

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

LEONARDO FERRARI
RODRIGO PIAI MARAFON

**DESENVOLVIMENTO E MELHORIA NO ARRANJO FÍSICO NA LINHA DE
PRODUÇÃO DO PINO DO EIXO DE APOIO DO SISTEMA DE MOLAS PARA
CAMINHÕES SCANIA NA EMPRESA TORCOMP**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO

2014

LEONARDO FERRARI
RODRIGO PIAI MARAFON

**DESENVOLVIMENTO E MELHORIA NO ARRANJO FÍSICO NA LINHA DE
PRODUÇÃO DO PINO DO EIXO DE APOIO DO SISTEMA DE MOLAS PARA
CAMINHÕES SCANIA NA EMPRESA TORCOMP**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à Coordenação de
Engenharia Mecânica da
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná.

Orientador: Prof. Me. Juvenil
Teixeira da Silva

CORNÉLIO PROCÓPIO

2014

Dedico esse trabalho à
minha família.

Agradecimento

Agradecemos principalmente a Deus, por ter estado ao nosso lado sempre, e ter nos dado força quando mais precisamos.

A nossa família, por ter nos apoiado e acreditado sempre em nosso sucesso, não nos deixando abater nos momentos mais difíceis.

A todos os professores que estiverem junto com a gente nessa caminhada, e nos proporcionaram o melhor conhecimento possível.

Ao nosso orientador Juvenil Teixeira da Silva, pela amizade, pelos conselhos, pela ajuda e todo o conhecimento fornecido durante esse trabalho.

Ao supervisor da empresa Torcomp José Fernandes da Silva Neto, pelo apoio e pelo suporte dado durante esse trabalho.

Aos nossos colegas de curso, com os quais trocamos experiências, e crescemos junto, tanto pessoalmente quanto profissionalmente.

“A mente que se abre a uma nova idéia
jamais voltará ao seu tamanho original”
(EINSTEIN, Albert)

Resumo

FERRARI, Leonardo; MARAFON, Rodrigo Piai. **Desenvolvimento e melhoria no arranjo físico na linha de produção do pino da mola da Scania na empresa Torcomp.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Mecânica – Universidade Tecnológica do Paraná. Cornélio Procópio, 2014.

Estudo desenvolvido na empresa Torcomp – Usinagem e Componentes, inserida no ramo de usinagem, que apurou a necessidade de melhorar o arranjo físico da linha de produção do pino do eixo de apoio do sistema de molas para caminhões Scania. Para realização desse trabalho elaborou-se um estudo diretamente na empresa Torcomp. Com base nos conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia mecânica e com a utilização de algumas bibliografias foram desenvolvidas duas propostas, visando à melhoria do arranjo físico da linha de produção do pino do eixo de apoio do sistema de molas para caminhões Scania.

Palavras-chave: Arranjo físico. Melhoria em linha de produção. Mapeamento do fluxo de produção.

Abstract

FERRARI, Leonardo; MARAFON, Rodrigo Piai. **Development and improvement in layout on the production line of spring pin Scania in Torcomp Company.** 2014 End of Course Work Bachelors in Mechanical Engineering -. Technological University of Paraná. Cornélio Procópio, 2014.

Study developed in-Torcomp - Machining Components and inserted in the machining industry, which found the need to improve the layout of the production line of the axle pin spring system for Scania trucks. To perform this study elaborated a study directly the company Torcomp. Based on the knowledge acquired during the course of mechanical engineering and the use of some bibliographies two proposals aimed at improving the layout of the production line of the axle pin spring system for Scania trucks were developed.

Key Words: Layout. Improvement in the production line. Mapping of the production flow.

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Tipos de layout: volume versus variedade	14
Figura 3.1 - Arranjo Físico Posicional.....	16
Figura 3.2 – Arranjo físico Funcional	19
Figura 3.3 – Arranjo Físico celular.....	22
Figura 3.4 – Arranjo Físico por Produto.	22
Figura 3.5 – Metodologia de re-layout.....	22
Figura 3.6 – Perdas num sistema produtivo	24
Figura 4.1 – Controle de Entrada	26
Figura 4.2 – Torneiar Cabeça e Furar	26
Figura 4.3 – Torneiar Corpo.....	27
Figura 4.4 – Fresar Canal de Óleo	27
Figura 4.5 – Furar Transversal.....	28
Figura 4.6 – Chanfrar furo Transversal	28
Figura 4.7- Chanfrar Fresado e Rebarbar Geral	29
Figura 4.8 – Laminar Rosca	29
Figura 4.9 – Arranjo físico atual da empresa.....	32
Figura 4.10 – Arranjo físico proposto (1)	37
Figura 4.11 – Arranjo físico proposto (2)	40

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 – Dados do Arranjo Físico atual da empresa	33
Tabela 4.2 – Dados do Arranjo Físico atual da empresa	34
Tabela 4.3 – Dados do arranjo Físico atual da empresa	35
Tabela 4.4 – Dados do arranjo Físico Proposto.	37
Tabela 4.5 – Dados do Arranjo Físico Proposto (2).	40

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
1.2 Justificativa	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3 METODOLOGIA	15
3.1 Fundamentação Teórica.....	15
3.2 Tipos de Arranjo Físico.....	16
3.3 Metodologia de Re-Layout	22
3.4 Estudo de Tempos	22
4 ESTUDO DE CASO: TORCOMP - Usinagem e Componentes	24
4.1 Histórico da empresa	24
4.2 Etapas do Processo	25
4.2.1 Estudo do local	25
4.2.2 Etapas de Fabricação.....	25
4.2.3 Equipamentos e seus processos.....	30
4.2.4 Estudo do arranjo físico e coleta de dados.....	31
5 CONCLUSÃO	42
Referencias	43

1 INTRODUÇÃO

Antes da revolução industrial a produção era baseada na manufatura, com cada trabalhador trabalhando sozinho ou em grupos, com suas próprias ferramentas. Pós revolução industrial houve a necessidade de se criar métodos para facilitar o processo que se tornava produtivo. (ARRUDA, 1994).

Devido ao grande crescimento no setor industrial, o conseqüente aumento da concorrência e a briga pela melhoria da produção, diversas empresas buscam alternativas para garantir a qualidade de seus produtos e também a diminuição do tempo na fabricação. Dentre essas alternativas, as melhorias dos fluxos de materiais, a distribuição de produtos e o arranjo das máquinas, equipamentos e pessoas dentro da indústria são essenciais para a manutenção dos níveis produtivos.

A aquisição de novos equipamentos ou máquinas e a sua disposição no chão de fábrica sem levar em consideração os aspectos de movimentação e organização pode não garantir o aumento de produção esperado, por isso o arranjo físico ou layout é muito importante dentro do processo de produção, a utilização correta do espaço físico utilizando os conceitos certos de arranjo físico podem aumentar a produção sem a necessidade de aquisição de novos equipamentos.

Para a realização deste trabalho de conclusão de curso se utilizou um estudo de caso de uma linha de produção na empresa TORCOMP - Usinagem e Componentes na cidade de Cornélio Procópio – Paraná. O setor escolhido para o estudo e melhoria do arranjo físico foi o da fabricação do pino da mola da Scania. O principal motivo da sua escolha está relacionada à eficiência da fabricação estar abaixo do esperado para à empresa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo propor uma melhoria do arranjo físico à linha de produção do pino da mola da Scania na empresa TORCOMP - Usinagem e Componentes na cidade de Cornélio Procópio – Paraná, através de técnicas e ferramentas de engenharia mecânica.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Abordar a importância do estudo do arranjo físico no setor produtivo.
- Analisar e estudar o arranjo físico existente na empresa Torcomp.
- Apresentar o arranjo físico apropriado para a empresa Torcomp.
- Expor e comparar os dados do arranjo físico proposto com o arranjo físico existente.

1.2 Justificativa

O estudo e as melhorias do arranjo físico permitem diminuir as movimentações da matéria prima e o tempo do processo de produção, assim o fluxo da mesma transcorre de maneira mais organizada e linear, evitando descolamentos desnecessários. Pois quanto menor é a movimentação no processo maiores serão os ganhos.

Segundo Moreira (2001) as decisões sobre o arranjo físico são importantes pelos motivos abaixo citados:

- Elas afetam a capacidade da instalação e a produtividade das operações. Uma mudança adequada no arranjo físico pode muitas vezes aumentar a produção que se processa dentro da instalação, usando os mesmos recursos que antes, exatamente pela racionalização no fluxo de pessoas e/ou materiais.

- Mudanças no arranjo físico podem implicar no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro, dependendo da área afetada e das alterações físicas necessárias nas instalações, entre outros fatores.

Visando os motivos citados acima é necessária a análise do arranjo físico existente na empresa Torcomp, para fazer um planejamento detalhado objetivando a reformulação do mesmo. Assim, ao final desse trabalho deseja-se como resultado propostas que apresentem as melhorias esperadas.

Na parte teórica espera-se o maior aprofundamento e conhecimento das teorias e técnicas de produção desenvolvidas e estudadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Shingo (1996), a ideia central do Sistema Toyota de Produção é promover um fluxo harmônico dos materiais entre os postos de trabalho, produzindo componentes nas quantidades e nos momentos em que são necessários. Para tanto, a comunicação entre postos de trabalho deve ser promovida de forma eficiente.

Para Slack (2009) O arranjo físico de uma operação ou processo é como seus recursos transformadores são posicionados uns em relação aos outros e como as várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos transformadores.

Segundo Silveira (1998) pode-se identificar 4 tipos básicos de layout (Figura 2.1), os quais podem ser dispostos em um gráfico correspondendo a diferentes níveis de volume e variedade de produtos ou serviços.

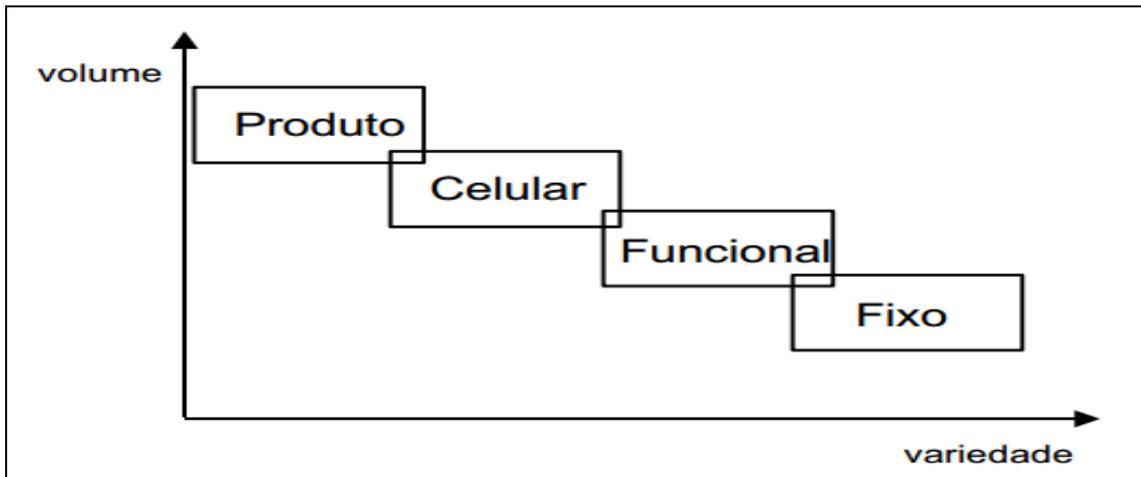


Figura 2.1 – Tipos de layout: volume versus variedade
 Fonte:Silveira (1998).

Segundo Martins, Petronio G. (2000), para a elaboração do layout são necessárias as seguintes informações:

- Especificações do produto;
- Características do produto: dimensões, características especiais;
- Quantidade de produtos e de materiais;
- Sequencias de operações e de montagem;
- Espaço necessário para cada equipamento: incluindo espaço para movimentação do operador, estoques e manutenção;
- Informações sobre recebimento, expedição, estocagem de matérias-primas e produtos acabados e transportes;

O objetivo principal na análise do layout é maximizar a eficiência ou a eficácia da produção. Além disso, as análises de capacidade e layout geralmente são feitas ao mesmo tempo, analisando-se as operações de serviços, e o tempo que o cliente tem que esperar. (MEREDITH, Shafer.2002).

3 METODOLOGIA

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica, com o embasamento teórico sobre o arranjo físico e sua contribuição para o aumento da produção, depois foram feitas pesquisas de campo (visitas à empresa) onde buscou-se entender todo o processo de fabricação do pino, examinando, mensurando e documentando os dados necessários para o projeto.

3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O arranjo físico (ou layout) de uma operação produtiva é a distribuição de tudo que ocupe espaço físico na organização, como operadores, máquinas, departamentos, matéria-prima, entre outros. Ou seja, onde alocar todas as instalações.

Segundo Slack (2009), o arranjo físico determina a aparência da operação e a maneira segundo a qual os recursos transformados – materiais, informação e clientes – fluem pela operação.

A escolha correta do arranjo físico é importante para que não ocorram deslocamentos desnecessários, operações inflexíveis, longos tempos de processos, perda de tempo, aumento de custo, trabalhos ociosos, entre outros. Para Slack (2009), o projeto do arranjo físico deve iniciar-se com a avaliação extensiva dos objetivos que o arranjo físico está tentando alcançar.

Para o bom funcionamento de um arranjo físico os objetivos estratégicos são de grande relevância para a operação, entre eles os mais importantes são:

- Segurança: Somente o pessoal autorizado e treinado pode ter acesso ao processo.
- Extensão do Fluxo: Diminuir o máximo possível as distâncias percorridas, atendendo os objetivos da operação.
- Saúde dos funcionários: Ter um ambiente de trabalho agradável, bem ventilado, iluminado, com o maior nível de conforto possível. Adequando os equipamentos de trabalho ao trabalhador.

- Confiabilidade: O processo é feito no tempo adequado para os clientes receberem seus produtos ou serviços no tempo prometido.
- Acessibilidade: As máquinas devem ter um nível de acessibilidade suficiente para o trabalho, manutenção e limpeza.

3.2 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO

Arranjo físico posicional:

Nesse tipo de arranjo quem sofre o processamento fica parado, os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. A razão para isso acontecer é que o produto é de inviabilidade de locomoção, ou por ser muito grande, muito pesado, muito delicado ou por qualquer outro motivo que o torne inconveniente para ser locomovido. Um exemplo de arranjo físico pode ser visto na figura abaixo:

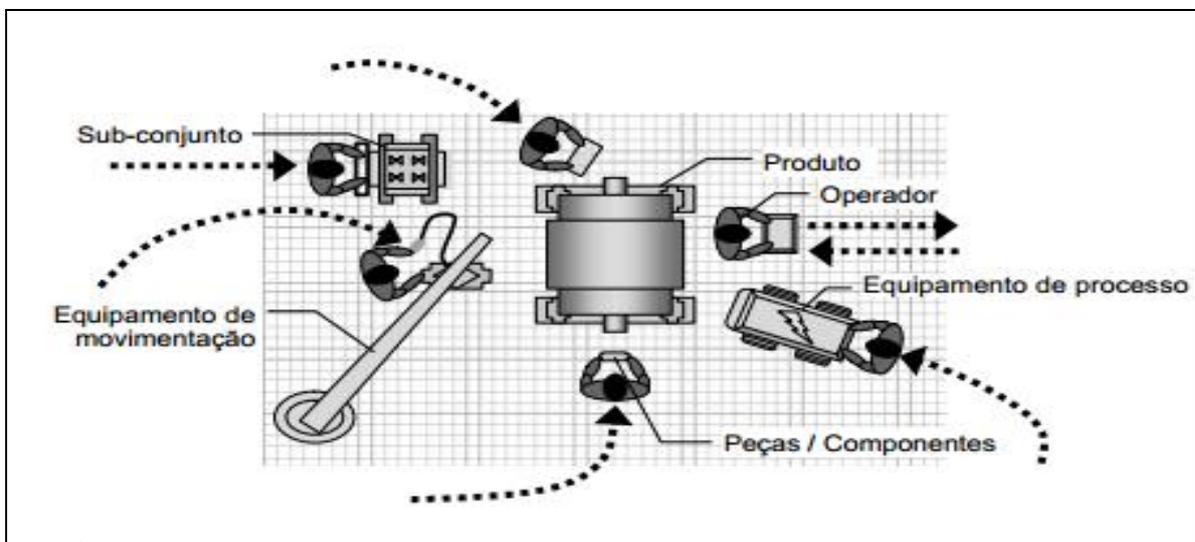


Figura 3.1 - Arranjo físico posicional
 Fonte: Adaptado de Clovis Alvarenga Neto (2009)

Exemplos:

- Construção de rodovias.
- Construção de casas.
- Construção de fábricas.

- Cirurgia de alto risco, quando não se pode movimentar o paciente.
- Produção de navios.

As vantagens desse tipo de arranjo são:

- Alta flexibilidade de produtos.
- Não há movimentação do produto ou cliente.
- Mão de obra com alta variedade de tarefas.

As desvantagens são:

- Alto custo unitário.
- Planejamento de espaço ou atividade pode ser muito complexo.
- Alta movimentação de mão de obra e equipamentos.

- Arranjo físico funcional:

Esse tipo de arranjo físico se adéqua as necessidades das funções desempenhadas pelos recursos transformadores que fazem parte do processo. Recursos ou processos similares são colocados juntos, para que a utilização dos recursos transformadores seja beneficiada ou porque é interessante para o processo que eles fiquem juntos. Processos similares têm necessidades similares e terão roteiros similares, processos diferentes terão outras necessidades por isso seguirão outro tipo de roteiro. Conforme está demonstrado na figura 3.2.

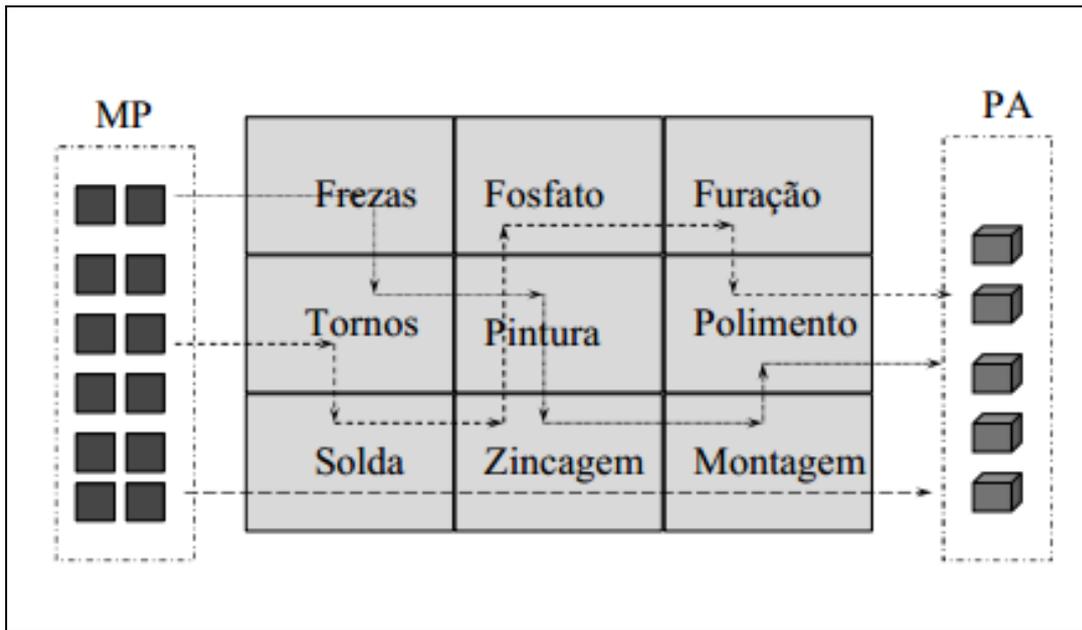


Figura 3.2 – Arranjo físico funcional
 Fonte: Clovis Alvarenga Neto (2009)

Vantagens:

- Alta variedade de produtos.
- Provável utilização de um menor número máquinas que no arranjo físico celular.
- Facilidade de treinamento, visto que as máquinas tem uma quantidade menor de funções e são similares.

Desvantagens:

- Maior número de setups ou trocas de ferramentas.
- Menor velocidade de produção.
- Maiores deslocamentos entre postos.
- Pode ocorrer ociosidade nas máquinas caso não fizerem parte do fluxo de produção do produto que está sendo produzido.
- Menor nível de automação.

Arranjo físico celular:

Trabalho cooperativo ou em time de pessoas, formando um grupo para realizar a produção. A célula normalmente inclui todos os processos necessários para uma peça ou submontagem completa. Os pontos chave desse tipo de arranjo são que as máquinas são dispostas na sequência do processo, uma peça de cada vez é feita dentro da célula e os trabalhadores são treinados para lidar com mais de um processo. Um exemplo desse tipo de arranjo físico é demonstrado na figura 3.3.

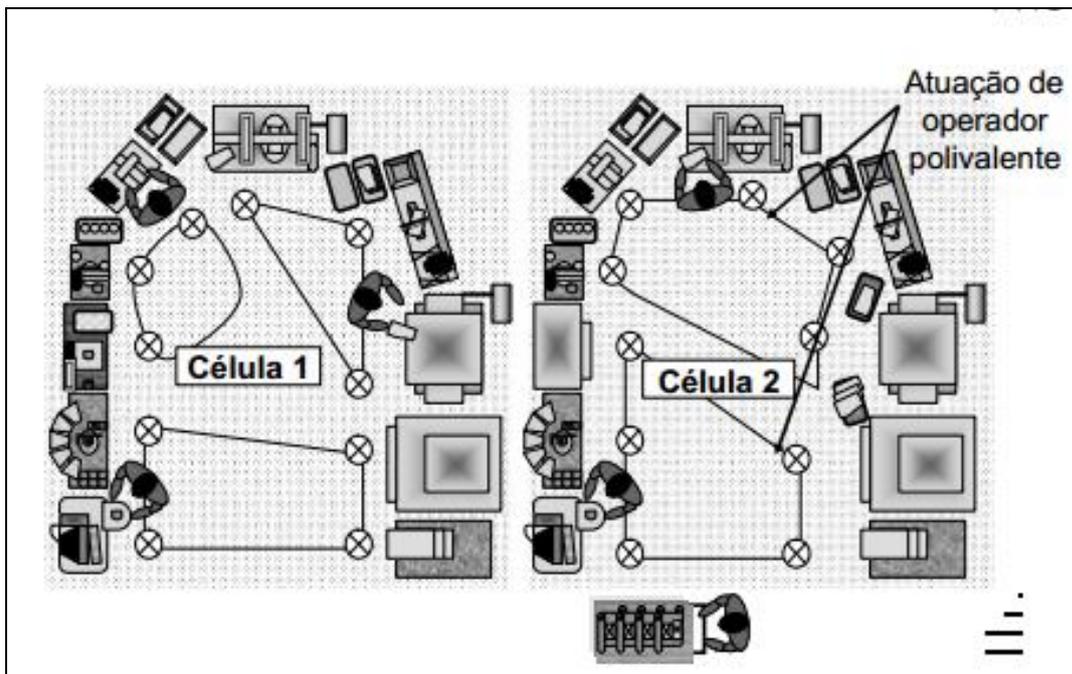


Figura 3.3 – Arranjo físico celular
Fonte: Clovis Alvarenga Neto (2009)

Vantagens do arranjo físico celular:

- Minimizam as distancias no fluxo de produção e diminuem o custo no manuseio.
- Diminuem as distancias percorridas pelos operadores, principalmente se as máquinas estiverem dispostas em forma de U.
- Maior facilidade de troca de informações entre os colaboradores.
- Tornam o planejamento e o controle da produção mais fácil.
- A produção é mais rápida e diminui a ociosidade no processo

Desvantagens do arranjo físico celular:

- Maiores tempos de treinamentos para os operadores, pois eles necessitam aprender uma variedade maior de funções.
- Menor probabilidade de encontrar defeitos no produto.
- Um problema em qualquer uma das máquinas resulta na parada de toda a célula.
- Possível descontentamento do operador por desempenhar várias funções.

Arranjo físico por produto:

Esta é a solução ideal quando se tem produtos similares, fabricados em grande quantidade e o processo é relativamente simples. Os postos de trabalho (máquinas, bancadas) são colocados na mesma sequência de operações que o produto sofrerá. O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível. Na figura 3.4 pode se observar um exemplo de arranjo físico por produto.

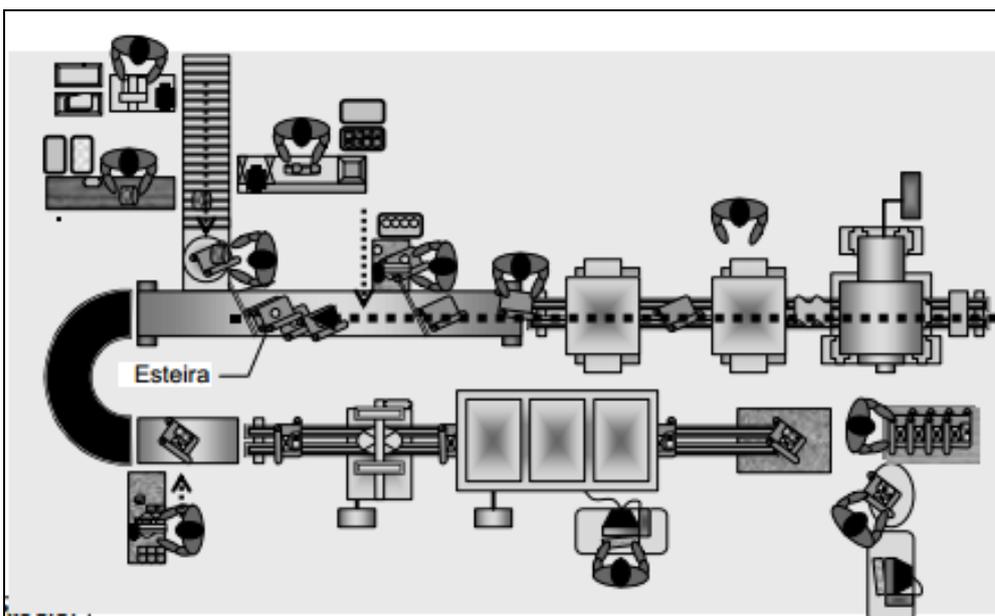


Figura 3.4 – Arranjo físico por produto
Fonte: Clovis Alvarenga Neto (2009)

Vantagens:

- Custo unitário menor por se fabricar em larga escala.
- Fácil manuseio dos materiais.
- Treinamento simples com baixo custo.
- Alta produtividade.
- Atividades padronizadas.
- Fácil transporte de materiais

Desvantagens:

- O trabalho muito repetitivo pode diminuir a motivação dos operadores
- Inflexibilidade de se ter variações no projeto do produto e/ou processo.
- Como uma operação está ligada a outra uma falha em uma operação pode afetar profundamente o processo todo.
- Qualidade final do produto pode ser inferior a desejada, pois o operador tem o foco apenas na sua operação.

Arranjo físico combinado:

É a combinação de um ou mais arranjos físicos básicos, que ou combinam elementos de alguns ou até todos os arranjos físicos, ou usam um tipo de arranjo físico básico em partes diferentes do processo.

3.3 Metodologia de Re-Layout

Silveira (1998), divide a metodologia para o layout em 3 fases, na primeira chamada de preparação ele delimita a área a ser estudada, defini os objetivos e forma o time de trabalho, focando o processo escolhido. Na segunda fase, chamada definição, realiza-se uma coleta especifica de dados, após trabalhar com a coleta de dados dimensionam-se de forma conceitual e real as melhorias propostas. Na terceira fase, denominada instalação, ocorre a preparação da planta para as mudanças propostas, gerenciando-as e retomando as fases iniciais de uma nova avaliação. A metodologia de re-layout é demonstrada na figura 3.5.

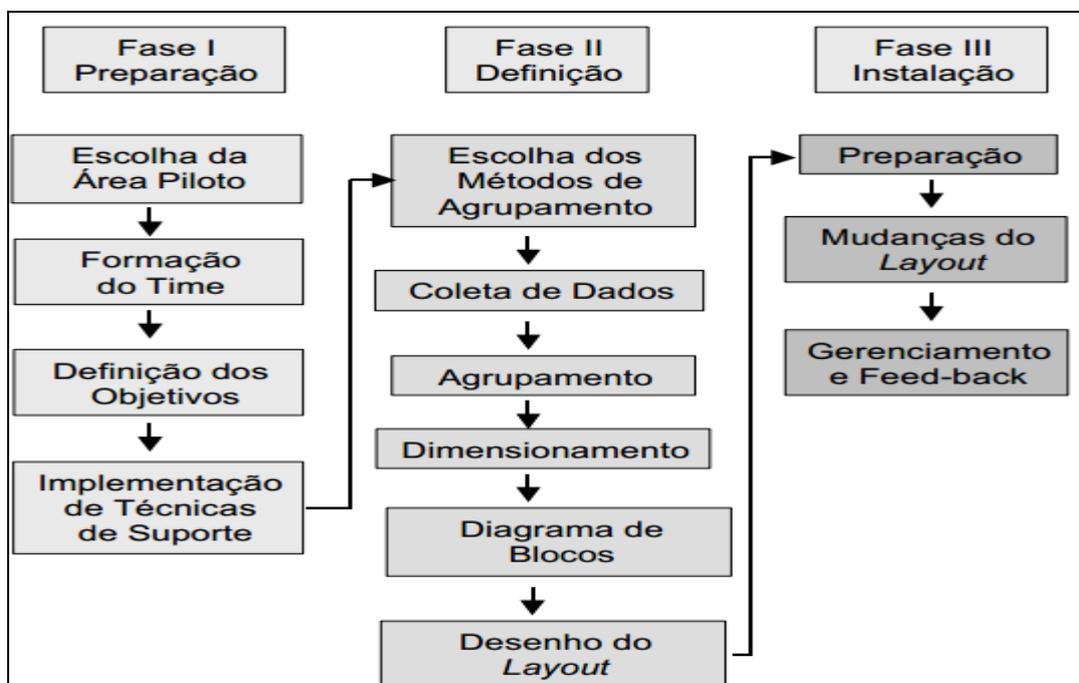


Figura 3.5 – Metodologia de Re-Layout
Fonte: Silveira 1998.

3.4 Estudo de Tempos

Segundo Martins, Petronio G. (2000), a cronometragem é o método mais empregado na indústria para medir o trabalho. Em que pese o fato de o mundo ter sofrido consideráveis modificações desde a época em que F. W. Taylor estruturou a Administração Científica e o Estudo de Tempos Cronometrados, objetivando medir a

eficiência individual, essa metodologia continua sendo muito utilizada para que sejam estabelecidos padrões para a produção e para os custos industriais.

Os principais equipamentos utilizados para o estudo do tempo são:

- Cronometro
- Filmadora
- Prancheta para observações
- Folha de observações

Segundo Shingo (1996), é possível ter sete desperdícios no sistema produtivo:

- 1- Superprodução quantitativa: produção maior que a demanda.
- 2- Espera: tempo em que não é agregado valor ao produto, como funcionários esperando equipamentos automáticos terminarem um processo para seguir adiante.
- 3- Processamento: etapas do processo produtivo que podem ser eliminadas ou processamento ineficiente devido a uma ferramenta.
- 4- Movimentação: movimentação de estoque por longas distancias, movimento de peças e produtos para outro setor.
- 5- Estoque: excesso de matéria-prima, excesso de inventário entre outros processos aumentando custos de estocagem.
- 6- Movimento: qualquer tipo de movimento que não agrega valor ao produto.
- 7- Produtos defeituosos: qualquer tipo de movimento que não agrega valor ao produto.

Pode ser observado na figura abaixo como o tempo de agregação de valor é uma parte menor de todo o processo já o desperdício ocupa o maior tempo total do sistema produtivo.

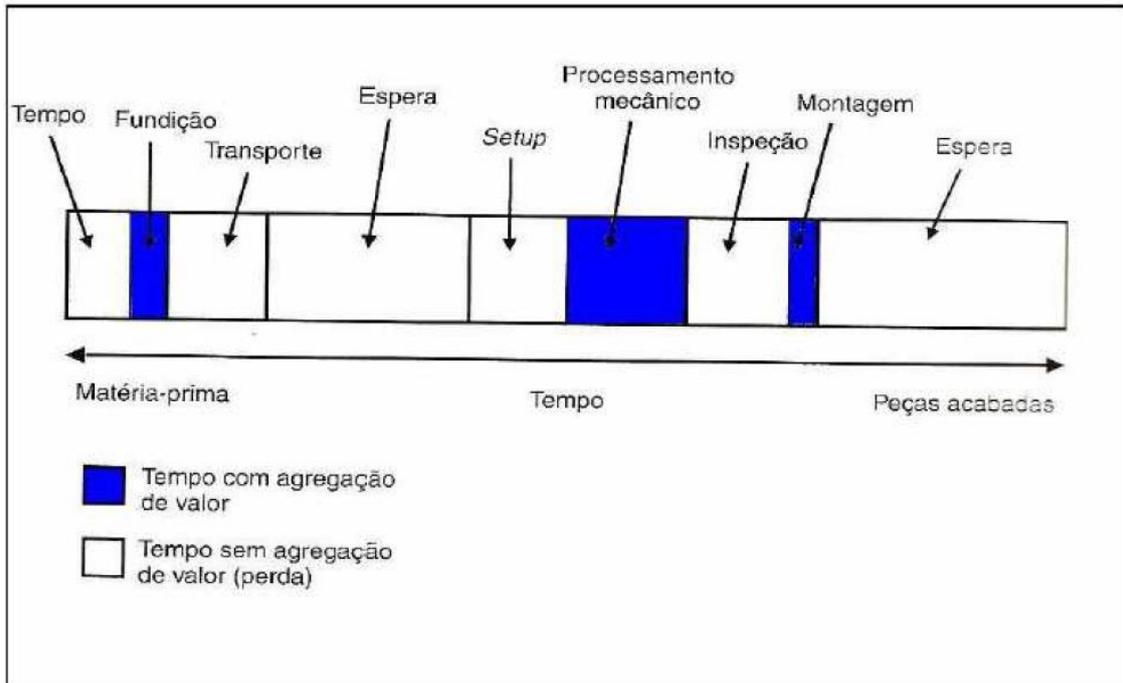


Figura 3.6 – Perdas num sistema produtivo
 Fonte: Schappo (2007)

4 ESTUDO DE CASO: TORCOMP - Usinagem e Componentes

4.1 Histórico da empresa

O grupo Torcomp tem origem em 1957 na mesma época do surgimento da indústria automobilística brasileira. Criada desde o seu nascimento com base em ideais de qualidade e eficiência, a organização conseguiu desenvolver uma sólida reputação.

Em São Paulo tem duas unidades fabris, uma de usinagem e outra de tratamento térmico, ambas localizadas no bairro de Santo Amaro. Em 1995 obteve a certificação ISO 9002 para componentes mecânicos usinados para a indústria automobilística, de eletrodomésticos e eletroeletrônicos.

A terceira unidade da Torcomp está localizada em Cornélio Procópio no Paraná, a unidade do norte do Paraná é responsável por 60% da produção do grupo Torcomp, tendo o maior parque de máquinas de CNC do norte do Paraná.

Clientes como a Honda, Mitsuba, Volkswagen, Dana, ArvinMeritor, Scania, Volvo, Ford, Denso, CNH, Mahle e Sifco confiam à Torcomp suas peças usinadas e componentes mecânicos complexos e de segurança.

O grupo Torcomp tem o compromisso com o futuro tendo um sistema de gestão ambiental certificado ISO 14001, além de reciclar 98% dos seus resíduos.

4.2 ETAPAS DO PROCESSO

4.2.1 Estudo do local

Primeiramente foi realizada uma análise na unidade da Torcomp no norte do Paraná, juntamente com o supervisor José Fernandes da Silva Neto, o qual fez a apresentação da empresa e da linha de produção a ser estudada. Com isso foram realizadas algumas reuniões para assim dar início ao desenvolvimento do estudo de caso.

4.2.2 Etapas de Fabricação

Nesta etapa houve o acompanhamento de todo o processo, analisando passo a passo a fabricação e documentando os dados obtidos.

O processo de fabricação do pino da mola segue a seguinte ordem:

- 1- Controle de Entrada (010), que é demonstrado na figura abaixo:

3- Tornear Corpo(030), que é demonstrado na figura abaixo:

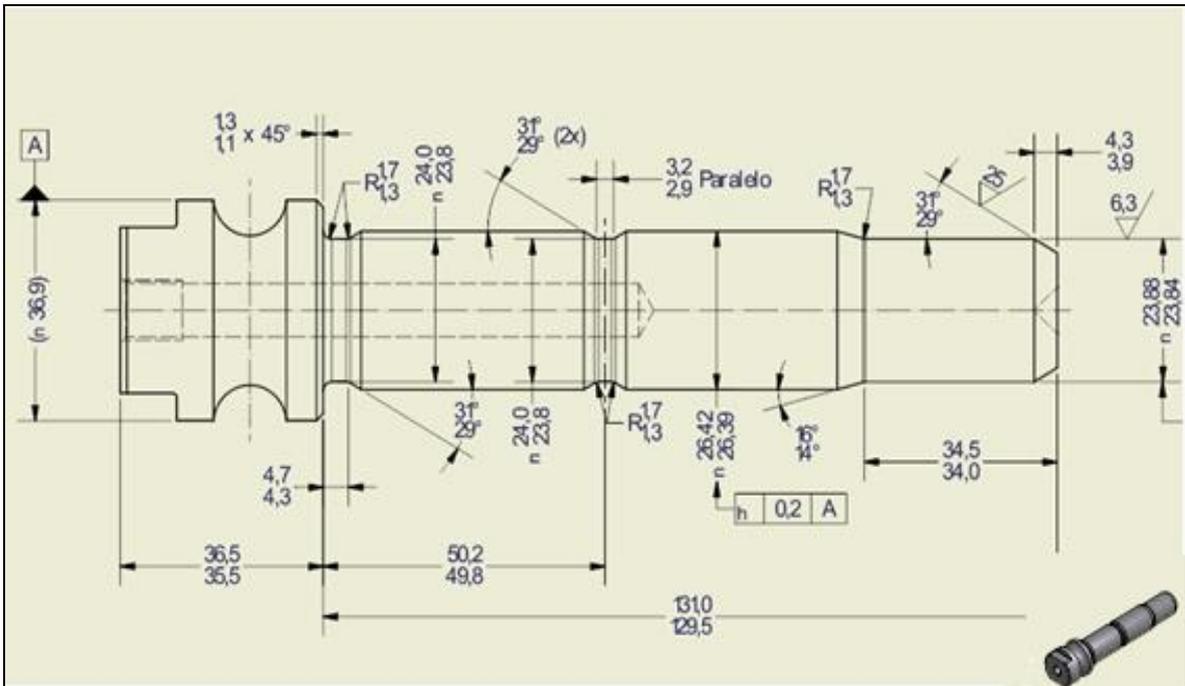


Figura 4.3 – Tornear Corpo
Fonte: TORCOMP

4- Fresar Canal de Óleo(040), que é demonstrado na figura abaixo:

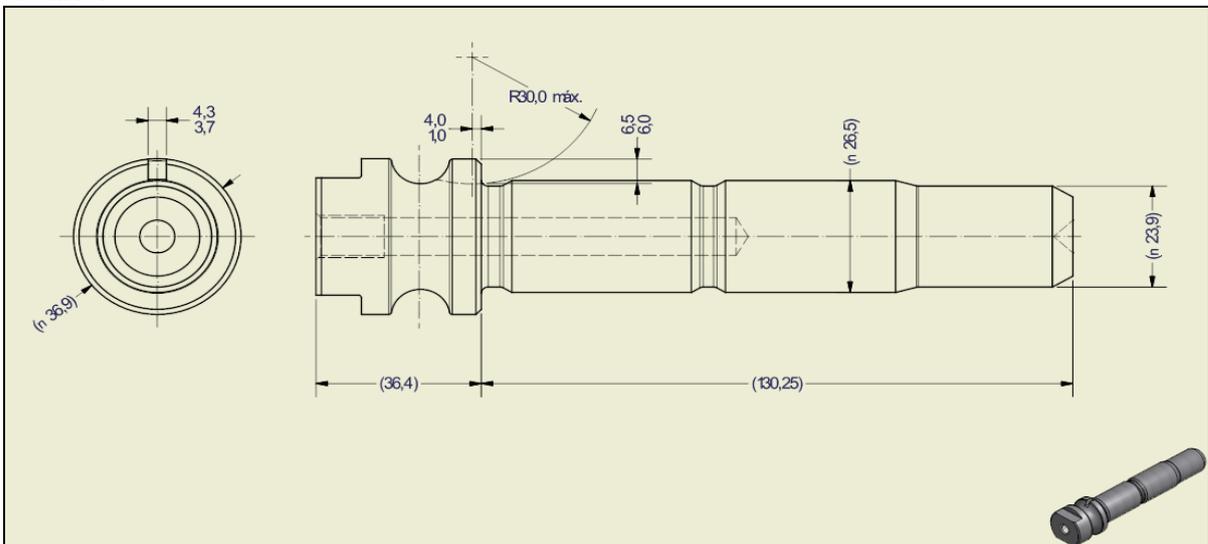


Figura 4.4 – Fresar Canal de Óleo
Fonte: TORCOMP

5- Furar Transversal (050), que é demonstrado na figura abaixo:

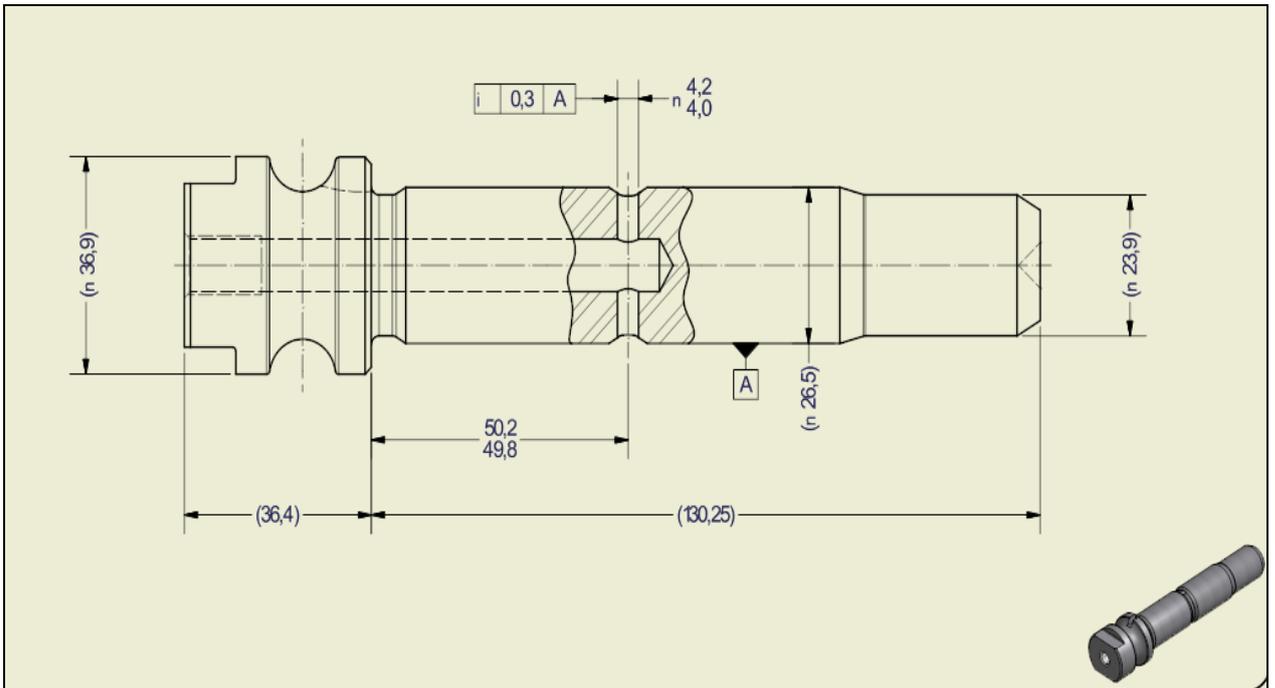


Figura 4.5 – Furar Transversal
Fonte: TORCOMP

6- Chanfrar Furo Transversal (060), que é demonstrado na figura abaixo:

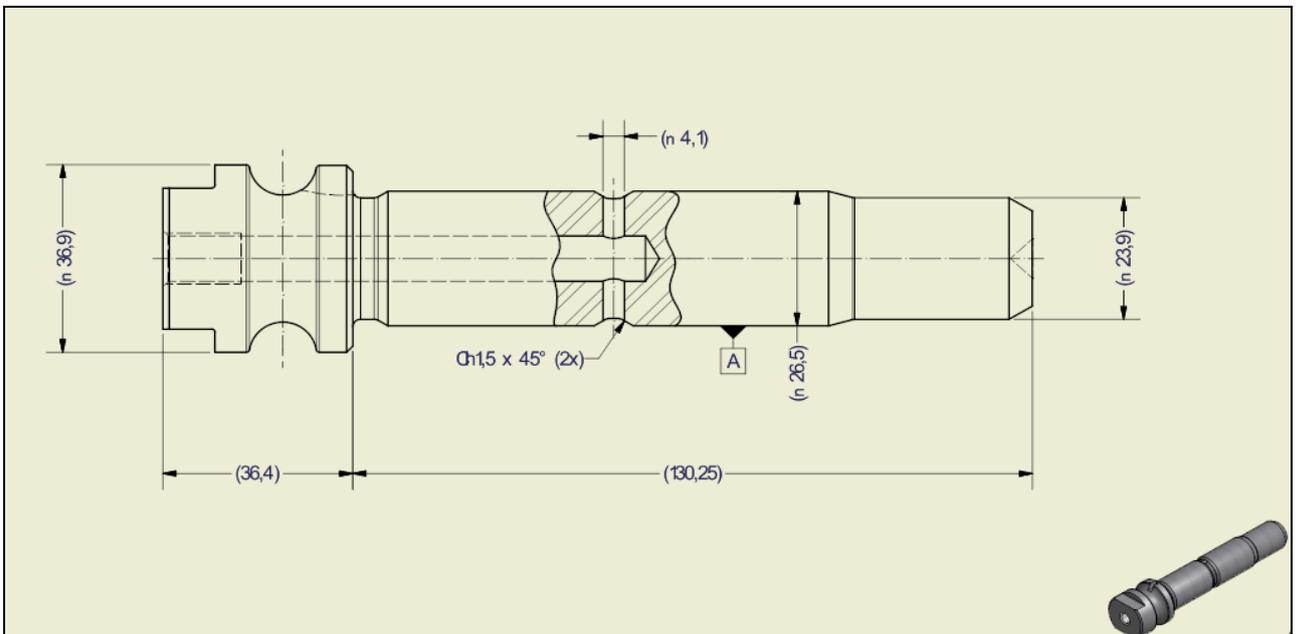


Figura 4.6 – Chanfrar Furo Transversal
Fonte: TORCOMP

7- Chanfrar Fresado e Rebarbar Geral (070), que é demonstrado na figura abaixo:

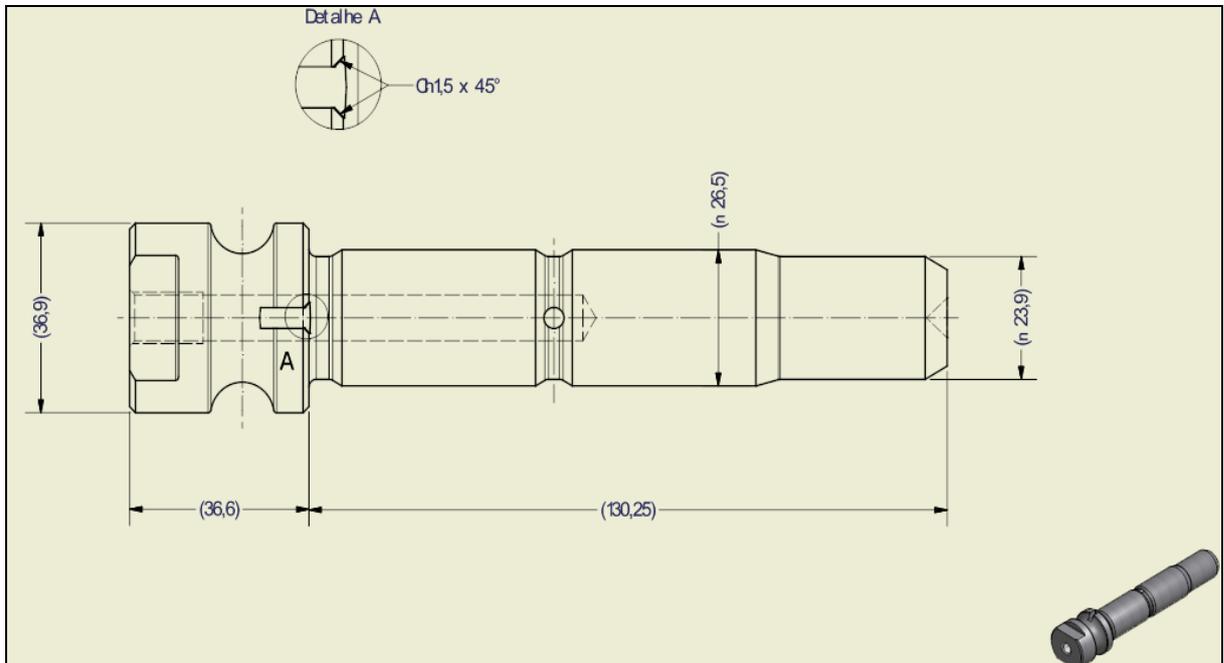


Figura 4.7 – Chanfrar Fresado e Rebarbar Geral
Fonte: TORCOMP

8- Laminar Rosca (080), que é demonstrado na figura abaixo:

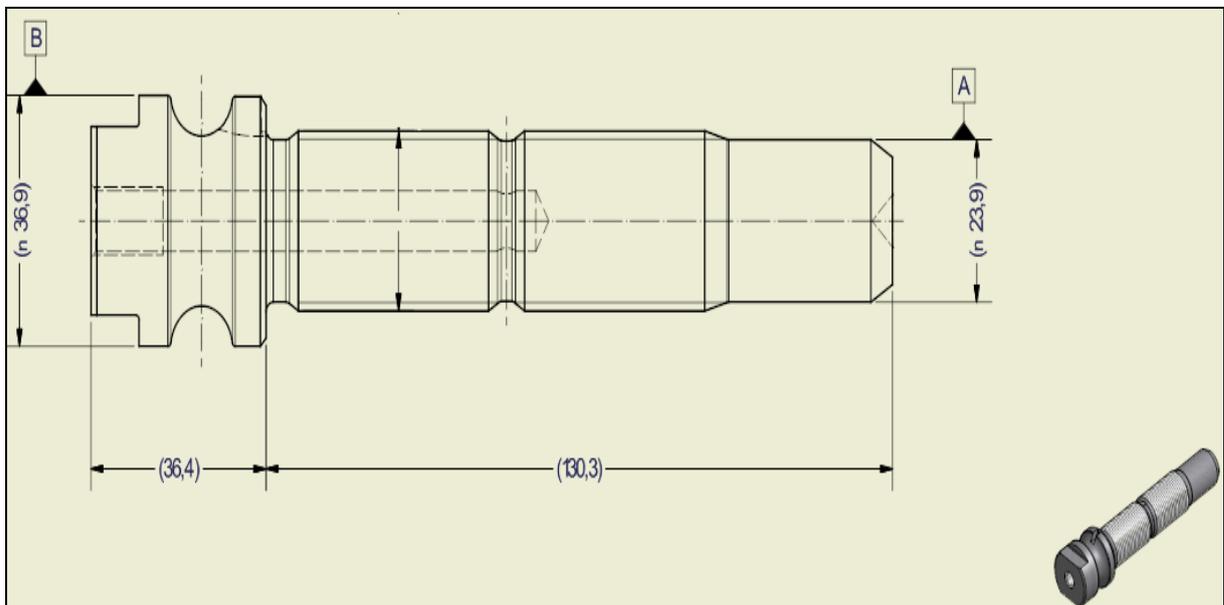


Figura 4.8 – Laminar Rosca
Fonte: TORCOMP

O material usado nesta peça é o SAE 8620 Black Forjado

4.2.3 Equipamentos e seus processos

Torno CNC

O torno CNC é basicamente um torno com controle numérico computadorizado construído inicialmente para produção de peças de revolução ou cilíndrica que vem dotado de duas bases as quais são chamadas de barramento sobre as quais correm dois eixos sendo um o eixo X (eixo que determina o diâmetro da peça) e outro o eixo Z (eixo que determina o comprimento da peça), a fixação da peça é feita por castanhas fixada em uma placa que vem acoplada ao eixo central da máquina o qual é chamado de eixo arvore, e também podemos usar o ponto que é fixado em um corpo que normalmente fica no barramento do eixo Z na posição contrária a placa e a luneta que fica entre a placa e ponto que é geralmente usada para fixar peças longas.

O torneamento é a operação por intermédio da qual um sólido indefinido é feito girar ao redor do eixo da máquina operatriz que executa o trabalho de usinagem (o torno) ao mesmo tempo em que uma ferramenta de corte lhe retira material periféricamente, de modo a transformá-lo numa peça bem definida, tanto em relação à forma como às dimensões. A matéria prima (tarugo) tem inicialmente a forma cilíndrica. A forma final é cônica ou cilíndrica. Na operação de corte a ferramenta executa movimento de translação, enquanto a peça gira em torno de seu próprio eixo.

Fresamento

A fresa é provida de arestas cortantes dispostas simetricamente em torno de um eixo, seu movimento de corte é feito pela rotação da fresa ao redor do seu eixo, seu movimento de avanço é feito pela própria peça que está em usinagem, que está fixada na mesa da máquina, obrigando a peça a passar sob a ferramenta em rotação, dando a peça a forma e dimensão desejadas.

A fresa pode se apresentar sob as mais variadas formas da versatilidade ao processo podendo gerar diferentes tipos de geometrias possíveis.

Furação

É um dos processos de usinagem mais utilizados na indústria manufatureira, a maior parte das peças tem ao menos um furo e poucas dessas peças já vem com o furo pronto nos processos de fundição ou forjamento.

Em geral, as peças têm de ser furadas em cheio ou terem seus furos aumentados pelo processo de furação. Isto forma seu estudo é fundamental. (Diniz, Anselmo Eduardo)

Laminação

Segundo a Associação Brasileira do Alumínio, laminação é um processo de transformação mecânica que consiste na redução da seção transversal por compressão do metal, por meio da passagem entre dois cilindros de aço ou ferro fundido com eixos paralelos que giram em torno de si mesmos. Esta seção transversal é retangular e refere-se a produtos laminados planos de alumínio e suas ligas, compreendendo desde chapas grossas com espessuras de 150 mm, usadas em usinas atômicas, até folhas com espessura de 0,005 mm, usadas em condensadores. Existem dois processos tradicionais de laminação de alumínio: laminação a quente e laminação a frio.

4.2.4 Estudo do arranjo físico e coleta de dados

Depois de conhecer o processo de fabricação do pino, foi analisado o arranjo físico existente, conforme apresentado na figura abaixo:

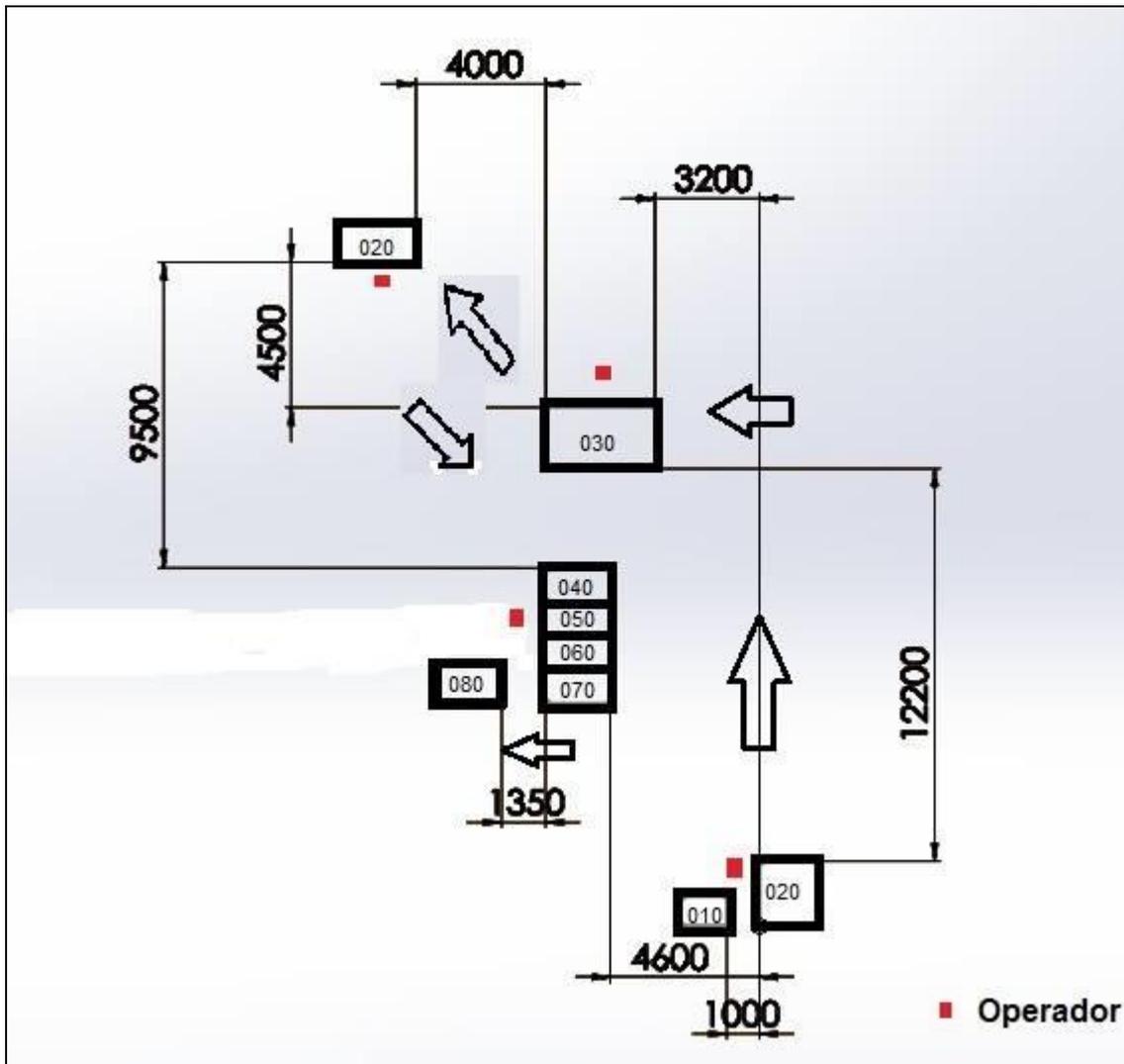


Figura 4.9 – Arranjo físico atual da empresa
 Fonte: Autoria própria

Devido a empresa não possuir uma máquina de CNC que realize os processos de toronar a cabeça e furar ao mesmo tempo, esses processos foram divididos em duas máquinas, realizando o processo de toronar cabeça na máquina (020) e o de furar na máquina (020*)

O processo de fabricação do pino começa com o operador da etapa “Toronar Cabeça (020)” que pega as peças pré-forjadas que estão no “Controle de Entrada (010)”. Depois de toronar algumas peças o operador as leva, de seis em seis, para a próxima etapa, “Toronar Corpo (030)”. Nesta etapa ocorre o torneamento do corpo do pino e logo após toronar uma quantidade de peças o operador as leva para a etapa “Furar (020*)”, que é a mais demorada do processo.

As etapas de “Fresar Canal de óleo(040)”, “Furar Transversal(050)”, “Chanfrar Furo Transversal(060)”, “Chanfrar Fresado e Rebarbar Geral(070)” e “Laminar Rosca(080)” são realizadas apenas por um operador, o qual busca, de vinte em vinte, as peças já furadas na etapa (020*). Este mesmo operador finaliza o processo.

Estas são as etapas do processo realizado na Torcomp Cornélio Procópio. Logo após as peças são enviadas para a Torcomp São Paulo, onde passam por um tratamento térmico, tratamento superficial e finalizando o processo passam por uma inspeção final.

Coleta de dados

Através da utilização de um cronometro foram medidos por várias vezes cada etapa de fabricação. Depois foi feito a média de tempo de operação que cada máquina leva para fabricar cada peça, mostrado na tabela abaixo:

Tabela 4.1 – Dados do Arranjo Físico atual da empresa.

(continua)

Código do Processo	Nome do Processo	Tempo Médio de Produção por Peça (segundos)	Peças fabricadas por hora
020	Tornear Cabeça	43,4	82
030	Tornear Corpo	31,35	114
020*	Furar	74	48
040	Fresar Canal de Óleo	11,7	307
050	Furar Transversal	10,35	347
060	Chanfrar Furo Transversal	4,75	757

070	Chanfrar Fresado e Rebarbar Geral	13,75	261
080	Laminar Rosca	10,35	347

Fonte: Autoria própria

Foi medido também o tempo que cada operador leva para carregar as peças de uma etapa para a outra, com isso pode-se obter a quantidade de peças que deixam de ser fabricadas com essa perda de tempo, conforme mostrado na tabela abaixo:

Tabela 4.2 – Dados do Arranjo Físico atual da empresa.

(continua)

Código do Processo.	Nome do Processo.	Tempo perdido em transporte de peças por hora (em segundos).	Peças fabricadas por hora descontado o tempo perdido em transporte.
020	Tornear Cabeça	728	66
030	Tornear Corpo	570	96
020*	Furar	0	48
040	Fresar Canal de Óleo	28*	305
050	Furar Transversal	28*	345
060	Chanfrar Furo Transversal	28*	752
070	Chanfrar Fresado e	28*	259

	Rebarbar Geral		
080	Laminar Rosca	28*	345

Fonte: Autoria própria

Notas:

*Como as etapas 040,050,060,070,080 são feitas por apenas um operador, o tempo total perdido no transporte foi dividido por cada etapa.

A distância total percorrida, por todos os operadores, para a fabricação de uma peça é 66,04 m.

Para a fabricação de 800 peças por dia, como objetiva a empresa, cada máquina deverá funcionar durante um determinado período de tempo, como pode ser observado na tabela abaixo:

Tabela 4.3 – Dados do arranjo Físico atual da empresa.

(continua)

Código do Processo	Nome do Processo	Tempo de trabalho de cada máquina. (Horas/Dia)
020	Tornear Cabeça	12h8min
030	Tornear Corpo	08h20min
020*	Furar	16h40min
040	Fresar Canal de Óleo	02h37min
050	Furar Transversal	02h18min
060	Chanfrar Furo Transversal	01h03min
070	Chanfrar Fresado e Rebarbar Geral	03h04min

080	Laminar Rosca	02h18min
-----	---------------	----------

Fonte: Autoria própria

4.2.5 Elaboração das Propostas

Com base nos estudos, conhecimento adquirido ao longo do curso e no desenvolvimento desse trabalho, foram sugeridas as seguintes propostas apresentadas abaixo.

Proposta 1

Levanto em consideração o espaço físico e as máquinas disponíveis na empresa, foi escolhido para a primeira proposta um arranjo físico combinado. Primeiramente nas etapas (020), (030), (020*) utilizou-se o arranjo físico em linha utilizando 3 operadores, um para cada máquina. Já nas etapas (040), (050), (060), (070), (080) foi escolhido um arranjo físico celular com 1 operador realizando todas as etapas, igualmente o que já é utilizado na empresa para essas etapas.

A primeira proposta é apresentada na figura abaixo:

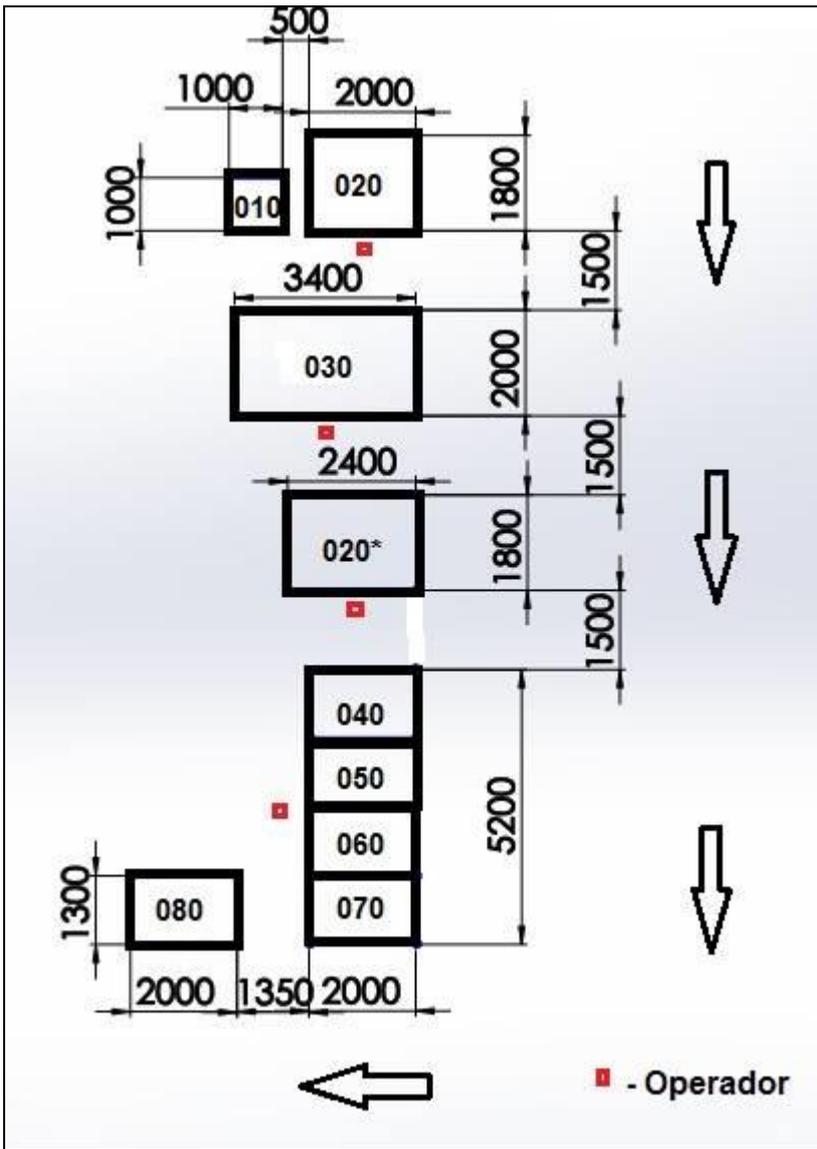


Figura 4.10 – Arranjo Físico proposto (1)
 Fonte: Autoria própria

Seguem na tabela abaixo os dados referentes ao novo arranjo físico.

Tabela 4.4 – Dados do arranjo Físico Proposto.

(continua)

Código do Processo.	Nome do Processo.	Tempo perdido em transporte de peças por hora (em segundos).	Peças fabricadas por hora descontado o tempo perdido em transporte.	Tempo de trabalho de cada máquina. (Horas/Dia).

020	Tornear Cabeça	182	78	10h15min
030	Tornear Corpo	312,55	104	07h41min
020*	Furar	0	48	16h40min
040	Fresar Canal de Óleo	1,63*	307	02h36min
050	Furar Transversal	1,63*	347	02h18min
060	Chanfrar Furo Transversal	1,63*	757	01h03min
070	Chanfrar Fresado e Rebarbar Geral	1,63*	261	03h03min
080	Laminar Rosca	1,63*	347	02h18min

Fonte: Autoria própria

Notas:

*Como as etapas 040,050,060,070,080 são feitas por apenas um operador, o tempo total perdido no transporte foi dividido por cada etapa.

Nessa proposta de layout verificaram-se as seguintes vantagens:

1. Redução da movimentação dos operadores em aproximadamente 30%.
2. Aumento na produção da etapa (020) em aproximadamente 18%.
3. Aumento na produção da etapa (030) em aproximadamente 8%.
4. Aumento na produção do processo (040), (050), (060), (070), (080) em aproximadamente 1%.
5. Redução do tempo de fabricação na etapa (020) em aproximadamente 16%. Ganho de 1h53min por dia.

6. Redução do tempo de fabricação na etapa (030) em aproximadamente 8%. Ganho de 39min por dia.

7. Diminuição de risco relacionado ao carregamento de pesos.

Fazendo uma análise apenas das etapas (020) e (020*), que foi baseada na soma de suas operações, obteve-se os seguintes resultados:

Proposta 2

Como alternativa à primeira proposta, foi feito uma comparação entre ter uma máquina CNC que faça o processo de torneiar cabeça e furar sozinha em relação a utilização de duas máquinas CNC como foi mostrado na primeira proposta. Para esse caso tomou-se como base o arranjo físico proposto na primeira proposta, apenas foi retirada a máquina de CNC (020*).

Na folha de operações da empresa já veio descrito que quando utilizado apenas uma máquina na etapa (020) o total de peças fabricadas por hora é 60. E nessa proposta o operador da máquina da etapa (030) é quem busca as peças da (020) e o operador da máquina (040) busca as peças da etapa (030).

Com isso a segunda proposta é apresentada abaixo:

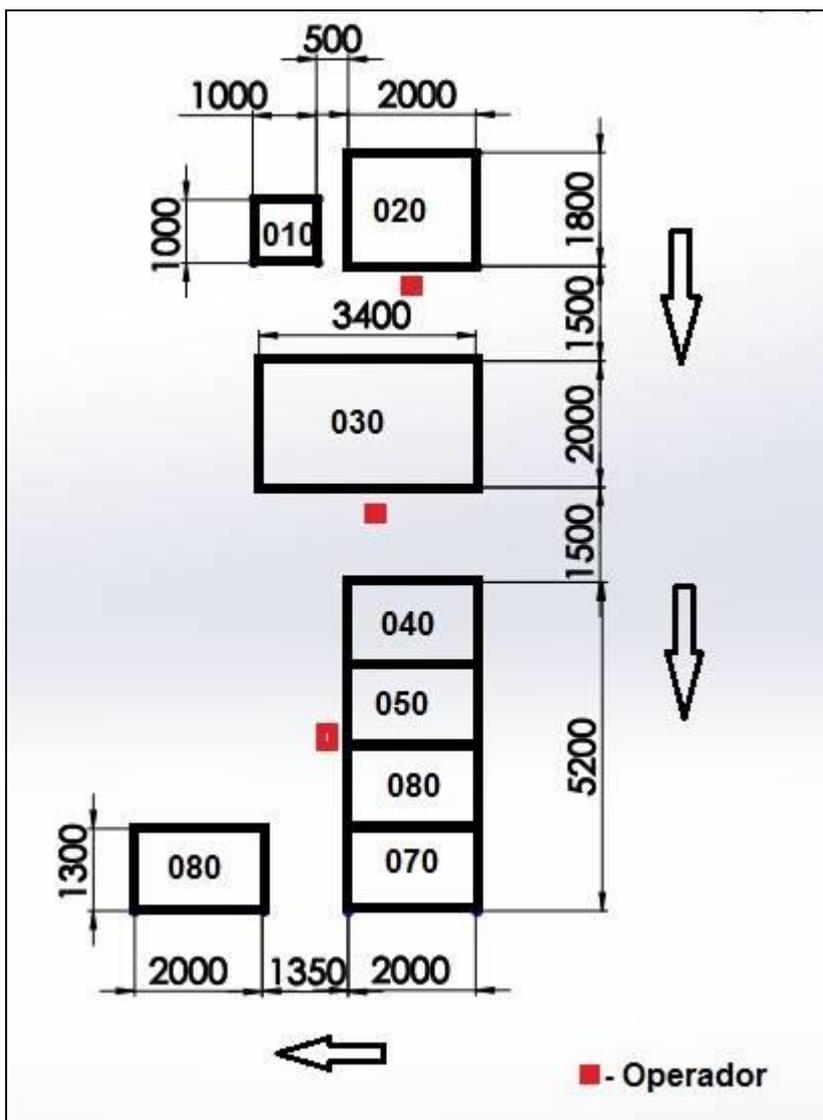


Figura 4.11 – Arranjo Físico proposto 2
 Fonte: Autoria própria

Seguem na tabela abaixo os dados referentes ao novo arranjo físico.

Tabela 4.5 – Dados do Arranjo Físico Proposto 2.

(continua)

Código do Processo.	Nome do Processo.	Tempo perdido em transporte de peças por hora (em segundos).	Peças fabricadas por hora descontado o tempo perdido em transporte.	Tempo de trabalho de cada máquina. (Horas/Dia).

020	Tornear Cabeça	0	60	13h20min
030	Tornear Corpo	140	110	7h41min
040	Fresar Canal de Óleo	1,63*	307	02h36min
050	Furar Transversal	1,63*	347	02h18min
060	Chanfrar Furo Transversal	1,63*	757	01h03min
070	Chanfrar Fresado e Rebarbar Geral	1,63*	261	03h03min
080	Laminar Rosca	1,63*	347	02h18min

Fonte: Autoria própria

Notas:

*Como as etapas 040,050,060,070,080 são feitas por apenas um operador, o tempo total perdido no transporte foi dividido por cada etapa.

Nessa proposta de layout verificaram-se as seguintes vantagens em relação a proposta existente:

- 1- Utilização de apenas 3 operadores, em vez de 4.
- 2- Aumento na produção da etapa (020) em aproximadamente 20%
- 3- Redução do tempo de fabricação na etapa (020) em aproximadamente 20%. Ganho de 03h20min.
- 4- Aumento na produção da etapa (030) em aproximadamente 14%
- 5- Redução do tempo de fabricação na etapa (030) em aproximadamente 13%. Ganho de 01h03min por dia.
- 6- Diminuição de risco relacionado ao carregamento de pesos.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho de conclusão de curso mostrou a importância do estudo para a escolha do arranjo físico adequado para empresas. Sem este estudo aprofundado a empresa pode escolher um arranjo físico que não permita que a operação alcance a produtividade esperada, levando assim a necessidade de se fazer um re-layout, o que acarretaria uma perda de tempo e conseqüentemente de produção.

Com este conhecimento teórico adquirido foi analisado o arranjo físico existente na empresa TORCOMP, e diagnosticado alguns pontos no arranjo físico que poderiam ser melhorados, assim foi feita uma coleta de todos os dados pertinentes ao processo. Com esses dados foi possível analisar profundamente as possíveis melhorias a serem apresentadas.

Assim foram apresentadas 2 propostas diferentes para a empresa, ambas quando comparadas ao arranjo físico existentes alcançaram resultados positivos, aumentando a produção, diminuindo o fluxo de operadores, a distância entre as máquinas, o tempo de utilização das máquinas e até mesmo a quantidade de operadores.

Esse trabalho foi finalizado com a criação de uma situação futura desejada, a qual poderá ser implementada na empresa, podendo ser uma solução para o problema encontrado atualmente. Esses ganhos operacionais relativos a tempo de produção, quando inseridos na empresa promoverão maior confiabilidade dos clientes a esta empresa em se tratando de cumprir prazos de entrega de pedidos, garantia da exclusividade de seus clientes ante a agressiva competitividade no mercado de prestação de serviços por outros fornecedores.

Referencias

- ARRUDA, José Jobson. **A revolução industrial**. São Paulo: Ática, 1994.
- DINIZ, Anselmo Eduardo. **Tecnologia de usinagem de materiais**. São Paulo: Artliber Editora, 2008.
- MARTINS, Petronio. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2000.
- MEREDITH, Jack. **Administração da produção para MBAs**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- NETTO, Clovis Alvarenga. **Materiais e processos de produção IV**. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2009.
- SCHAPPO, Raquel. M. **Estudo e Análise da Implantação da Filosofia de Produção Enxuta**. Universidade do Vale do Itajaí, 2007.
- SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SILVEIRA, **Layout e manufatura celular**. Apostila do curso de pós graduação em Engenharia de Produção – PPGEF. UFRGS. Porto Alegre, 1998.
- SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.
- Associação Brasileira do Alumínio. Disponível em <<http://www.abal.org.br/>>. Acessado em 19/03/2014.
- TORCOMP. TORCOMP Usinagem e Componentes. Disponível em <<http://www.torcomp.com.br/>>. Acessado em 24/03/2014.