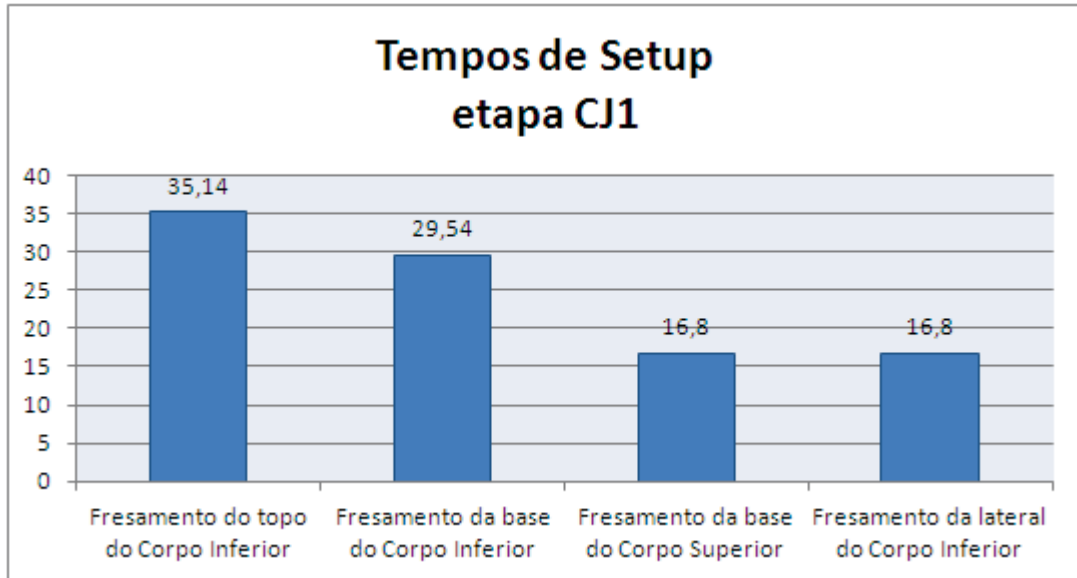


Gráfico 4.6 – Tempos de Setup da etapa CJ1

Assim como se observa na etapa CJ2, o Gráfico 4.6 apresenta os tempos de troca de peças para cada uma das atividades. Nota-se que para um lote de 15 peças, o tempo gasto com troca de peças chega a quase 100 minutos.

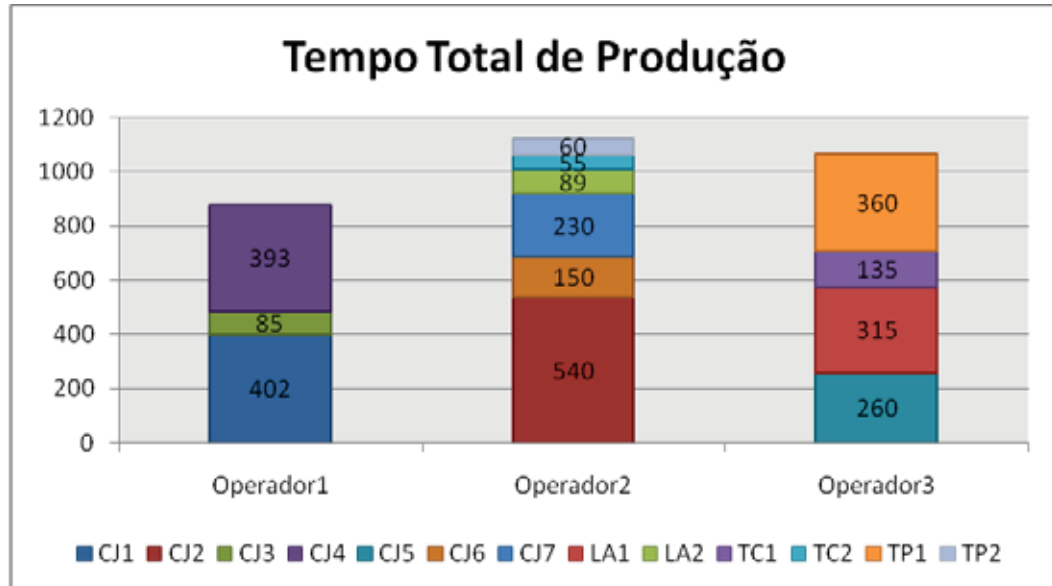


Gráfico 4.7 - Tempos totais de produção de um lote de 15 peças por operador em minutos

Observando os tempos totais de produção (preparação + operação + setup) de um lote de 15 peças, verifica-se que além do longo tempo que a usinagem completa do lote para cada operador (com um tempo total de 1112 minutos para que o Operador2 realize suas tarefas),

além disso, ainda há um desbalanceamento entre os operadores. Evidenciando o gargalo representado pela etapa CJ2, seguida da etapa CJ1.

A etapa CJ4 também representa um tempo considerável de execução, porém sua análise não fará parte do estudo por se acreditar que sua melhoria não esteja relacionada com estudo de métodos, já que se trata de uma única atividade e seu tempo total esteja em grande parte de máquina em operação e por isso se trata de um estudo de processos de usinagem (velocidade de corte, avanço, propriedade do material, etc.)

4.5. Propostas de Melhoria

4.5.1. Etapa CJ2

Para a etapa CJ2 foi verificada a necessidade da elaboração de um dispositivo de fixação que atendesse as atividades dessa etapa, já que é preciso realizar a separação do material devido à atividade de fazer roscas internas no Conjunto Inferior.

O motivo pelo qual não é possível fazer os furos passantes em uma só etapa é que após essa etapa o macho deve entrar no furo e este deve possuir sua entrada escareada, dessa forma a sugestão apontada inclusive pelo proprietário da empresa seria a confecção de uma broca escalonada sob medida que permitiria a usinagem do furo passante em todo o conjunto e ainda assim garantiria que a entrada do furo no Corpo Inferior do Conjunto estivesse escareada. Dessa forma, se eliminaria uma atividade da etapa CJ2.

Retomando a ideia de que um dispositivo para essa etapa teria que ser desenvolvido, para garantir a sua eficiência ele deveria:

- 1) Permitir que uma vez fixado, o Corpo Inferior não seria removido até que a atividade de fixação dos pinos elásticos estivesse concluída.
- 2) Permitir que o Corpo Superior, após os furos passantes já feitos, pudesse ser removido para a que rosca interna pudesse ser realizada.
- 3) Permitir que todas essas atividades fossem realizadas de forma sequenciada em apenas uma fixação (e não várias fixações, uma para cada lote).

4) Além de permitir as considerações acima, a fixação ainda poderia ser aproveitada para a atividade de furação de lubrificação (etapa CJ6), já que a posição de fixação é comum para essa atividade.

Além de um novo modo de fixação, para redução no tempo de setup, as diferentes brocas e machos devem possuir seus mandris específicos, dessa forma a troca rápida de ferramenta seria possível.

Desse modo, o fluxo de processo mudaria, para a etapa CJ2 a comparação entre o método atual e o proposto é representado pela Figura 4.5.

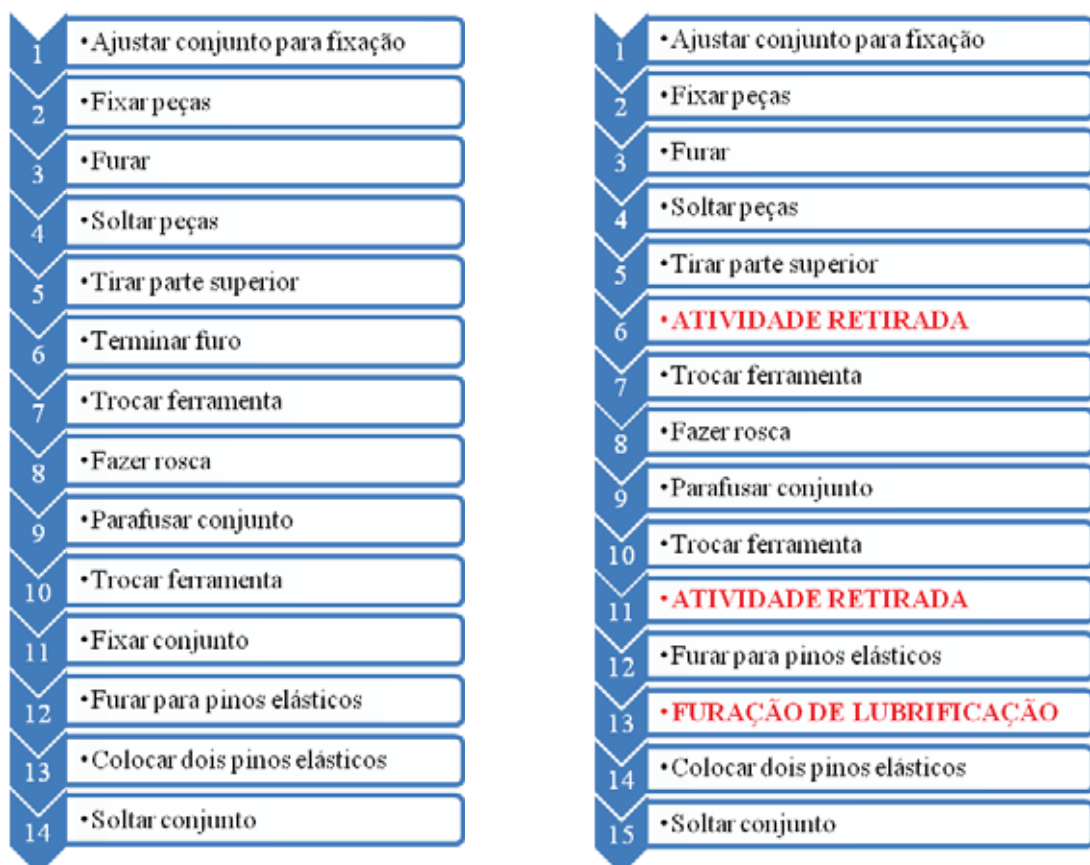


Figura 4.5. - Comparação entre o método antigo e o método proposto

4.5.2. Etapa CJ1

Para a etapa CJ1 é possível verificar que a preparação para a fixação não é adequada. Como proposta de melhoria, foi sugerido que fossem adquiridos ou confeccionados apoios que ficariam pré-fixados na pista da fresadora para que eliminasse etapas de ajustes pré-fixação, além disso, grampos já padronizados teriam posições também já fixas para que o Mancal fosse apenas posicionado e já fixado, evitando ajustes iniciais.

Além de economizar tempo na configuração inicial, esses apoios também reduziriam o tempo de setup nessa primeira etapa do processo.

Foi verificado também que a pista da fresadora não é totalmente aproveitada, sendo que em seu curso durante a operação, apenas uma peça é usinada. A observação de que mais de uma peça pudesse ser fresada evidencia o desperdício, e permite a conclusão de que a capacidade da máquina poderia ser dobrada, uma vez que pelo menos duas peças, poderiam ser usinadas ao mesmo tempo.

A Figura 4.6 mostra a diferença entre o método atual e o método proposto

1	•Ajustar para fixação do Corpo Inferior	1	• ATIVIDADE RETIRADA
2	•Fixar peça	2	•Fixar peça (TEMPO REDUZIDO)
3	•Fresar base do corpo inferior	3	•Fresar base do corpo inferior
4	•Inspeccionar	4	•Inspeccionar (TEMPO REDUZIDO)
5	•Soltar peça	5	•Soltar peça
6	•Ajustar peça para fixação	6	• ATIVIDADE RETIRADA
7	•Fixar peça	7	•Fixar peça (TEMPO REDUZIDO)
8	•Fresar parte frontal	8	•Fresar parte frontal
9	•Inspeccionar	9	•Inspeccionar (TEMPO REDUZIDO)
10	•Soltar peça	10	•Soltar peça
11	•Ajustar peça para fixação	11	• ATIVIDADE RETIRADA
12	•Fixar peça	12	•Fixar peça (TEMPO REDUZIDO)
13	•Fresar topo do corpo inferior	13	•Fresar topo do corpo inferior
14	•Inspeccionar	14	•Inspeccionar (TEMPO REDUZIDO)
15	•Soltar peça	15	•Soltar peça
16	•Ajustar para fixação do Corpo Superior	16	• ATIVIDADE RETIRADA
17	•Corpo Superior	17	•Corpo Superior
18	•Fixar peça	18	•Fixar peça (TEMPO REDUZIDO)
19	•Fresar base do corpo superior	19	•Fresar base do corpo superior
20	•Inspeccionar	20	•Inspeccionar (TEMPO REDUZIDO)
21	•Retirar peça	21	•Retirar peça

Figura 4.6 Comparação entre o método antigo e o melhorado proposto

4.6.

4.7. Possíveis Ganhos

O método proposto não foi possível de ser implementado, com isso os possíveis ganhos das melhorias propostas serão avaliados de maneira estimada, sendo considerados apenas os tempos ganhos com a mudança proposta de maneira hipotética.

4.7.1. Etapa CJ1

No método atual, a primeira peça processada fica estocada até que todas as peças do corpo inferior estiverem processadas bem como a primeira peça do corpo superior também, o

que demanda cerca de 365 minutos (mais de 6 horas) sem que um conjunto esteja pronto para o processamento na etapa seguinte.

De acordo com o método proposto, o tempo com os ajustes realizados em todas as fixações em todas as atividades seria consideravelmente reduzido. A configuração para fixar os dispositivos poderia consumir um tempo elevado, no entanto seria realizada uma única vez, desse modo toda a operação realizada consistiria apenas na fixação das peças, sem os constantes ajustes para se garantir as perpendicularidades do mancal (base, lateral e topo do Corpo Inferior e base do Corpo Superior).

Mantendo os tempos de operação de cada atividade e extrapolando um tempo de 1 minuto para retirar e fixar uma peça novamente (de acordo com as atividades cronometradas para esse tipo de atividade) é possível estimar um tempo de 20 minutos para que um conjunto estivesse pronto para ser processado na etapa seguinte, eliminando o longo tempo de estocagem intermediária e garantindo certa continuidade na produção dessa etapa.

Os ganhos estimados de produção estariam em torno de 30%, uma vez que nos 400 minutos cronometrados no método atual para realizar a usinagem de 15 peças (método atual) seriam possíveis a produção de 20 peças. Esse valor deve servir apenas de referência, uma vez que as medições não foram realizadas.

4.7.2. Etapa CJ2

Atualmente, uma peça que é processada na primeira atividade (furos passantes no conjunto), só estaria disponível para a próxima etapa após o primeiro processamento da última atividade (montagem do mancal), ou seja, após mais de 500 minutos (mais de 4 horas). Com o método proposto, as atividades que compoem a etapa CJ2 seriam realizadas de maneira sequenciada.

Havendo apenas uma atividade de fixação, ao final de cada operação, o mancal já estaria pronto para ser processado na etapa seguinte, de acordo com as estimativas (considerando que os mesmos tempos de operação seriam gastos para realizar a etapa, retirando os tempos de preparação e de troca de peças), a cada 30 minutos teria uma peça pronta para ser processada na etapa CJ3. Desse modo, a etapa CJ2 também ganharia certa continuidade.

Além dessa redução de estoques intermediários dentro da etapa, esse novo método de produção ainda poderia garantir ganhos na produtividade por volta de 30%, já que nos mesmo 540 minutos cronometrados para a realização dessa etapa, seria possível processar não 15, mas cerca de 20 peças. Porém, como não foram realizadas medições, esse valor é apenas hipotético, podendo servir apenas como referência.

5. CONCLUSÃO

O estudo de tempos e métodos torna-se bastante útil para uma empresa que necessita fazer um mapeamento do processo em que não há padronização do processo e principalmente quando os tempos de operação não são conhecidos ou pouco explorados.

As melhores técnicas para se realizar uma operação podem trazer ganhos significativos e deve fazer parte da rotina da empresa. A eliminação dos desperdícios e a preocupação em se fazer uma tarefa maneira cada vez mais simples, com o menor esforço possível deve ser uma preocupação constante de uma empresa que deseja aumentar sua produtividade.

O trabalho apresentado baseou-se nos métodos de levantamento de dados de modo que fosse possível identificar as etapas de produção de um mancal de rolamento bi partido. Através do estudo de métodos, foram listadas as etapas e as atividades que as compunham.

Com as etapas identificadas, e suas atividades discriminadas, foram agrupadas as operações que seriam possíveis realizar a cronometragem dos tempos de preparação da máquina para a produção de um lote específico, os tempos de operação de cada peça e os tempos de troca de peças.

Com o estudo realizado foi possível atender o objetivo geral do trabalho que era de fato analisar a capacidade de produção da empresa. As propostas apresentadas podem servir como ponto de partida para a implantação das melhorias. Visto que a empresa não possuía o levantamento dos tempos de operação em nenhuma das etapas, o estudo auxiliou ao proprietário a perceber que seu processo possui deficiências de produtividade e quais são as operações e em quais equipamentos estão a sobrecarga e os gargalos do sistema.

O estudo de tempos e métodos foi útil para se iniciar um processo de padronização na empresa. As identificações das etapas, bem como os passos necessários agora estão registrados e podem agora ser melhor estudados fora do momento de operação, dando ao proprietário a oportunidade de gerir o processo como um todo.

É importante que o proprietário utilize seu tempo também para analisar questões como as apresentadas no trabalho. Não é possível controlar um processo se ao menos as operações não forem acompanhadas, organizadas e os tempos que essas possuem não forem medidos.

Com os métodos propostos e com as melhorias propostas poderão garantir maior flexibilidade da produção, uma vez que as operações realizadas não ficariam presas nos lotes fixos de peças, já que este método é seguido para compensar os longos tempos gastos com preparação das máquinas para cada uma das atividades. O tempo médio gasto com a produção de uma única peça seria próximo ao tempo médio da usinagem de um lote de 10 ou 15 peças. Essa continuidade seria o maior ganho com as implantações.

5.1. Proposta para futuros trabalhos

Como novos trabalhos para o estudo desse processo produtivo pode-se finalizar a análise do restante das operações, neste trabalho foram avaliados os processos que são realizados nos equipamentos Fresadora e Furadeira, o estudo dos processos de torno depende mais da análise dos processos de usinagem, como velocidade de corte, avanço etc. e por isso um estudo mais profundo deve ser realizado, uma vez que a fixação é mais simples. A preparação para as operações em um torno podem ser mais demoradas e uma preparação pode ser suficiente para realizar todas as atividades de uma etapa, já que o torno possui diversos recursos exatamente para facilitar o processo de usinagem.

Após a análise completa de todas as operações do processo de usinagem do mancal de rolamento, a próxima etapa do estudo seria a determinação do tempo padrão de suas etapas, bem como o tempo de ciclo do processo. Desse modo, estaria completo o estudo de padronização, assim seria possível ter dados mais concretos da real capacidade produtiva da empresa, permitindo que o proprietário tivesse mais clareza nas decisões na hora de determinar os próximos passos de investimento da empresa, a aquisição de novas ferramentas e equipamentos, a contratação de novos funcionários, etc.

Outra grande oportunidade que este trabalho oferece é a visão de que a organização da produção pode trazer ganhos significativos para a empresa, e com isso a percepção do ambiente de trabalho em que o processo está inserido fica mais clara, com isso um trabalho de aplicação de 5S na área produtiva pode ser feito. Deste modo, a empresa poderia iniciar um processo de certificação da qualidade do processo e de melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

BARNES, RM., **Estudo de Movimentos e de Tempos: projetos e medida do trabalho.**

Edgard. Blücher Ltda 1977.

BRÁS, R. H. F., SCAVARDA, L. F., MARTINS, R. A., **Reviewing and improving performance measurement systems: An action research.** International Journal Productions Economics, no 133, pp. 751-760, 2011.

CHAKRABORTY, T., GIRI, B. C., **Joint determination of optimal safety stocks and production policy for an imperfect production system.** Applied Mathematical Modelling, no 36, pp. 712-722, 2012.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Engenharia de Produção: uma visão abrangente da moderna administração das organizações.** Elsevier Editora Ltda. Disponível em <<http://www.google.com.br>>. Acesso: 17/11/2012.

CONTADOR, J.C. **Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa.** 2. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1998

GLOCK, C. H., **Lead time reduction strategies in a single-vendor–single-buyer integrated inventory model with lot size-dependent lead times and stochastic demand.** International Journal Productions Economics, no 136, pp. 37-44, 2012.

HVOLBY, H. H., SVENSSON, C., STEJERS-JENSEN, K., **Simulation of production setup changes in an SME.** Procedia Thecnology, no 5, pp. 643-648, 2012.

KOVÁCS, A., BROWN, K. N., TARIM, S. N., **An efficient MIP model for the capacitated lot sizing and scheduling problem with sequence dependent setups.** International Journal Productions Economics, no 118, pp. 282-291, 2009.

MOBASHER, A., EKICI, A., **Solution approaches for the cutting stock problem with setup cost.** Computers & Operations Research, no 40, pp. 225-235, 2013.

RAO, M. P., MILLER, D. M., LIN, B., **PET: An expert system for productivity analysis.** Experts system with Applications, no 29, pp. 300-309, 2005.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção. Segunda Edição. São Paulo.** Atlas, 2002.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção - do ponto-de-vista da Engenharia de Produção.** Porto Alegre, Editora Bookman, 1996.