

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE FORMATURA

LAYOUT DE CÉLULAS DE MANUFATURA E MONTAGEM

ATÍLIO DANIEL DUARTE AMARILLA

Orientador: **SÉRGIO AUGUSTO PENA KEHL**

X 1995
Am 13 L.

SUMÁRIO

Como parte de um processo de “terceirização”/desverticalização de seu Cliente, a Empresa deixará de fornecer apenas peças e passará a fornecer um conjunto completo destinado a entrar direto na sua linha de montagem.

A Empresa passará a ser responsável pela usinagem dos principais componentes e pela montagem do conjunto. Os principais componentes são produzidos pela Empresa, pelo próprio Cliente e por um terceiro fornecedor.

Além da Empresa passar a produzir os componentes produzidos por esse terceiro fornecedor, ela também vai produzir os componentes feitos pelo Cliente, que transferirá as máquinas e equipamentos que utiliza para produzi-los.

Neste trabalho faremos um estudo do layout detalhado para a implantação de células de manufatura e montagem com essas máquinas e equipamentos.

ÍNDICE

1.- RESUMO.....	3
2.- INTRODUÇÃO.....	4
2.1.- A EMPRESA.....	4
2.2.- O SETOR DE AUTOPEÇAS.....	6
2.3.- O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA EMPRESA.....	8
2.3.1.- PERSPECTIVAS E ESTRATÉGIAS.....	8
2.4.- O ESTÁGIO.....	10
3.- OBJETIVOS DESTE TRABALHO.....	12
3.1.- O NOVO PRODUTO.....	12
3.2.- A EXTENSÃO DO PROJETO.....	13
3.3.- RESTRIÇÕES.....	14
4.- REVISÃO DE LITERATURA.....	15
4.1. ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL FOCALIZADA.....	15
4.2- METODOLOGIA DO ESTUDO DE LAYOUT.....	18
4.2.1- OBJETIVOS DO ESTUDO DE LAYOUT.....	18
4.2.2- TIPOS DE ARRANJO FÍSICO.....	18
4.2.3- MÉTODO DE ESTUDO DE LAYOUT.....	22
4.2.4.- SISTEMA SLP.....	22
4.3.- ABORDAGEM USADA NO TRABALHO.....	28
5.- LEVANTAMENTO DE DADOS.....	29
5.1.- PRODUTO.....	29
5.2- QUANTIDADE.....	29
5.3.- ROTEIROS.....	31
5.3.1.- USINAGEM DA CARCAÇA.....	31
5.3.2.- USINAGEM DA TAMPA.....	33
5.3.3.- USINAGEM DA CARCAÇA+TAMPA.....	36

5.3.4.- MONTAGEM FINAL	38
5.3.5- EQUIPAMENTOS.....	40
5.3.6.- EIXOS.....	48
5.3.7.- ENGRANAGENS	50
5.4.- SERVIÇOS DE APOIO.....	52
5.5.- TEMPO.....	56
6.- ANÁLISE DOS DADOS.....	57
6.1.- CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	57
6.2- MUDANÇAS NO PROCESSO.....	59
6.2.1- USINAGEM.....	59
6.2.2.- MONTAGEM	63
6.3.- ROTEIROS.....	65
6.3.1- USINAGEM DA CARCAÇA.....	65
6.3.2- USINAGEM DA TAMPA.....	67
6.3.3- USINAGEM DA CARCAÇA+TAMPA	70
6.3.4.-MONTAGEM FINAL.....	72
6.4.- INTER-RELAÇÕES ENTRE ATIVIDADES.....	74
6.5. DETERMINAÇÃO DOS ESPAÇOS.....	80
6.6.- AJUSTE NO DIAGRAMA.....	85
7.- CONCLUSÕES.....	89
7.1.- RESULTADO.....	89
7.2.- IMPLANTAÇÃO.....	92
7.3.- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
BIBLIOGRAFIA.....	94
ANEXOS.....	95

1.- RESUMO

Seguindo recomendação das normas do trabalho, não identificaremos a empresa e seu cliente, sendo citados como Empresa e Cliente.

A Empresa atualmente fornece componentes para a linha de montagem do Cliente. Como parte de um processo de “terceirização”/desverticalização deste, a Empresa passará a fornecer um conjunto já montado ao Cliente.

A Empresa passará a produzir os principais componentes usinados (além dos que já produz) desse conjunto e montá-lo. Com isso, as peças que são usinadas pelo Cliente passarão a ser usinadas na Empresa, e os equipamentos usados na usinagem e dispositivos de montagem serão transferidos para a Empresa.

Este trabalho consiste no estudo de layout para instalação desses equipamentos e da montagem na Empresa. Para isso foi usado o Sistema SLP e tomando como base os princípios de organização industrial focalizada e fundamentos de manufatura celular.

O trabalho consiste em levantamento dos dados do produto, quantidades, roteiros, serviços de apoio (da Empresa) e tempo, para fazer uso dos procedimentos do Sistema SLP. Foram consideradas mudanças de máquinas e propostas de mudança para o processo.

Seguindo os passos do SLP, foram feitas as Cartas de Processo, Diagramas de Fluxo, Diagramas de Inter-relações entre Atividades e entre Espaços. Após as considerações de mudança foi feita a proposta de layout para a implantação das células de manufatura e montagem, atingindo o objetivo proposto para o trabalho.

2.- INTRODUÇÃO

2.1.- A EMPRESA

A Empresa é uma empresa nacional fundada em 1955, que, inicialmente dedicava-se unicamente à fabricação de peças mecânicas para as principais montadoras automobilísticas e o respectivo mercado de peças de reposição no segmento pesado (caminhões, ônibus, tratores, etc...) e à execução de serviços para terceiros. A empresa é classificada como Indústria Mecânica de Material de Transporte.

Em 1976 a Empresa ingressou no ramo de equipamentos leves para manutenção de vias férreas, tendo chegado a fabricar mais de 20 tipos de equipamentos deste segmento. Com a inclusão dessa linha de produtos, a Empresa teve que montar um setor de serralheria (para a confecção do chassi dos equipamentos, feitos de tubos de aço soldados), uma cabine de pintura (para o chassi e carcaças) e um setor de montagem. As peças mecânicas usinadas (engrenagens, eixos, etc...) são feitas na própria linha de produção da Empresa e incluídas na sua linha de produtos. Além disso a Empresa passou a comprar os elementos que não podia produzir, como o motor completo, rolamentos, etc..

O quadro de funcionários é, atualmente, da ordem de 130, o que enquadra a empresa como pequena. Na produção estão alocados cerca de 90 funcionários, produzindo em dois turnos de trabalho, sendo que algumas máquinas operam em três turnos. Na figura 2.1 temos o organograma da Empresa.

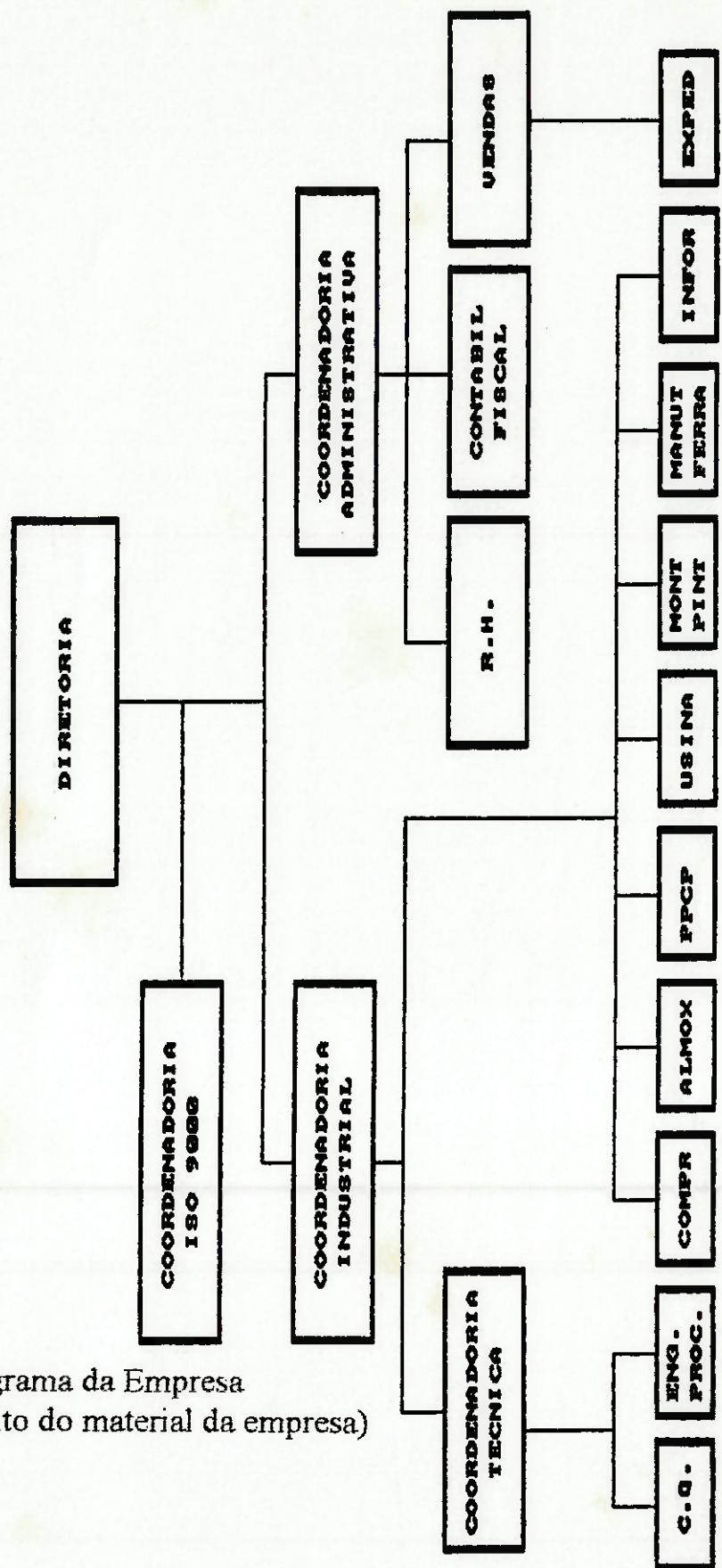


Figura 2.1 - Organograma da Empresa
(transcrito do material da empresa)

Os produtos próprios da Empresa (exceto os equipamentos para manutenção de vias férreas) são peças mecânicas usinadas a partir de barras de aço ou forjados, e podem ser divididos em três linhas principais: engrenagens, eixos e buchas. Nas três linhas temos aproximadamente 30 produtos e a produção total é de, aproximadamente, 145.000 peças/ano. Além disso temos a realização de serviços para terceiros e a confecção de peças sobressalentes para máquinas.

Suas instalações atuais possuem uma área construída de aproximadamente 4.000 m², sendo que boa parte (20%) está praticamente ociosa. O arranjo físico adotado na área industrial é do tipo funcional, adotado tradicionalmente em indústrias de produção discreta e em lotes (autopeças, mecânicas, etc...). Na figura 2.2 podemos observar o layout geral da empresa.

2.2.- O SETOR DE AUTOPEÇAS

Segundo dados do Sindipeças (Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores), que representa empresas que respondem por 90 % da produção local de peças para veículos automotores, o setor de autopeças pode ser caracterizado como um setor de pequenas e médias empresas, onde temos 73,5 % das empresas com menos de 500 empregados. Existe o predomínio de empresas de controle nacional (79,7 %, sendo 74,5 % de capital nacional e 5,2 % de capital majoritário nacional), sendo localizadas em sua maioria no Estado de São Paulo (86,3 % das empresas, sendo 34,8 % na Capital, 19,0 % no ABCD, 18,1 % no Interior e 14,4 % no restante da Grande São Paulo).

Noos últimos quatro anos, o setor de autopeças investiu em produtividade e conseguiu expressivas reduções no custo de matérias-primas e insumos. Em contrapartida, os aumentos reais de salários e a pressão do processo de *global sourcing* das montadoras, que forçou os preços reais das peças para baixo, superaram a redução dos custos.

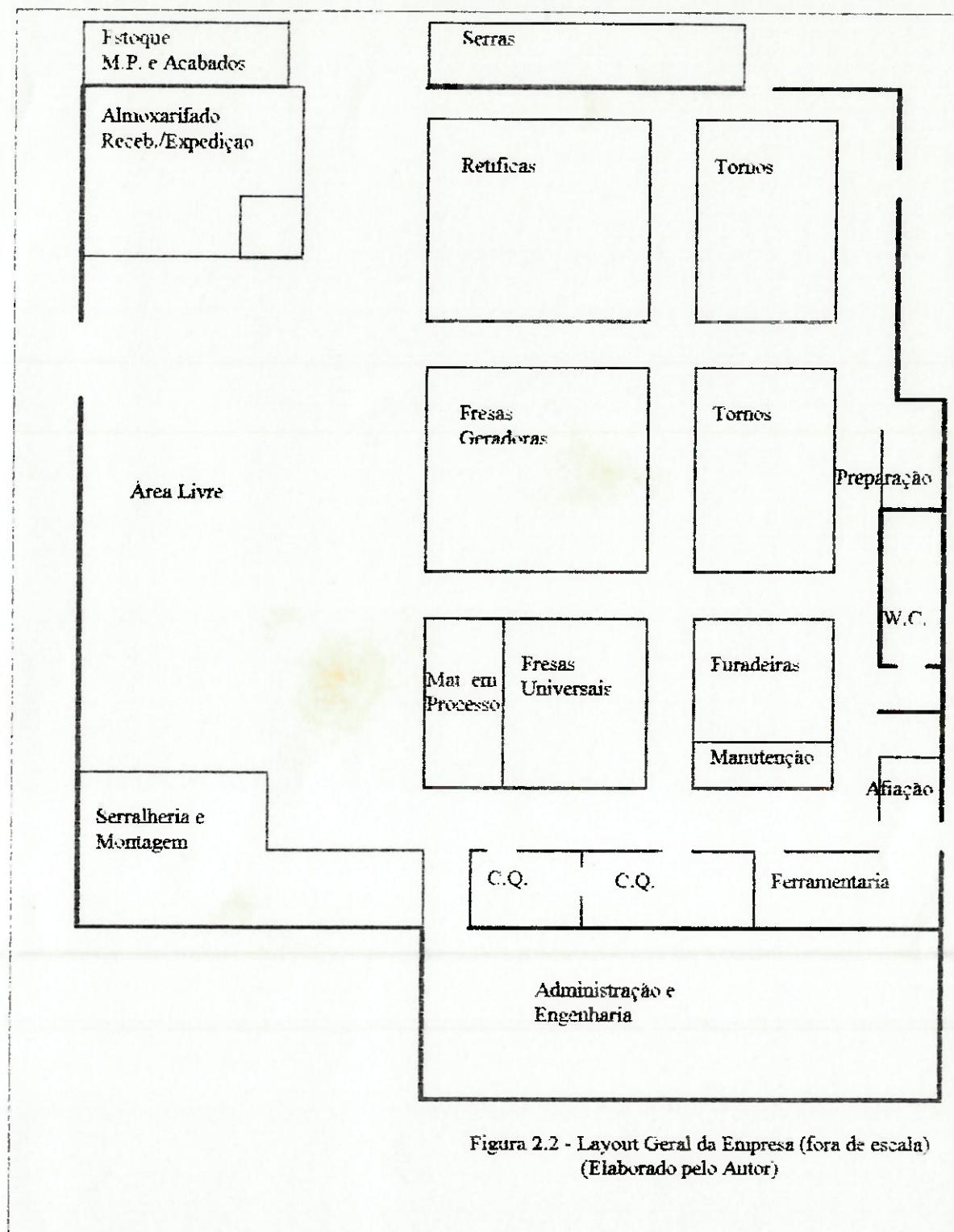


Figura 2.2 - Layout Geral da Empresa (fora de escala)
(Elaborado pelo Autor)

2.2.- O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA EMPRESA

Assim como a maioria das pequenas empresas nacionais, a Empresa se caracteriza como uma empresa familiar e o sistema de tomada de decisões é centralizado na cúpula administrativa, que determina os objetivos da empresa e formaliza o Planejamento Estratégico Global da Empresa, contendo a definição de metas e ações a serem tomadas.

O planejamento na empresa é feito de cima para baixo, ou seja, de posse do Plano Global a alta administração determina os objetivos, bem como os planos de metas para todos os níveis da administração. A empresa está sempre atenta às inovações tecnológicas nacionais e internacionais, a fim de garantir um sistema de manufatura de alta qualidade com preços competitivos.

2.2.1.- PERSPECTIVAS E ESTRATÉGIAS

O faturamento anual da Empresa é da ordem de US\$ 7,5 milhões. Atualmente a empresa apresenta a seguinte origem de receitas:

• Linha Automotiva	90,0 %
• Serviços para Terceiros	5,0 %
• Equipamentos Ferroviários e Sobressalentes para Máquinas	5,0 %

O setor de Equipamentos Ferroviários, que já chegou a representar 20,0 % do faturamento da Empresa, não teve o incremento da demanda governamental esperado e as encomendas vem se restringindo apenas à vendas de pequeno porte que incluem também a reposição de equipamentos danificados por parte de empresas particulares que realizam trabalhos de manutenção nas ferrovias. Novas encomendas por parte das Empresas Ferroviárias dependem de licitações, pois essas empresas são estatais. Essas licitações geralmente são

demoradas e não há programação específica de compras, além de formas e critérios de seleção de ganhadores nem sempre são objetivos.

O setor de autopeças que sempre se caracterizou por ser muito competitivo, está se tornando ainda mais com a abertura das importações e a adoção por parte das montadoras, geralmente multinacionais, de projetos mundiais, ou seja, um mesmo projeto válido para todas as filiais, concentrando a montagem final em poucos lugares, ou mesmo um lugar só, destinados a abastecer o mercado global com o produto acabado.

Esse sistema se complementa com os processos de *global sourcing*, escolha de fornecedores globais para cada item (peças, componentes, sub-conjuntos, etc...), ou seja, além de competir em qualidade, preço, prazo, etc..., o candidato a fornecedor deve possuir capacidade para atender à produção global

Por isso, as principais diretrizes traçadas para a área de manufatura são as seguintes:

- Programa de Qualidade: Continuação dos investimentos visando o controle de processos e prevenção de falhas. Tendo como meta alcançar a certificação na série ISO 9000 até junho de 1.996.
- Aumento de Produtividade: Os processos de fabricação estão sendo modificados para se ajustarem às novas tecnologias de usinagem, como rebôlos de Borazon, revestimentos de Titânio, materiais diamantados para corte, etc... Outras técnicas, como dispositivos para troca rápida de ferramentas, estudos de Layout e sistemas MRP, também estão sendo aperfeiçoados na empresa.

2.4.- O ESTÁGIO

O estágio foi realizado na Coordenadoria Industrial, que cuida da área industrial, mais especificamente na Coordenadoria Técnica (vide figura 2.1), que é responsável pela determinação de tempos e métodos para as operações da fábrica, arranjo físico da área industrial, controle de estragos por operação, busca soluções para problemas de mal funcionamento de máquinas e criação de dispositivos de segurança, entre outras atividades.

O trabalho foi realizado junto ao Setor de Engenharia e Processos, vinculada à Coordenadoria Técnica e responsável pela definição dos roteiros e processos, medição dos tempos de operação, projeto de dispositivos e ferramentas (com participação do Setor de Manutenção e Ferramentaria).

O Setor faz a determinação, também, de dispositivos, calibradores e procedimentos de controle de qualidade (indicação do local para gravação de código de identificação da matéria-prima utilizada na peça, descrição do instrumento de medição, freqüência com que o operador efetua a medição de cada item e a quantidade de peças que o inspetor do Setor de Controle da Qualidade mede cada vez que passa pelo posto da operação).

De posse desses dados, entre outros, é elaborada uma Ficha de Processo (Anexo A) contendo o roteiro de fabricação da peça e as Folhas de Operações (Anexo B) para cada máquina e operação, de acordo com o Fluxograma de Controle de Processos (Anexo C), que estão definidos pelo Manual da Qualidade da Empresa.

Inicialmente o trabalho definido foi o rearranjo físico da área industrial, consistindo em projeto de layout geral da Empresa com análise dos processos e utilização de tecnologia de grupo e manufatura celular, visando a implantação de "fábricas dentro da fábrica".

A Empresa já vinha mantendo conversações com o Cliente a respeito da "terceirização" por parte deste, da usinagem e montagem de um conjunto destinado à uma linha de motores. Durante o inicio do levantamento da linha de produtos e processos houve a definição da "terceirização" da produção e montagem do conjunto, com a transferência das máquinas e equipamentos do Cliente para a Empresa.

Em vista disso, houve a redefinição do trabalho a ser feito. O projeto do layout geral e detalhado da empresa foi prorrogado e definido o projeto de layout para a instalação das linhas de usinagem e montagem, sem mexer no layout atual, utilizando o espaço atualmente ocioso na fábrica.

3.- OBJETIVOS DESTE TRABALHO

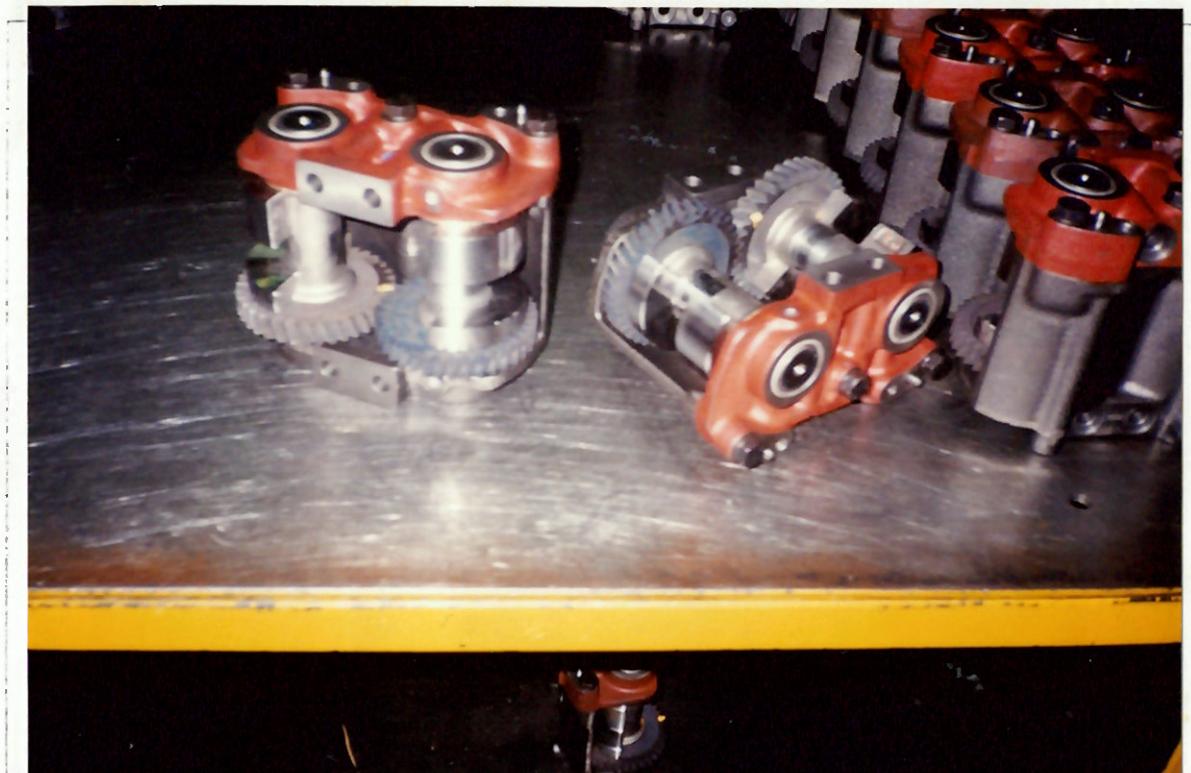
3.1.- O NOVO PRODUTO

Como parte de um processo de desverticalização/"terceirização" do Cliente, a Empresa vai deixar de fornecer apenas peças (eixos) e vai passar a fornecer um conjunto completo (do qual os eixos são componentes) destinado a entrar direto na linha de montagem do Cliente. Além das peças atualmente fornecidas ao cliente, a Empresa se encarregará da fabricação de outras e da montagem do conjunto.

O produto é um conjunto compensador de massa (Fotografia 3.1), cuja função é reduzir as vibrações no motor diesel de quatro cilindros. Esse conjunto é composto por dois eixos excêntricos, duas engrenagens, uma carcaça e respectiva tampa, além de buchas, parafusos, etc...

Os dois eixos do conjunto são fabricados atualmente na Empresa, as engrenagens (fornecidas por outro fabricante) passarão a ser fabricadas na linha de produção já instalada da Empresa, a carcaça e a tampa (produzidas pelo Cliente) serão usinadas na Empresa, porém com a absorção de máquinas do Cliente utilizadas na sua fabricação, as buchas, parafusos e outros componentes serão comprados no mercado.

A Empresa passará a fornecer o conjunto já montado ao Cliente, com garantia de qualidade assegurada (sem inspeção no recebimento), em uma caçamba padrão adotada pelas duas empresas, dispensando o uso de embalagens finais, de modo que esse conjunto já entre direto na sua linha de montagem de motores.



Fotografia 3.1- Conjunto Compensador de Massas

3.2.- A EXTENSÃO DO PROJETO

Para atender ao contrato de parceria estabelecido, a Empresa vai comprar do Cliente as máquinas usadas na usinagem da tampa e carcaça do conjunto. Porém, nem todas as máquinas estarão disponíveis para transferência, algumas por terem grande capacidade de processamento e atenderem a outras linhas do Cliente e outras por haver interesse por parte do Cliente em mantê-las em sua fábrica.

O trabalho abordará o projeto para a implantação das linhas de manufatura e montagem na unidade industrial da Empresa, ou seja o projeto do layout detalhado das linhas.

3.3.- RESTRIÇÕES

Conforme orientação da empresa temos a seguinte restrição:

- As linhas serão montadas no espaço atualmente ocioso da fábrica, ou seja, não será mudado o layout geral da fábrica.

Na realidade não é uma restrição que prejudique o trabalho, pois a área livre que temos está localizada junto ao recebimento de matéria-prima (os fundidos para a usinagem da carcaça e da tampa, as engrenagens vem do tratamento térmico, que é uma operação externa, e as demais peças usadas na montagem) e da expedição de produtos, e próximo ao setor das retíficas, que são as operações finais sofridas pelos eixos.

4.- REVISÃO DE LITERATURA

4.1.- ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL FOCALIZADA

Focalização consiste em concentrar esforços naquilo que é vantagem competitiva da empresa. Concentrar o foco das atividades de cada unidade, de cada instalação, reduzindo o número de processos de transformação, tendendo a unidades produtivas menores, mais especializadas, voltadas a resultados, e mais facilmente gerenciáveis.

A focalização pode se dar até sob um mesmo teto, num processo conhecido como "fábricas dentro de uma fábrica". A organização industrial focalizada propõe a reorganização de fábricas existentes em múltiplas e menores "fábricas dentro da fábrica" ou subfábricas, incluindo funções como a administração de materiais, engenharia, controle de qualidade e manutenção. No caso com a implantação de programas de Qualidade Total e Manutenção Preventiva Total.

A fábrica focalizada pode ser descrita como uma fábrica pequena, com as seguintes características:

- Facilidade de comunicação
- Controle no chão-de-fábrica
- Quadro administrativo localiza-se na fábrica principal
- Mão-de-obra indireta (supervisores, gerentes e engenheiros) desempenha diferentes funções enquanto a firma é pequena demais para justificar a contratação de especialistas

- Serviços de apoio industrial são executados por operadores de máquinas, entre outras.

Para a organização de subsfábricas é adotado basicamente o enfoque por produtos, que se mostra marcadamente superior à organização por processos, onde são exequíveis. Porém devem ser observadas as características de cada sistema produtivo, pois algumas podem exigir que o foco seja por função, ou mesmo um misto de produto/função.

No enfoque por produto, a organização da produção recorre ao arranjo celular (quando possível) tornando-o sua unidade básica de produção. A tecnologia de grupo vis formar famílias de peças com roteiro produtivo e geometria semelhantes, para que possam ser produzidas inteiramente num conjunto de máquinas organizadas seqüencialmente de acordo com o fluxo produtivo da peça dominante na família (célula).

Neste caso, a ênfase da gerência é no fluxo de produção, procurando fazer com que os produtos fluam de forma suave e contínua através das diversas fases do processo produtivo, sem a utilização de estoques intermediários. Com este objetivo, não há sentido em priorizar o alto índice de utilização dos equipamentos, quando estes são analisados individualmente.

Esse sistema pressupõe uma maior participação dos trabalhadores, abrangendo aspectos como:

- Trabalhadores diretos assumindo tarefas de inspeção de qualidade
- Trabalhadores diretos assumindo tarefas mais simples e rotineiras de manutenção, que podem ser a maioria das intervenções de manutenção de um sistema
- Operação simultânea de mais de uma máquina, no que é conhecido como mão-de-obra flexível ou polivalente

A utilização de mão-de-obra flexível se contrapõe à abordagem tradicional, na qual as atribuições dos trabalhadores de uma linha são fixas, visando reduzir os tempos via especialização e alta repetitividade das tarefas. Utilizando trabalhadores flexíveis, a linha de produção pode ser rebalanceada com mais facilidade pois os trabalhadores podem ser deslocados para os pontos de maior carga de trabalho, sem que seja necessário um período de aprendizagem para que a linha esteja trabalhando de forma produtiva novamente.

Dentro dessa filosofia também está colocada a recuperação cooperativa (HARMON), onde o operador que termina suas tarefas antes dos demais auxilia os operadores adjacentes. Isso vale tanto para postos em uma linha de montagem como para operações de usinagem, neste caso fazendo uso compartilhado de equipamentos, em oposição à visão tradicional que fixa os operadores ao equipamento.

Este processo requer também, a busca da estabilidade nas relações interempresariais e nas relações de trabalho, com programas de parceria, acordos entre empresas, programas de "envolvimento" e "participação" dos funcionários, etc...

4.2.- METODOLOGIA DO ESTUDO DE LAYOUT

4.2.1- OBJETIVOS DO ESTUDO DE LAYOUT

O estudo de layout é aplicado para solucionar diversos problemas referentes à disposição de equipamentos e pessoas. Envolve processos, administração e relações de trabalho entre pessoas.

Contribuições do estudo:

- Otimiza os recursos disponíveis através do arranjo físico; reduzindo distâncias entre setores, movimentação de materiais, tempo de fabricação e custos envolvidos na produção.
- Também se preocupa com melhorias na interação entre pessoas, ergonomia e segurança.

4.2.2.- TIPOS DE ARRANJO FÍSICO

Para a produção utilizando materiais discretos, temos, segundo MUTHER, três tipos de arranjo físico a considerar:

- Posicional (por posição fixada): Utilizado para pequena quantidade de produção, com produtos de grande dimensão, que permanece imóvel, movimentando-se máquinas e pessoas ao redor do produto.

Principais características:

- Reduz manuseio pesado
- Fixa responsabilidades

- Permite mudanças de produtos
- Permite demanda variável
- Flexibilidade a alterações de freqüencia
- Menos interrupções
- Funcional (por processo): Utilizado quando há grande variedade de produtos e seqüencia dc operações. Agrupam-se as máquinas por tipo de processo. Dessa forma temos setores de prensas, tornos, fresas, etc...

Principais características:

- Flexibilidade
- Variabilidade
- Pode favorecer grandes estoques dc materiais em processo
- Operador especializado
- Muito manuseio e transporte de material
- Linear (por produto): Utilizado para grandes quantidades de produção e processos relativamente simples. Agrupam-se máquinas e pessoas para produção de um produto. Nesse caso, a distância dos locais de trabalho obedece à seqüencia do processamento do produto.

Principais características:

- Grandes volumes de produção

- Especialização maior
- Supervisão mais fácil
- Menos estoques intermediários
- Menor manuseio e transporte de material
- Todos os produtos seguem a mesma seqüência de operação
- Não há fluxo de material em sentido oposto, isto é, os materiais fluem em um único sentido
- A conversão da linha para um outro produto leva bastante tempo

Além desses, temos um quarto tipo de arranjo físico que pode ser utilizado quando há grande variedade nos produtos, porém eles podem ser divididos em famílias que apresentam similaridade de processos de fabricação, podendo ser considerado como uma tentativa de linearização do layout funcional (por processo):

- Celular: Linha de produção flexível (produtos semelhantes), reúne preferencialmente todas as máquinas e equipamentos utilizados para a família de produtos produzida. Todas as operações são executadas preferencialmente na própria célula, o que a torna autônoma, ou quase. Os equipamentos são dispostos segundo o roteiro de fabricação preferencial característico dessa família de produtos a ser processada

Principais características:

- Incentiva o espírito de equipe, motivando a produção

- Fluxo de materiais mais organizado
- Redução de espaço
- Flexibilidade quanto ao tamanho do lote e mix de produção
- Programação da produção mais simplificada e racional
- Controle visual das operações
- Menos trocas de ferramentas (menores tempos de preparação)
- Reduz inventários em processo
- Diminui estoques intermediários e movimentação de materiais, consequentemente reduz custo de armazenagem e movimentação
- Reduz lead time
- Avaliação mais precisa do custo
- Sincronização das necessidades
- Reduz a flexibilidade do sistema de manufatura
- Maior ocorrência de máquinas paradas, pois os equipamentos são dedicados à célula, não podendo ser compartilhados
- Maior necessidade de capacidade (quantidade de equipamentos) em relação ao layout funcional

4.2.3- MÉTODO DE ESTUDO DE LAYOUT

O método que adotamos para a realização do estudo de arranjo físico é o descrito pelo livro de MUTHER. É o chamado Sistema SLP (Systematic Layout Planning) de Planejamento de Layout.

Esse sistema nada mais é que uma metodologia baseada em procedimentos específicos a serem seguidos num projeto de layout. É uma metodologia sistemática, efetiva, baseada na experiência de muitos anos em projetos por parte do autor e de sua equipe. O método não se aprofunda em princípios, ao contrário, apresenta um enfoque universal.

O Sistema SLP é um modelo a ser seguido, que, apesar de imperfeito e ainda incompleto, procura englobar uma abordagem lógica, uma série de técnicas de análise, uma linguagem e uma lista de convenções simplificada, tudo isso para resultar num modelo de procedimento linear e fácil de ser seguido.

4.2.4.- SISTEMA SLP

O Sistema SLP consiste de uma estruturação de fases através das quais passa qualquer projeto de layout; de um modelo de procedimentos para a realização do projeto, passo a passo; e de convenções para identificação, visualização e classificação das várias atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo projeto de arranjo físico.

Para o autor, os problemas de arranjo físico recaem em dois elementos básicos:

- Os produtos (ou materiais ou serviços - aquilo que é produzido ou feito) que são comercializados.
- As quantidades (ou volume - o quanto de cada item deve ser feito).

Todas as características e particularidades do projeto são decorrência destes dois fatores, já que o planejamento do arranjo físico de uma fábrica ou departamento deve atender à produção de determinados produtos em determinadas quantidades.

Um terceiro elemento importante é o roteiro, ou seja, o processo, suas operações, equipamentos e a seqüência de operações que necessitam ser realizadas para transformar, modificar ou gerar o produto. A movimentação de materiais através das áreas depende da seqüência de operações e, consequentemente, vai influenciar o roteiro.

O roteiro pode ser definido por fichas de fabricação, listas de operações e equipamentos, cartas de processo, gráficos de fluxo, etc...

As operações produtivas necessitam do apoio de uma retaguarda, a área de serviços de suporte. Eles incluem escritórios, sanitários, recebimento e expedição de materiais, áreas de carga e descarga, manutenção, refeitório, ferramentaria, etc...

Outro elemento básico no planejamento das instalações é a medida do tempo. Por tempo entende-se: quando, por quanto tempo, com que freqüência e em que prazo.

Vimos, portanto, cinco elementos que constituem as bases para o planejamento das instalações, e que o autor chama de "alfabeto do engenheiro de arranjo físico", ou seja:

- P Produto (material)
- Q Quantidade (volume)
- R Roteiro (seqüência do processo de fabricação)

- S Serviços de suporte
- T Tempo

O andamento de um projeto genérico foi dividido por MÜTHER em quatro fases distintas:

- Fase I - Localização: Determina a área de terreno para a qual será feito o planejamento das instalações. Esta área tanto pode ser um novo terreno a ser adquirido, como também uma área que não era utilizada no terreno atual, ou, até mesmo, um prédio já existente.
- Fase II - Arranjo Físico Geral: Estabelece a posição relativa entre as diversas áreas. Nesta fase estabelecem-se, de modo geral, as inter-relações e a configuração das áreas. Os arranjos obtidos são chamados arranjos em blocos, layout em blocos, block layout, etc...
- Fase III - Arranjo Físico Detalhado: Nesta fase define-se a localização dos equipamentos incluindo todos os suprimentos e serviços. O resultado é, geralmente, transformado em desenho ou maquete, para melhor compreensão por todos.
- Fase IV - Implantação: Planeja-se cada passo da implantação, incluindo estudos sobre a necessidade de capital ao longo do tempo.

As fases apresentadas não são estanques, em geral há superposição entre elas, e enquanto o projeto caminha muitas vezes é necessário retomar ou mesmo modificar uma etapa anterior, até chegar-se a uma solução de contento.

A figura 4.1 mostra a superposição das quatro fases do Sistema SLP, onde temos o aumento do grau de detalhamento a cada fase.

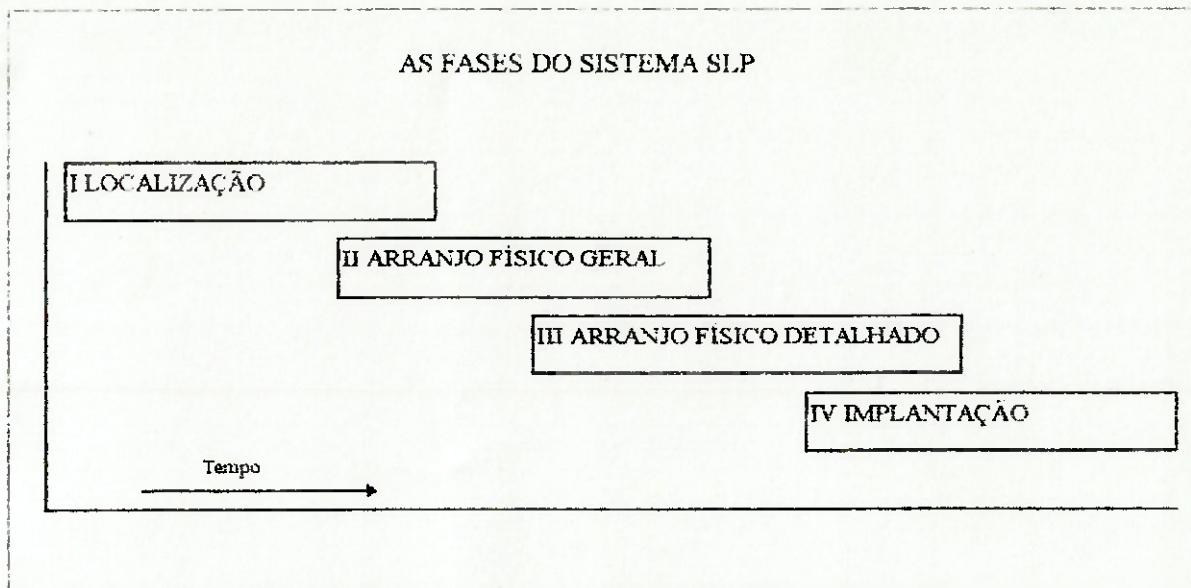


Figura 4.1 - As quatro Fases do Sistema SLP
(Transcrito de MUTHER)

O sistema de procedimentos SLP é um roteiro sobre as etapas a seguir em projetos de arranjo físico. A figura 4.2 apresenta de forma muito clara esse sistema.

Todo arranjo se baseia em três conceitos fundamentais:

- Inter-relações - Grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades
- Espaço - Quantidade, tipo e forma ou configuração dos itens a serem posicionados.
- Ajuste - Arranjo das áreas e equipamentos da melhor maneira possível.

Esses três princípios são a essência de qualquer planejamento de arranjo físico, independente do produto, processo ou extensão do projeto.

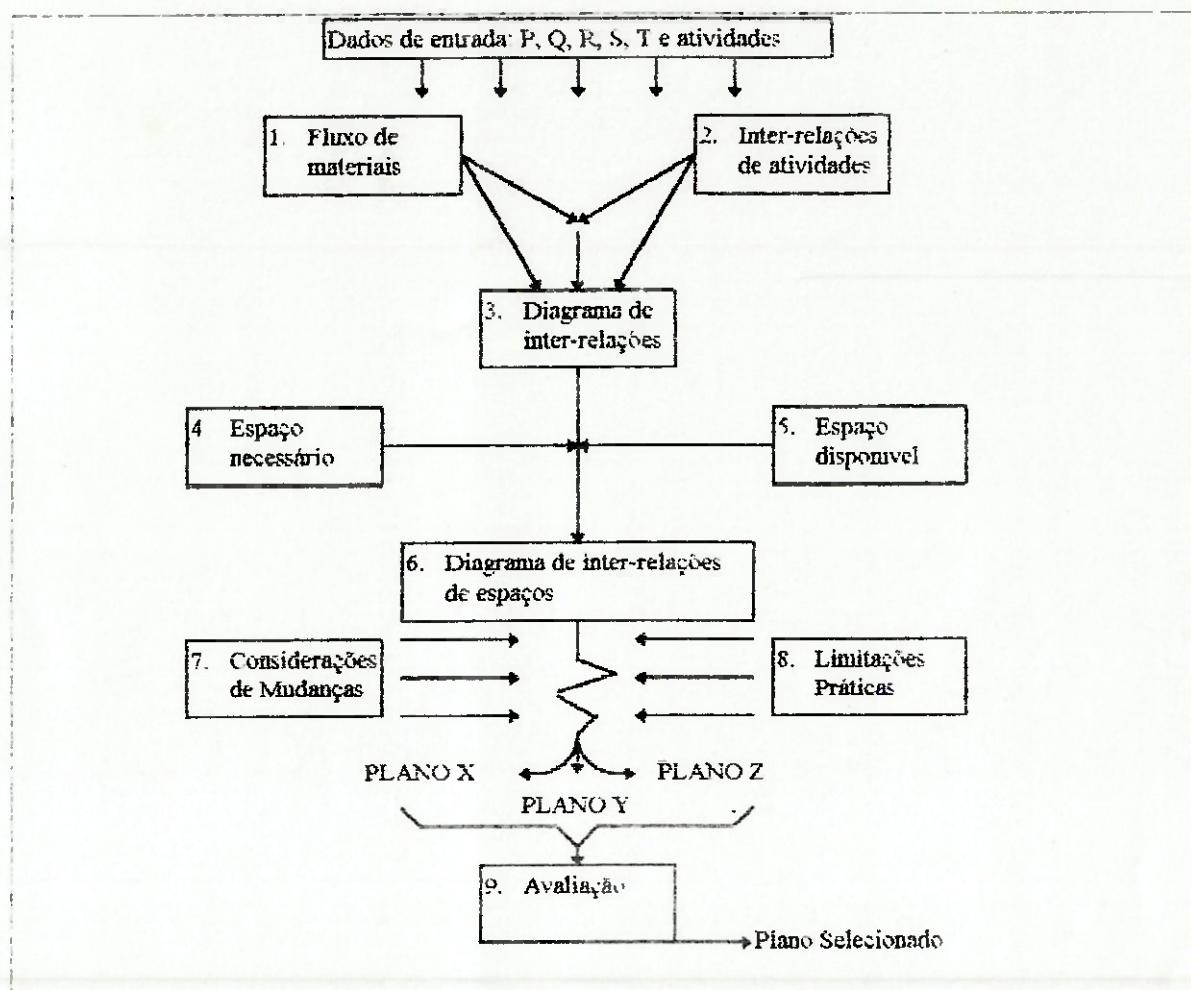


Figura 4.2 - O sistema de procedimentos SLP
(Transcrito de MÜTHER)

Inicialmente são necessários dados de entrada, para caracterizar produtos, quantidades, roteiros, serviços, tempos e atividades (ou áreas) envolvidos.

Nas indústrias, o fluxo de materiais é muitas vezes determinante do arranjo físico (quadro 1 da figura 4.2). Já em escritórios, ou em outras situações nas quais o fluxo não é tão relevante, as áreas de serviço de suporte assumem grande importância. Neste caso, o quadro 2 pode ser tão ou mais significativo.

Esses dois fatores combinados dão origem ao quadro 3, "Diagrama de inter-relações entre as atividades". Nele as áreas estão geograficamente relacionadas entre si, mas não se considera o espaço requerido para cada uma.

De posse do levantamento de Espaços Necessários, quadro 4, e Espaços Disponíveis, quadro 5, chegamos ao "Diagrama de Inter-relações entre Espaços". Ele já é basicamente uma proposta de arranjo físico que todavía será ajustado e modificado ao se levar em conta as Considerações de Mudança, quadro 7.

Com o concurso das Limitações Práticas, quadro 8, obtemos, então, planos alternativos, os quais, à luz de fatores de avaliação, serão julgados e, finalmente, sairá um plano escolhido, aquele considerado o melhor.

Essas etapas descritas são aplicáveis tanto à fase II quanto à fase III.

A implantação vai requerer esforços no sentido de planejar, organizar e gerir a mudança, expansão ou modificação do layout.

4.3.- ABORDAGEM USADA NO TRABALHO

Tendo como base a organização industrial focalizada e os fundamentos de manufatura celular, faremos o estudo de layout detalhado para células de manufatura e montagem, visando (entre outros):

- Minimizar estoques em processo
- Facilitar controle (controle visual)
- Fluxo de materiais mais organizado, contínuo e coerente (que se pode traduzir, neste caso por se manter o fluxo do par carcaça/tampa semelhante)
- Balanceamento da linha pela utilização de trabalhadores flexíveis operando mais de um equipamento e preparados para a recuperação cooperativa

Para o estudo do layout será utilizado o Sistema SLP, sendo abordado da seguinte maneira:

- Fase I - Localização: Já está determinado que a célula vai se localizar na área atualmente livre na fábrica
- Fase II - Layout Geral: Não será abordado neste trabalho, pois não haverá mudanças nos setores atuais
- Fase III - Layout Detalhado: Objeto deste trabalho. Será feito o estudo do layout para a implantação de células de manufatura e montagem para o novo produto a ser produzido
- Fase IV - Implantação: Será apenas comentado, não abrangendo o planejamento

5.- LEVANTAMENTO DE DADOS

5.1.- PRODUTO

Como já foi colocado, o produto é um conjunto compensador de massa (Desenho na página 30), cuja função é reduzir as vibrações num motor diesel de quatro cilindros. Esse conjunto é composto por dois eixos, duas engrenagens, uma carcaça e respectiva tampa, além de buchas, arruelas, parafusos, etc...

Os dois eixos são excêntricos e iguais. As engrenagens também são excêntricas e tem o mesmo diâmetro nominal, número de dentes e passo, porém são diagonais, sendo uma esquerda (chamada de número 1) e a outra direita (número 2).

Os dois eixos do conjunto são fabricados atualmente na Empresa, usinados a partir de peças forjadas, as engrenagens (fornecidas por outro fabricante) passarão a ser fabricadas na linha de produção já instalada na Empresa, também a partir de forjados, a carcaça e a tampa (produzidas pelo Cliente) serão usinadas na Empresa, a partir de peças fundidas, as buchas, arruelas, parafusos e outros componentes serão comprados no mercado.

5.2- QUANTIDADE

Atualmente são produzidos aproximadamente 2.500 conjuntos por mês, com algumas operações sendo realizadas em dois turnos de trabalho. Pelo planejamento do Cliente, teremos a elevação da produção para 2.900 conjuntos por no mês de agosto e 3.300 a partir de setembro para se atender ao aumento de produção devido ao aumento de demanda. A partir daí a previsão é que a produção se mantenha estável, pela previsão atual.

O aumento da produção no patamar de 2.900 conjuntos por mês será feito já no início da operação da linha após a transferência das máquinas, seguido do aumento para 3.300 já no segundo mês de operação da linha na Empresa

5.3.- ROTEIROS

5.3.1.- USINAGEM DA CARCAÇA

OP.	DESCRIÇÃO	MAQ. (*)
10	FRESAR FACE INT., FUROS E FACE SUPERIOR	792
20	DESBASTAR 2 FUROS DIAM. 36	956
30	ABRIR FUROS LUBRIFICAÇÃO	838
40	ABRIR FUROS FIXAÇÃO MOTOR (2x DIAM. 11,0)	665
50	ABRIR FUROS FIXAÇÃO TAMPA (2x DIAM. 8,5)	799
60	ABRIR FUROS, FAZER ROSCAS E REBALXOS	584
70	LAVAR	452

(*) Numeração de máquinas segundo código do cliente

Do roteiro acima, podemos montar a carta de processo para a usinagem da carcaça (Figura 5.1).

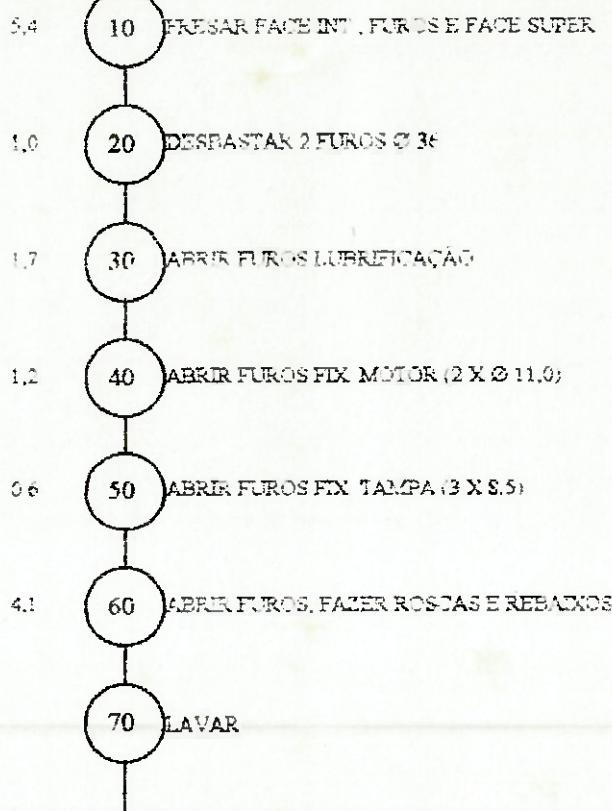
CARCAÇA**FUNDIDO**

Figura 5.1 - Carta de Processos
Usinagem da Carcaça (Cliente)
(Elaborado pelo Autor)

5.3.2.- USINAGEM DA TAMPA

OP.	DESCRIÇÃO	MAQ. (*)
10	RETIFICAR FACES	195
20	DESBASTAR 2 FUROS DIAM. 36	956
30	ABRIR FUROS LUBRIFICAÇÃO	838
40	ABRIR FUROS FIXAÇÃO MOTOR (2x DIAM. 11,0)	665
50	ABRIR FUROS FIXAÇÃO CARCAÇA (2x DIAM. 8,5)	161
60	ROSQUEAR	450
70	FURAR E FAZER REBAIXOS	584
80	LAVAR	452

(*) Numeração de máquinas segundo código do cliente

Temos a carta de processo para a usinagem da tampa na Figura 5.2.

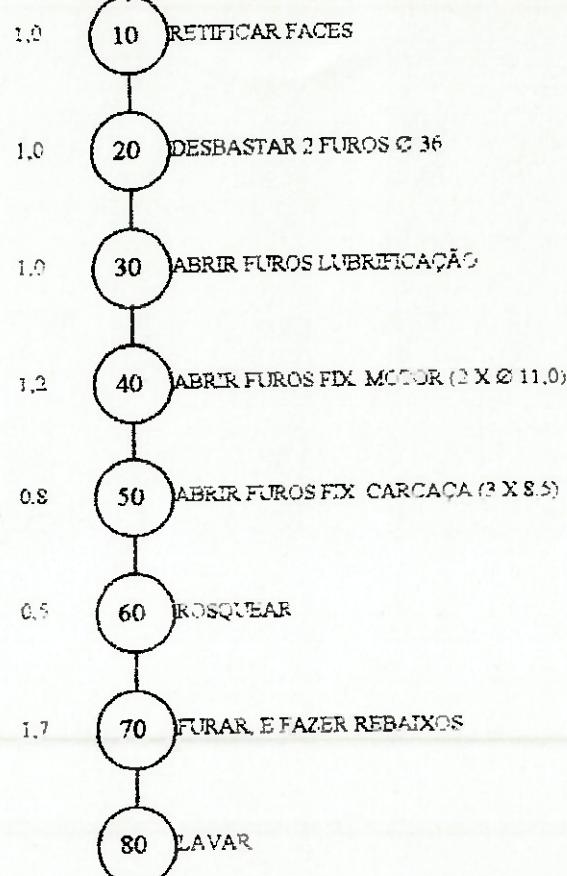
TAMPA**FUNDIDO**

Figura 5.2 - Carta de Processos
Usinagem da Tampa (Cliente)
(Elaborado pelo Autor)

Com os dados dos roteiros e os tempos podemos montar a tabela 5.1, conjugando a carta de processos múltiplos e os tempos das operações no Cliente.

Operação	Máquina	Seqüencia		Tempos (min)		
		Carcaça	Tampa	Carcaça	Tampa	Total
Fresar	792	1		5,4		5,4
Retificar	195		1		1,0	1,0
Desbaste	956	2	2	1,0	1,0	2,0
Furar	838	3	3	1,7	1,0	2,7
Furar	665	4	4	1,2	1,2	2,4
Furar	161		5		0,8	0,8
Furar	799	5		0,6		0,6
Furar	584	6	6	4,1	1,7	5,8
Rosquear	450		7		0,5	0,5
Lavar	452	7	8			

Tabela 5.1 - Carta de Processos Múltiplos e Tempos das Operações
(Elaborado pelo Autor)

5.3.3.- USINAGEM DA CARCAÇA+TAMPA

OP.	DESCRIÇÃO	MAQ. (*)
10	LIXAR E MONTAR	000
20	FURAR E ALARGAR	513
30	FRESAR	141
40	MANDRILAR E INSPECIONAR	388
50	LAVAR CONJUNTO	452

(*) Numeração de máquinas segundo código do cliente

O mandrilamento dos furos é uma operação critica, por isso é feita a inspeção 100 % por parte do operador, controlando as tolerâncias dos furos e da distância entre eixos.

Na Figura 5.3 temos a carta de processos para a usinagem da Carcaça + Tampa.

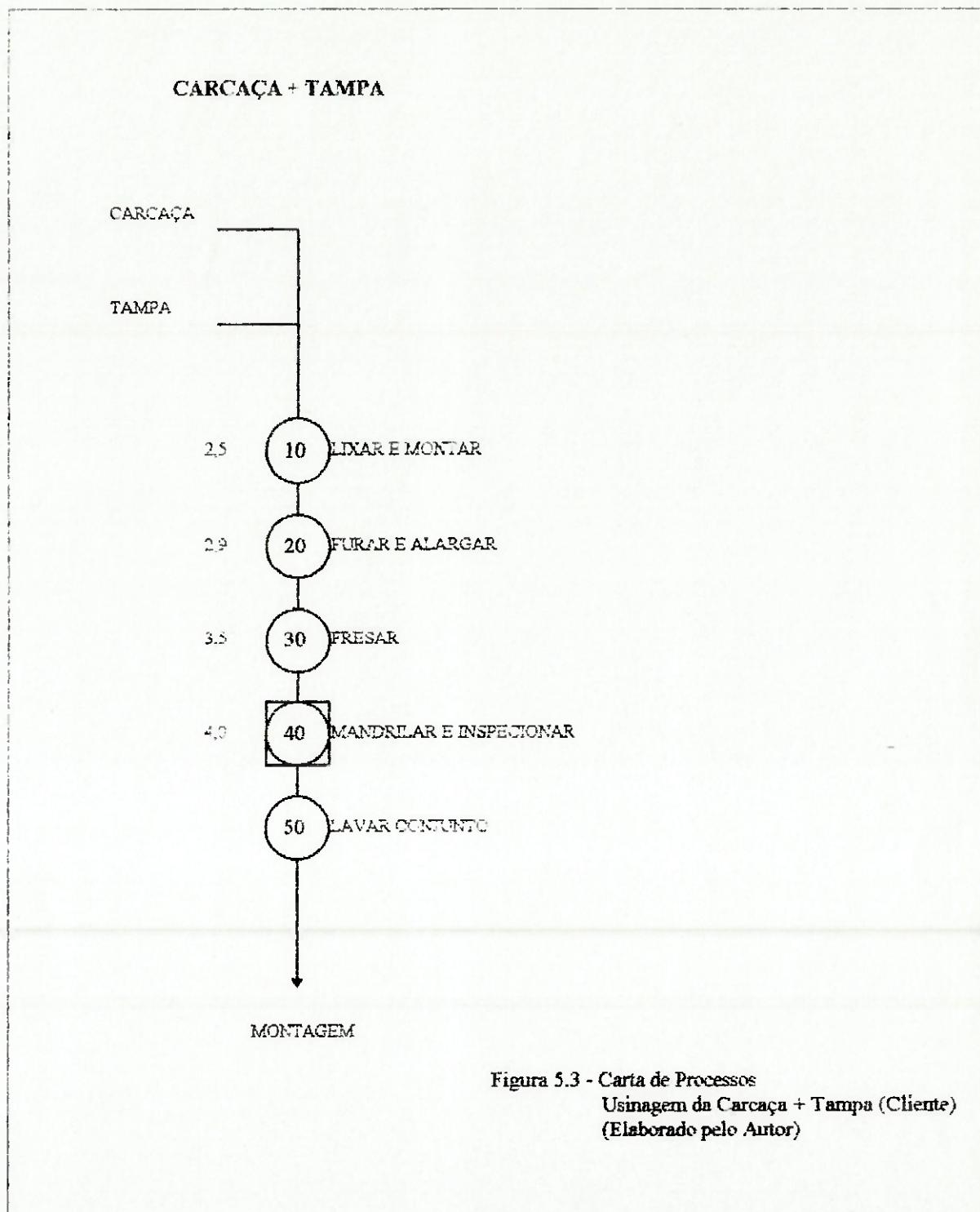


Figura 5.3 - Carta de Processos
Usinagem da Carcaça + Tampa (Cliente)
(Elaborado pelo Autor)

5.3.4.- MONTAGEM FINAL

OP. DESCRIÇÃO

10	RESFRIAR BUCHAS	
20	COLOCAR BUCHAS	
30	COLOCAR TAMPÕES	
40	AQUECER ENGRANAGENS	230
50	MONTAR PAR DE EIXO + ENGRANAGEM	
60	DESMONTAR TAMPA + CARCAÇA	
70	COLOCAR ARRUELAS DE ENCOSTO E ALINHAR EIXOS	
80	PARAFUSAR CONJUNTO	

Na Figura 5.4 temos a carta de processos para a Montagem Final dos Conjuntos.

Na colocação das buchas na carcaça+tampa e na montagem das engrenagens nos eixos temos a ocorrência de ajuste furo/eixo com interferência.

As buchas são colocadas em uma caixa conservadora e resfriadas com nitrogênio líquido, a seguir são retiradas com o uso de uma ferramenta própria e colocadas nos furos. Atualmente, montam-se as buchas em um lote de conjuntos (carcaça + tampa), que são armazenados em um magazine giratório à espera da montagem final.

No caso das engrenagens, estas são aquecidas em uma estufa e depois colocadas nos eixos com auxílio de um dispositivo que garante o alinhamento das peças. As engrenagens são aquecidas a 320°C e após a colocação nos eixos é necessário esperar até 30 minutos para que possam ser manuseadas na montagem final, por isso elas vão sendo montadas em série e armazenadas em outro magazine giratório.

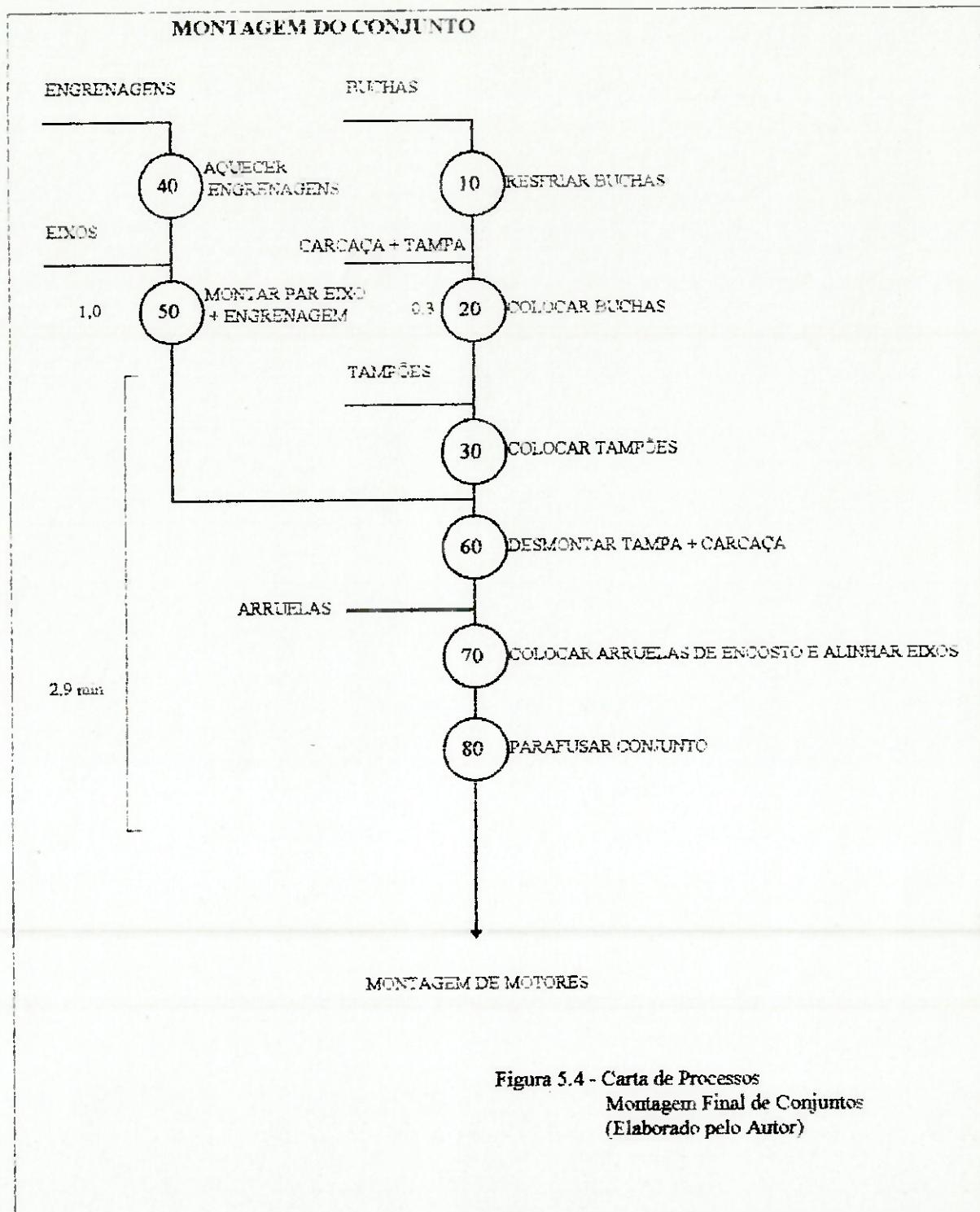


Figura 5.4 - Carta de Processos
Montagem Final de Conjuntos
(Elaborado pelo Autor)

5.3.5- EQUIPAMENTOS

A seguir temos o levantamento dos equipamentos utilizados nas operações de usinagem da tampa e da carcaça e na montagem do conjunto. Os equipamentos estão divididos em máquinas e equipamentos, dispositivos de fixação, ferramentas, e instrumentos e dispositivos de controle de qualidade

- Máquinas e Equipamentos

A máquinas que são usadas pelo cliente, na usinagem da carcaça e da tampa, são as seguintes:

MAQ (*)	DESCRIÇÃO
956(***)	FURADEIRA ESPECIAL
665	FURADEIRA DE COLUNA FU-320
838(***)	FURADEIRA ESPECIAL
799	FURADEIRA MÚLTIPLA FU-210
161	FURADEIRA MÚLTIPLA GB 1/16
584	FURADEIRA RADIAL FS.1000
513	FURADEIRA RADIAL GSP 405
450(***)	DISPOSITIVO PARA ROSQUEAR
792	FRESADORA VERTICAL PFV
141	FRESADORA VERTICAL BOHLE
388	MANDRILADORA ESPECIAL BREVET
195(**)	RETIFICADORA PLANA DE SEGMENTO
452(**)	LAVADORA

(*) Código do cliente

(**) Máquina não disponível para transferência

(***) Máquina feita sob encomenda segundo especificações do Cliente

A máquina 792 - FRESADORA VERTICAL PFV não está disponível para transferência, pois o Cliente tem interesse em mantê-la, porém no seu lugar transferirá a máquina 160 - FRESADORA VERTICAL BOHLE.

Além disso, o Cliente irá transferir outra mandriladora, que era utilizada originalmente na usinagem até ser substituída pela máquina 388 - MANDRILADORA ESPECIAL BREVET, ficando, atualmente, como reserva no caso de ocorrência de problemas com a máquina atual. Portanto, complementando a lista acima, temos as seguintes máquinas disponíveis para transferência:

MAQ.(*) DESCRIÇÃO

846(***)	MANDRILADORA ESPECIAL THYSSEN
160	FRESADORA VERTICAL BOHLE

(*) Código do cliente

(***) Máquina feita sob encomenda segundo especificações do Cliente

Na descrição temos também as máquinas 195 - RETIFICADORA PLANA DE SEGMENTO e 452 - LAVADORA, que não estão disponíveis para transferência por serem máquinas de grande capacidade e atenderem a outras linhas do Cliente.

No caso da máquina 452 - LAVADORA, optou-se pela aquisição de uma pequena lavadora, que atenda à produção da linha.

Na máquina 195 - RETIFICADORA PLANA DE SEGMENTO temos a realização da operação 10 - RETIFICAR FACES na usinagem da tampa. Apesar de estar descrito assim, essa denominação só foi colocada por causa da máquina utilizada na operação. A retificadora plana de segmento (também conhecida como "vitrolona", por causa da placa magnética de fixação em

forma de disco e giratória), é usada pela sua grande capacidade de processamento e por causa da sua disponibilidade.

Na realidade, a necessidade nesta operação é a realização do faceamento das tampas, não havendo a necessidade da precisão apresentada pela retífica. Neste caso optou-se por fazer o faceamento das tampas em torno mecânico, aproveitando a disponibilidade destes equipamentos na Empresa.

Além disso teremos a transferência do equipamento 230 - ESTUFA utilizada para o aquecimento das engrenagens para montá-los nos eixos, da caixa conservadora para o resfriamento das buchas e de dois magazines giratórios de armazenagem utilizados atualmente na montagem, um para armazenar os eixos e engrenagens montados, o outro para a carcaça+tampa com as buchas já colocadas.

Foram feitas folhas de registro de máquinas e equipamentos (Anexo D), segundo o modelo apresentado na Ficha 5.1, incluindo os templates.

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: _____
 FABRICANTE: _____

CÓDIGO: _____
 TAMANHO/MODELO: _____

Água
 Ar Comp.
 Fundação



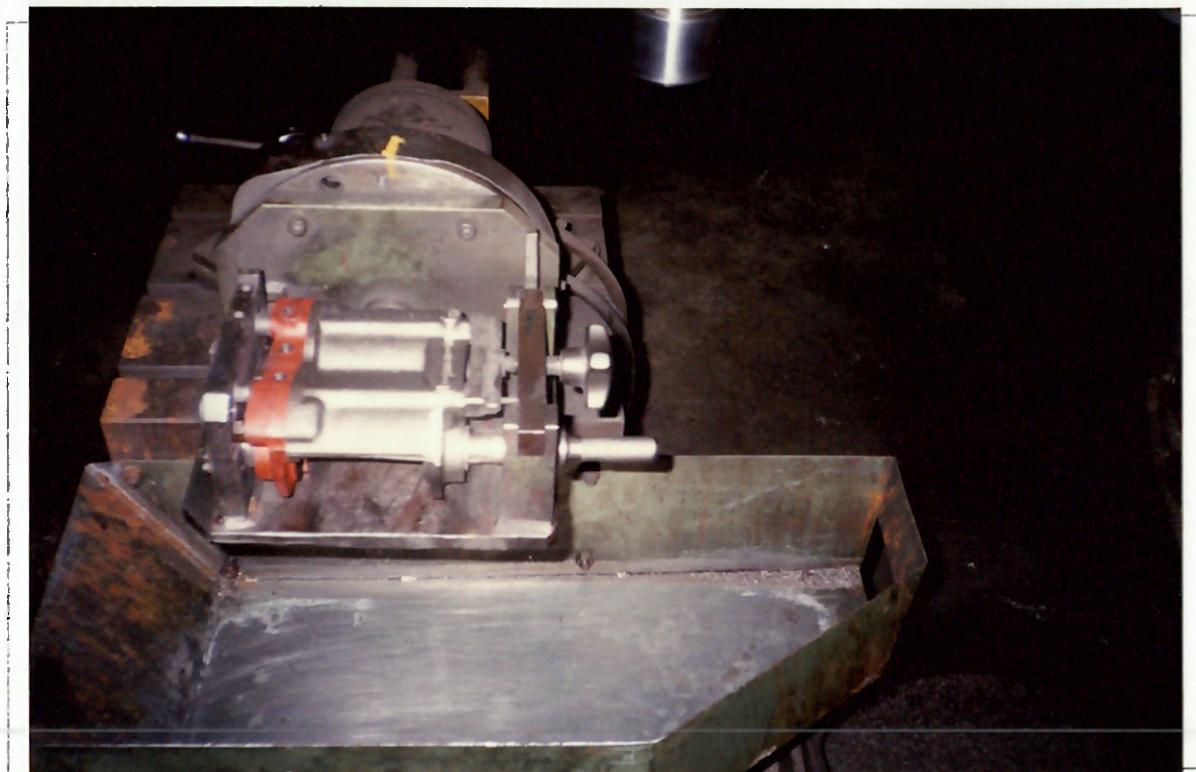
Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: _____
 Fundos: _____
 Área Ocupada: _____
 Área Total: _____
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)

Ficha 5.1- Modelo de Folha de Registro
 (adaptado de MÜTHER)

A operação de fazer rebaixos não tem gabaritos no dispositivo de fixação, pois a ferramenta é guiada pelo furo já existente. Foi proposto que ela fosse passada para a máquina 513 - FURADEIRA RADIAL GSP 405, pois esta máquina também está equipada com mandril de troca rápida e o dispositivo de fixação da peça (tampa + carcaça) não impede o acesso aos furos (na Fotografia 6.3 temos a peça fixada na máquina 513, com o lado onde são feitos os rebaixos à mostra), sendo necessário apenas passar a ferramenta de uma máquina para a outra. Esta proposta foi adotada pelo Cliente.



Fotografia 6.3- Peça fixada - Máquina 513 - Furadeira Radial GSP

Com essas duas medidas, a tampa não passará pela máquina 584, e esta deixará de ser o gargalo, que passa a ser a máquina 792 - FRESADORA VERTICAL PFV (não disponível para transferência), que será substituída pela máquina 160 - FRESADORA VERTICAL BOHLE. Nesta operação é feito o

- Dispositivos de Fixação

Todas as máquinas possuem dispositivos de fixação, a maioria é hidráulico, as exceções são as duas furadeiras radiais que possuem dispositivo de fixação mecânico com gabaritos para furos.

Nas máquinas especiais (feitas sob encomenda), os dispositivos podem ser considerados como parte da máquina, assim mesmo será feito o cadastramento e codificação de todos para registro no sistema de manutenção.

Nas Fotografias 5.1 e 5.2 temos exemplos desses dispositivos.



Fotografia 5.1- Dispositivo de Fixação com Gabarito para Furos
(Máquina 513 - Furadeira Radial GSP)



Fotografia 5.2- Dispositivo de Fixação 141 - Fresadora Vertical Bohle

- Ferramentas

As ferramentas usadas na usinagem são divididas em três categorias, Standard (S), que fazem parte da linha de produtos do fabricante, Especiais (E), que são feitas sob encomenda e Internas (I), produzidas internamente.

A partir do levantamento feito, o Setor de Compras fez uma pesquisa de preços e prazos de entrega (para as ferramentas especiais). Esses itens serão cadastrados no sistema e codificados. A seguir temos a relação simplificada das ferramentas de acordo com as máquinas em que são utilizadas:

Máquina	Descrição	Status	Consumo
160	Inceto Sandvik	P	40/mês
160/141	Inceto Sandvik	P	30/mês
160	Inceto Sandvik	P	40/mês
160	Inceto Esp. Sandvik	E	20/mês
838	Broca	E	16/mês
838	Bucha	E	2/ano
665	Broca	E	5/ano
584	Mandril Troca Rápida	E	-
584	Bucha para Mandril	E	-
584	Broca Espiral	E	2/ano
584	Prolong. para Macho	I	3/ano
584	Bucha	E	1/ano
584	Rebaixador	E	8/ano
161/513	Broca Espiral	E	8/ano
161	Broca Escalonada	E	3/ano
513	Broca Espiral	E	2/ano
388	Inceto Kennametal	P	50/mês
956	Broca	E	1/mês
846	Ferr. com Pastilha	E	24/mês

Obs: Consumo para a produção de 2.500 conjuntos por mês.

- Instrumentos e Dispositivos de C.Q.

Abaixo temos uma relação dos instrumentos e dispositivos usados para o controle de qualidade nas operações, para o cadastramento dos dispositivos e avaliação de necessidade de aquisição de instrumentos de medição.

Descrição	Máquina
Relógio Comparador	141
Relógio Comparador	388
Anel Padrão	388
Calibr. Tampão Rosca	584
Paquímetro Universal	799
Base Magnética	792
Relógio Comparador	160
Subito	338
Calibr. Tampão Liso	584
Calibr. Tampão Liso	956
Padrão de Altura	388
Ponte	792
Dispositivo	388
Dispositivo	141
Eixo Padrão	388
Padrão de Altura	141
Padrão de Altura	792
Relógio Apalpador	388
Calibr. Tampão Cônico	584
Torquímetro	Bancada
Dispositivo	388
Base Magnética	160
Paquímetro Universal	792
Relógio Apalpador	141
Peça de Bloco Padrão	338
Sup. para Bloco Padrão	338

5.3.6.- EIXOS

Os eixos do conjunto são fornecidos atualmente pela CIP e seu roteiro de fabricação é o seguinte:

OP. DESCRIÇÃO

- 10 INSPECIONAR FORJADO
- 20 FACEAR E CENTRAR
- 30 TORNEAR COMPL. E GRAVAR
- 40 TRATAMENTO TÉRMICO
- 45 INSPECIONAR TRATAMENTO TÉRMICO
- 50 RETIFICAR DIAM. 32 (DESBASTE)
- 60 RETIFICAR DIAM. 32 (ACABAMENTO)
- 70 RETIFICAR DIAM. 34 E FACE (ACAB.)
- 80 RETIFICAR DIAM. 32 (DESBASTE)
- 90 RETIFICAR DIAM. 32 E FACE 2 LADO
- 95 INSPEÇÃO FINAL

Na figura 5.5 temos a carta de processos da fabricação dos eixos.

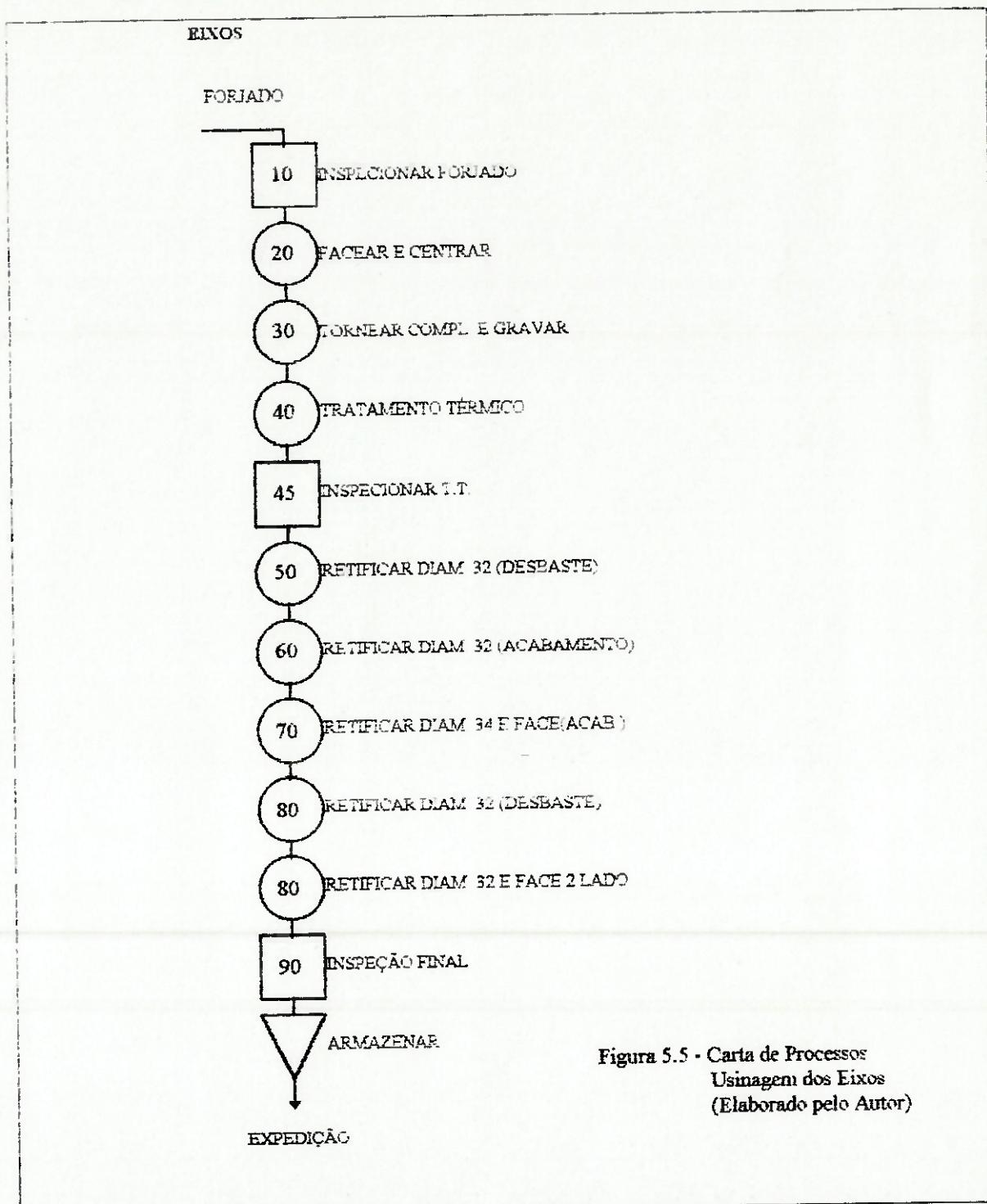


Figura 5.5 - Carta de Processos
Usinagem dos Eixos
(Elaborado pelo Autor)

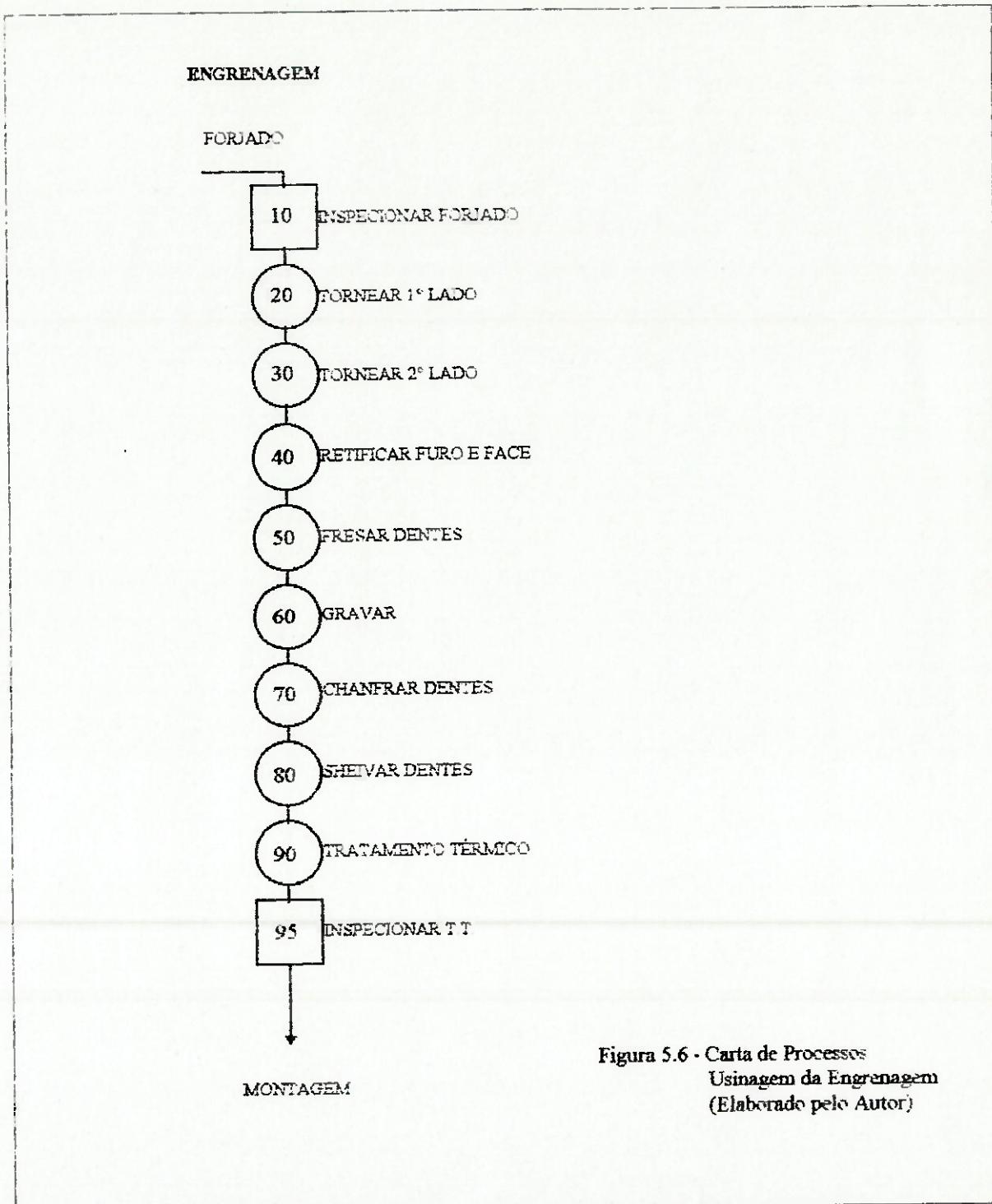
5.3.7.- ENGENAGENS

As engrenagens são fornecidas por outro fabricante, porém passarão a ser fabricadas pela CIP, seguindo o seguinte roteiro:

OP. DESCRIÇÃO

- 10 INSPECIONAR FORJADO
- 20 TORNEAR 1º LADO
- 30 TORNEAR 2º LADO
- 40 RETIFICAR FURO/FACE
- 50 FREAR DENTES
- 60 GRAVAR
- 70 CHANFRAR DENTES
- 80 SHEIVAR DENTES
- 90 TRATAMENTO TÉRMICO
- 95 INSPECIONAR TRATAMENTO TÉRMICO

Na figura 5.6 temos a carta de processos para a produção de Engrenagens.



5.4.- SERVIÇOS DE APOIO

A seguir são comentados os setores da área industrial, tanto de caráter técnico como de suporte.

- **Controle de Qualidade**

Responsável pelo controle de qualidade na recepção de matérias primas, nas operações de fabricação e tratamento térmico (que é realizado por terceiros) e pela inspeção final dos produtos, além de elaborar e arquivar todos os registros e documentação relativos ao controle de qualidade. Este setor está sendo reforçado com a implantação da norma ISO 9000, abrangendo desde o recebimento de matéria-prima até a entrega do produto acabado, com a certificação prevista para junho de 1996.

Realiza as inspeções das operações de acordo com a programação da produção, fazendo as medições segundo a Folha de Operações do Setor de Engenharia e Processos que é afixada junto às máquinas. Este setor é responsável também pela manutenção dos instrumentos de controle de qualidade, fazendo a medição de dispositivos e calibradores e a aferição de instrumentos de medição de acordo com a programação feita pelo sistema de manutenção.

- **Engenharia e Processos**

Responsável pela definição dos roteiros e processos, elaboração das Fichas de Processo (Anexo A) e Folhas de Operações (Anexo B), medição dos tempos de operação, projeto de dispositivos e ferramentas (com participação do Setor de Manutenção e Ferramentaria).

O Setor faz a determinação, também, de dispositivos, calibradores e procedimentos de controle de qualidade (indicação do local para gravação de código de identificação da matéria-prima utilizada na peça, descrição do

instrumento de medição, freqüência com que o operador efetua a medição de cada item e a quantidade de peças que o inspetor do Setor de Controle da Qualidade mede cada vez que passa pelo posto da operação).

- Compras

A Empresa implantou um sistema de parceria com seus fornecedores, trabalhando com apenas um fornecedor para cada tipo de matéria-prima (barras, forjados e fundidos) ou suprimentos (peças, ferramentas, etc...). Apenas no caso dos forjados existem três fornecedores, porém o fornecedor principal é responsável por 90,0 % dos forjados e os outros dois fornecem apenas forjados de dimensões e características que não são produzidos pelo primeiro.

Em relação aos suprimentos, é feita a ordem de compra quando requisitada pelo almoxarifado. Para as matérias primas, é enviada, todo mês, aos fornecedores a lista com as necessidades para os próximos três meses, sendo que a previsão para o mês seguinte vem detalhada com as datas de entrega e respectivas quantidades (entregas são semanais). Essa programação é fornecida pelo Setor de PPCP com base no planejamento feito.

Além disso o Setor de Compras faz pesquisas de preços para comparação dos atuais fornecedores e para a seleção de novos fornecedores quando necessário.

- Almoxarifado

Faz o abastecimento de suprimentos para a fabrica, trabalhando com um estoque mínimo para os produtos, quando se atinge a quantidade mínima para um determinado produto faz a requisição de compra.

Recebe a matéria-prima e informa ao Setor de Controle de Qualidade da necessidade de inspeção. Os fornecedores estão cadastrados no Sistema de

Recebimento, que também mantém um histórico das entregas e do controle de qualidade no recebimento, com base nisso é feita uma classificação dos fornecedores, sendo que os que não apresentem problemas de qualidade são considerados como fornecedores com qualidade assegurada e neste caso existe um sorteio em que a chance de se exigir a inspeção no recebimento é de apenas 25 %. O almoxarifado é responsável também pela expedição de produtos acabados e pelo controle do estoque de matéria-prima e acabados.

Na armazenagem dos materiais são utilizadas caçambas de tamanho padrão, a matéria-prima (forjados e fundidos) é entregue e recebida nesse tipo de caçamba, o mesmo ocorrendo na expedição dos produtos acabados, que é acondicionado no mesmo tipo de caçamba.

A movimentação desses materiais se dá na própria caçamba, com o auxílio de equipamentos de movimentação do tipo paleteiro ("jacaré"). Para a movimentação entre os setores, onde não há a necessidade ou quantidade que justifique o uso das caçambas, a movimentação é feita em pequenos carrinhos de rodas, sendo praticamente uma bancada sobre rodas, que é usado também para o transporte de material para o setup de máquinas (dispositivos e ferramentas).

- PPCP

O planejamento é realizado segundo a necessidade dos clientes, que enviam mensalmente a previsão de entregas para os próximos três meses, sendo que para o mês seguinte é detalhado com as datas de entrega e respectivas quantidades (as entregas são semanais, em geral) e levando em consideração o cronograma de manutenção e a capacidade das máquinas.

Inicialmente é realizado um planejamento mensal para a distribuição da produção, segundo as datas de entrega. O planejamento semanal define os produtos e quantidades a serem feitos a cada dia. Diariamente é passada a programação definida para cada setor e máquinas.

- Usinagem

Responde pelo mão-de-obra direta da Empresa. Aqui estão alocados os funcionários diretamente envolvidos na produção. Compreende os operadores das máquinas, ajudantes e os mestres, responsáveis pela supervisão e controle da produção. Realiza o apontamento da produção e o registro no sistema.

- Montagem e Pintura

Responsável pela montagem dos equipamentos para manutenção de vias férreas. Responde pela área da serralheria e montagem e pela cabine de pintura. Este setor também fabrica as bancadas, estantes e esteiras de transporte para os outros setores da produção.

- Manutenção e Ferramentaria

A manutenção é feita de acordo com o cronograma elaborado pelo Sistema de Manutenção, que tem registros, para cada máquina, dos intervalos para cada tipo de intervenção (lubrificação, troca de componentes, etc...) e alimentado com os dados do PPCP para a determinação das necessidades de manutenção. O Sistema conta também com um histórico de intervenções e controle de quebras por máquinas (registro da manutenção corretiva). A manutenção elétrica e das linhas de ar comprimido é realizada por terceiros.

A ferramentaria se destina a fabricar ferramentas e dispositivos para as máquinas. Também participa no desenvolvimento dessas peças e dispositivos junto ao Setor de Engenharia e Processos.

Também é responsável pela Sala de Preparação, onde são guardados os dispositivos usados nas máquinas e que são preparados conforme a programação da produção de forma a diminuir o tempo de setup nas máquinas e onde está instalado um terminal de micro-computador para

acessar aos programas das máquinas controladas por computador (Comando Numérico), manter os registros e emitir os relatórios de programação de paradas da manutenção preventiva e incluir os dados do apontamento da produção.

- Informática

A Empresa está bem informatizada, possuindo uma rede de micro-computadores e sistemas integrando todos os setores (tanto da área industrial como a administrativa), possuindo inclusive um terminal junto à produção.

Este setor faz a programação, instalação, atualização e manutenção dos sistemas instalados, recorrendo a terceiros em casos específicos, por exemplo para a aquisição do módulo de PCP, etc... Também faz a manutenção da rede de micro-computadores, sendo responsável pela segurança do sistema e pela integridade dos dados.

5.5.- TEMPO

Está estimado que a transferência deve ser feita no inicio do segundo semestre (meados de julho), ocorrendo a plena operação da linha na empresa no inicio de agosto.

O horizonte de operação da linha é indeterminado. Atualmente não há nenhum prazo para interrupção da fabricação ou substituição do conjunto.

6.- ANÁLISE DOS DADOS

6.1.- CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Como já foi anteriormente comentado, o layout na empresa é do tipo funcional (por processos) havendo a ocorrência de suas desvantagens:

- Presença de grandes estoques em processo
- Muito manuseio e transporte de materiais
- Supervisão mais difícil

Com a inclusão do novo produto, haverá a incorcoração das máquinas usadas pelo Cliente na sua fabricação. Optou-se por não incluí-las no layout atual, porque essa inclusão acarretaria um estudo do layout dos setores para a manutenção de um layout que atualmente é insatisfatório e agravaria os problemas já existentes. Para o caso de incluí-las no projeto do novo layout geral da fábrica, não haveria tempo hábil de completar o layout detalhado no prazo previsto de sua instalação.

Foi decidido que a instalação das máquinas será feita na área que atualmente está livre. O layout a ser adotado será o celular, de acordo com as características das peças (semelhantes) e operações (as máquinas que usinam as duas peças realizam a mesma operação em ambas, não havendo a necessidade de troca de ferramentas ou setup). Com isso teremos os benefícios imediatos apresentados pelas vantagens oferecidas por tal arranjo:

- Fluxo de materiais mais organizado
- Programação da produção mais simplificada e racional

- Controle visual das operações
- Menos trocas de ferramentas (menores tempos de preparação). Neste caso, as máquinas que exigem troca de ferramentas dispõe de mandril para troca rápida e os tempos de preparação são nulos
- Diminuição de estoques intermediários e movimentação de materiais, minimizando custos de armazenagem e movimentação

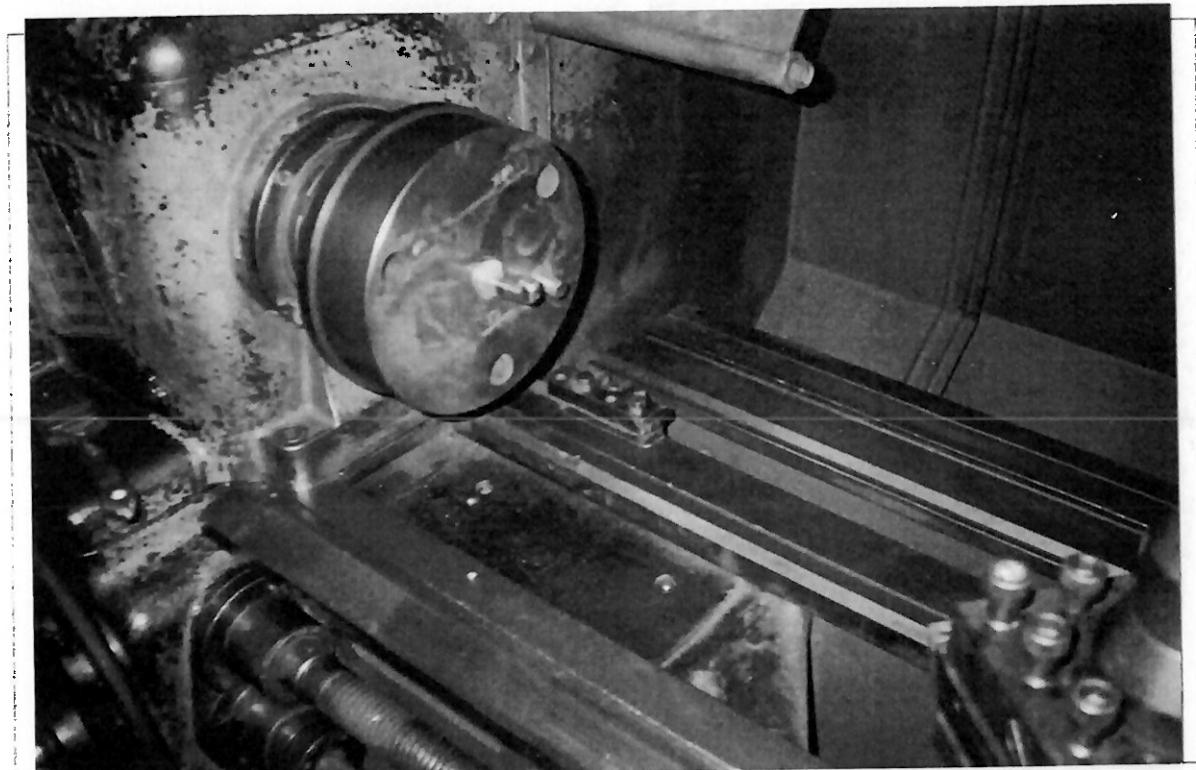
Devido às características dos equipamentos, dispositivos e ferramentas empregados (desenvolvidos para a usinagem da carcaça e da tampa), a célula não oferecerá flexibilidade para a introdução de produtos novos ou da atual linha de produção da Empresa, porém isso se dá pela própria especificidade dos equipamentos e pela diferença entre os produtos usinados nela e os que fazem parte da linha de produtos fabricados atualmente pela Empresa. Isso acarretará também a ocorrência de máquinas paradas, pela dedicação dos equipamentos à célula.

Com esse projeto e instalação, teremos maiores subsídios para efetuar o projeto de mudança do layout atual, adotando um arranjo focalizado por produtos (ou famílias de produtos) com a adoção de células, semi-células ou sub-fábricas diversificadas.

6.2.- MUDANÇAS NO PROCESSO

6.2.1.- USINAGEM

Para a operação realizada na máquina 195 - RETÍFICA PLANA DE SEGMENTO foi escolhido um torno, porque se deve fazer o faceamento dos dois lados da tampa, porém não é necessário que tenha a precisão apresentada por uma retífica. Foi feito um dispositivo pneumático de fixação na máquina 023 - TORNO TOVAGLIERI (máquina pertencente à Empresa) e o tempo da operação resultou em 4,2 minutos, sendo aprovada a substituição. Na Fotografia 6.1 temos o dispositivo de fixação e na Fotografia 6.2 temos o exemplo de uma peça fixada.



Fotografia 6.1- Dispositivo de fixação - Máquina 023 - Torno Tovaglieri



Fotografia 6.2- Peça fixada - Máquina 023 - Torno Tovagliari

A máquina 452 - LAVADORA não está disponível para transferência e foi escolhida uma lavadora de pequeno porte da SEMCO/HOBART para integrar a célula. Essa lavadora possui regulagens para temperatura da água e tempo do ciclo. Neste trabalho manteremos o mesmo código para a máquina, apenas alterando a descrição para 452 - LAVADORA SEMCO/HOBART.

Da tabela 5.1, vemos que o processo mais demorado (considerando a usinagem da carcaça e respectiva tampa) e que pode ser considerado o gargalo no processo total, é o realizado na máquina 584 - Furadeira Radial FS.1000 (que possui mandril de troca rápida e dispositivo de fixação com gabaritos para furos), com tempo total de 5,8 minutos divididos em:

- Carcaça

ABRIR FUROS, FAZER ROSCAS E REBAIXOS 4,1 min

- Tampa:

FURAR E FAZER REBAIXOS 1,7 min

Detalhando as operações feitas temos:

- Carcaça

Abrir furos na face externa

Fazer roscas nos furos de fixação na tampa

Abrir furos dos tampões (alargar entrada dos furos de lubrificação)

Fazer rebaixos nos furos de fixação no motor

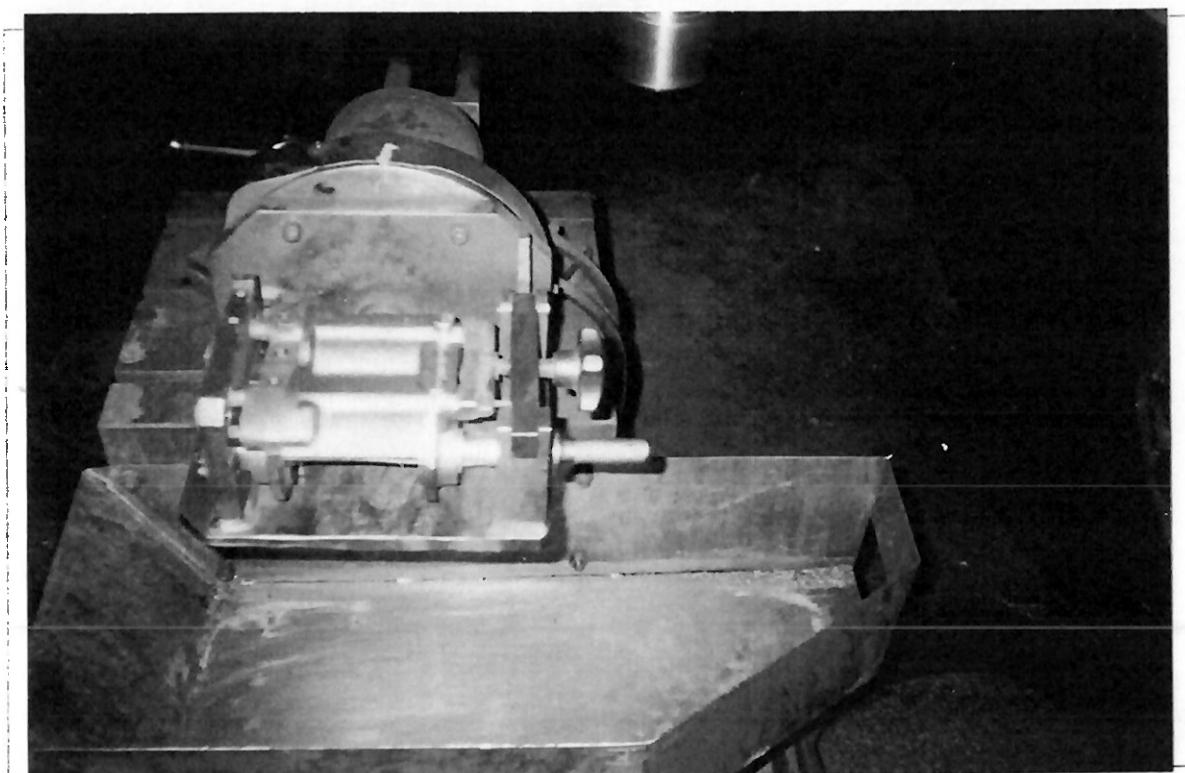
- Tampa

Abrir furos dos tampões (alargar entrada dos furos de lubrificação)

Fazer rebaixos nos furos de fixação no motor

As operações de Abrir furos dos tampões e Fazer rebaixos nos furos de fixação no motor são as mesmas nas duas peças. Como são dois furos de pequeno diâmetro e profundidade, e a profundidade dos furos dos tampões é controlada manualmente (através da escala da furadeira), foi proposto o uso de uma furadeira de bancada para fazê-los. Para essa operação foi escolhida a máquina 075 - FURADEIRA SHULZ (pertencente à Empresa), e serão feitos um suporte para posicionamento das peças e uma broca com limite de curso para eliminar a necessidade de controle de curso.

A operação de fazer rebaixos não tem gabaritos no dispositivo de fixação, pois a ferramenta é guiada pelo furo já existente. Foi proposto que ela fosse passada para a máquina 513 - FURADEIRA RADIAL GSP 405, pois esta máquina também está equipada com mandril de troca rápida e o dispositivo de fixação da peça (tampa + carcaça) não impede o acesso aos furos (na Fotografia 6.3 temos a peça fixada na máquina 513, com o lado onde são feitos os rebaixos à mostra), sendo necessário apenas passar a ferramenta de uma máquina para a outra. Esta proposta foi adotada pelo Cliente.



Fotografia 6.3- Peça fixada - Máquina 513 - Furadeira Radial GSP

Com essas duas medidas, a tampa não passará pela máquina 584, e esta deixará de ser o gargalo, que passa a ser a máquina 792 - FRESADORA VERTICAL PFV (não disponível para transferência), que será substituída pela máquina 160 - FRESADORA VERTICAL BOHLE. Nesta operação é feito o

faceamento da face interna dos furos e da face superior da carcaça em uma passada. Neste caso teríamos a opção de tentar aumentar a velocidade de usinagem, porém, de acordo com informação obtida junto ao Cliente, o aumento de velocidade nesse caso implica na degradação da qualidade na operação. Desse modo a máquina 160 acaba sendo o gargalo no processo.

A produção necessária é de aproximadamente 825 conjuntos por semana (3300 por mês). A capacidade da máquina 160, operando 8 horas por dia é de aproximadamente 445 conjuntos por semana para um turno. Portanto operando em dois turnos ela produz aproximadamente 890 conjuntos por semana satisfazendo a demanda futura. Como já foi comentado, o balanceamento da produção se fará pela mão-de-obra, de forma a privilegiar um fluxo de matérias mais organizado e contínuo, evitando estoques intermediários.

6.2.3.- MONTAGEM

Na colocação das buchas na carcaça+tampa e na montagem das engrenagens nos eixos temos a ocorrência de ajuste furo/eixo com interferência. Para eliminar o aquecimento das engrenagens e o resfriamento das buchas foi proposto que essas montagens sejam feitas por pressão, com o uso de uma prensa.

No caso da montagem das engrenagens nos eixos essa mudança não é possível, pois a prensagem da engrenagem no eixo acarretaria avarias no mesmo pelo arrasto produzido.

Nas buchas, o arrasto pode tampar os furos para circulação do óleo, impedindo a lubrificação dos mancais. Isso pode ser resolvido com a utilização de outro tipo de buchas, que está sendo estudado pelo Cliente para um novo modelo de compensador que entrará na montagem de um novo

modelo de motor, porém isso depende do projeto de uma nova bucha e testes, que permite inclusive a orientação da mesma em relação ao furo e seria mais barata por necessitar de menos operações de usinagem.

Como essas mudanças não são possíveis, manteve-se o processo original, apenas acrescentando a inspeção final a ser feita e a injeção de óleo no conjunto, para que ele já esteja lubrificado na ocasião da montagem no motor e para a primeira partida do mesmo, e o embalamento. Temos ainda que acrescentar o tanque de nitrogênio na relação de equipamentos, a ser descrito como TN2 - RECIPIENTE CRIOGÊNICO.

Para a proteção dos conjuntos durante o transporte até o Cliente, e evitar danos como amassados nos dentes das engrenagens. o acondicionamento dos conjuntos na caçamba de transporte será feito com o uso de separadores de papelão ondulado e placas de madeirite entre as camadas de conjuntos colocadas.

6.3.- ROTEIROS

Com as mudanças acima podemos definir os roteiros de fabricação que serão usados na Empresa.

5.3.1.- USINAGEM DA CARCAÇA

OP.	DESCRIÇÃO	MAQ.
10	FRESAR FACE INT., FUROS E FACE SUPERIOR	160
20	DESBASTAR 2 FUROS DIAM. 36	956
30	ABRIR FUROS LUBRIFICAÇÃO	838
40	ABRIR FUROS FIXAÇÃO MOTOR (2x DIAM. 11,0)	665
50	ABRIR FUROS FIXAÇÃO TAMPA (2x DIAM. 8,5)	799
60	ABRIR FUROS E FAZER ROSCAS	584
70	ABRIR FUROS DOS TAMPÕES	075
	LAVAR	452

Na figura 6.1 temos a carta de processo para a usinagem da carcaça.

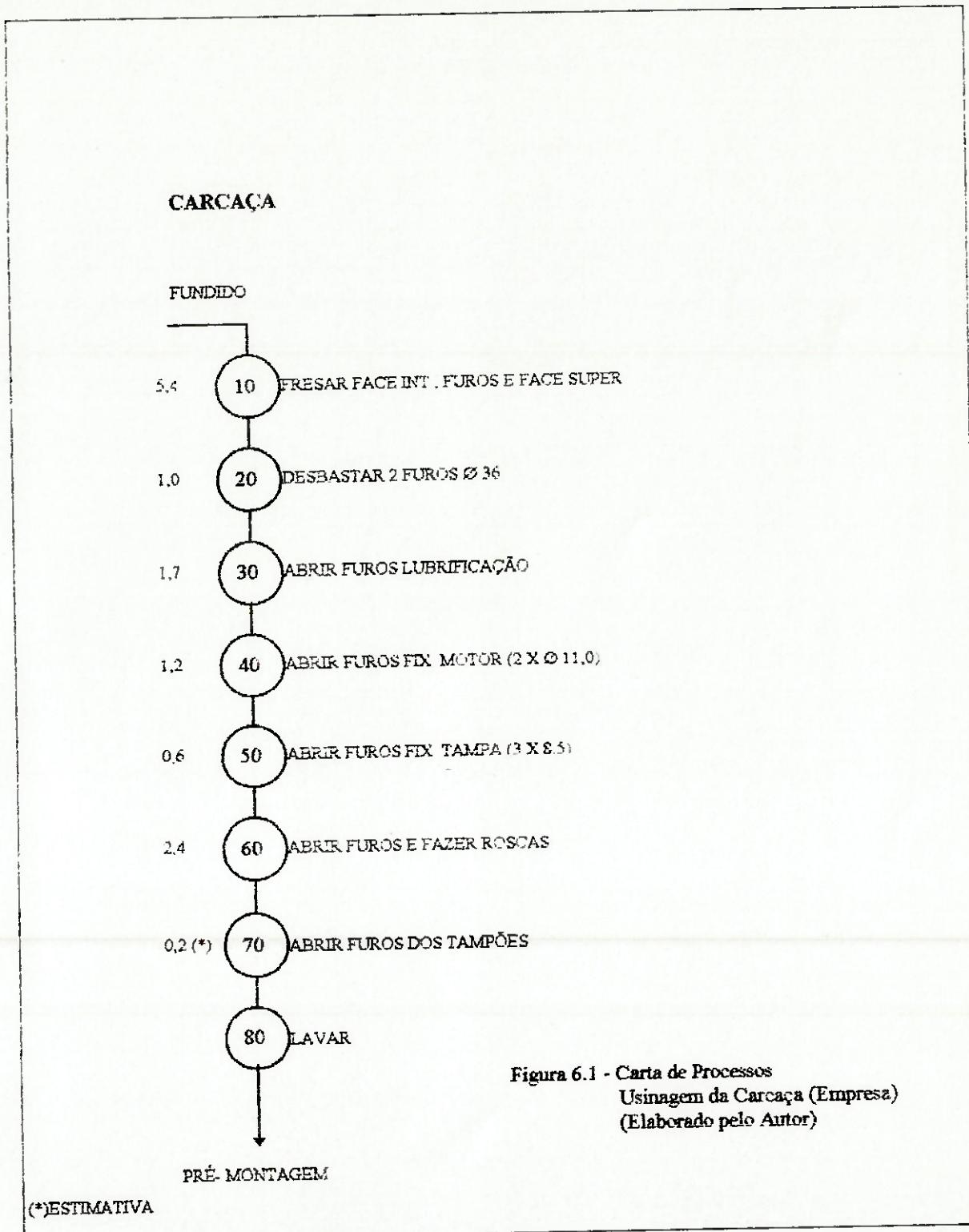


Figura 6.1 - Carta de Processos
Usinagem da Carcaça (Empresa)
(Elaborado pelo Autor)

6.3.2.- USINAGEM DA TAMPA

OP.	DESCRIÇÃO	MAQ.
10	FACEAR 2 LADOS	023
20	DESBASTAR 2 FUROS DIAM. 36	956
30	ABRIR FUROS LUBRIFICAÇÃO	838
40	ABRIR FUROS FIXAÇÃO MOTOR (2x DIAM.11,0)	665
50	ABRIR FUROS FIXAÇÃO CARCAÇA (2x DIAM. 8,5)	161
60	ROSQUEAR	450
70	ABRIR FUROS DOS TAMPÕES	075
80	LAVAR	452

Temos a carta de processo para a usinagem da tampa na Figura 6.2.

TAMPA

FUNDIDO

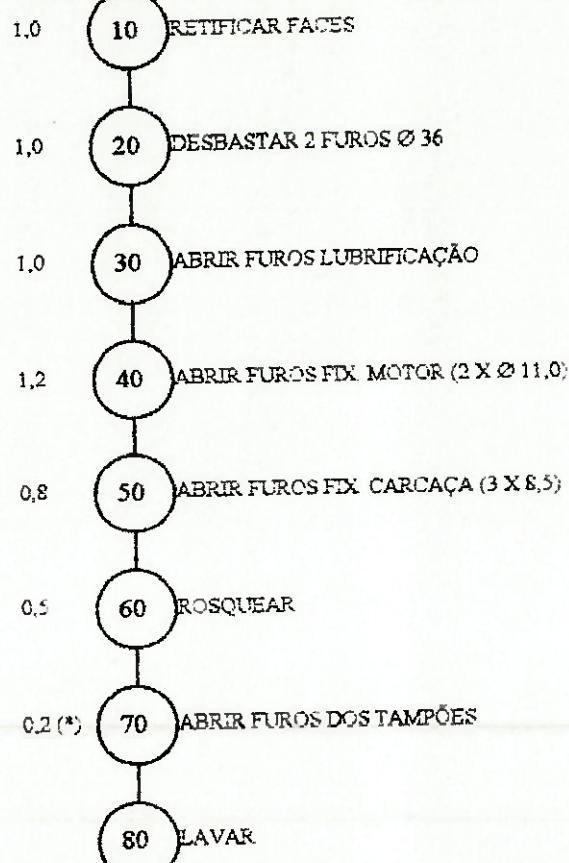


Figura 6.2 - Carta de Processos
 Usinagem da Tampa (Empresa)
 (Elaborado pelo Autor)

(*)ESTIMATIVA

Com os dados dos roteiros e os tempos obtemos a tabela 6.1, conjugando a carta de processos múltiplos e os tempos das operações para a Empresa.

Operação	Máquina	Seqüencia		Tempos (min)			Total
		Carcaça	Tampa	Carcaça	Tampa		
Fresar	792	1		5,4			5,4
Facear	023		1		4,2		4,2
Desbaste	956	2	2	1,0	1,0		2,0
Furar	838	3	3	1,7	1,0		2,7
Furar	665	4	4	1,2	1,2		2,4
Furar	161		5		0,8		0,8
Furar	799	5		0,6			0,6
Furar	584	6		2,4			2,4
Rosquear	450		6		0,5		0,5
Furar	075	7	7	0,2 (*)	0,2 (*)		0,4(*)
Lavar	452	8	8				

(*)estimativa

Tabela 6.1 - Carta de Processos Múltiplos e Tempos das Operações
(Elaborado pelo Autor)

6.3.3.- USINAGEM DA CARCAÇA+TAMPA

OP.	DESCRIÇÃO	MAQ.
10	LIXAR E MONTAR	000
20	FURAR, ALARGAR E FAZER REBAIXOS	513
30	FRESAR	141
40	MANDRILAR E INSPECIONAR	388
50	LAVAR CONJUNTO	452

Na Figura 6.3 temos a carta de processos para a usinagem da Carcaça + Tampa para a Empresa.

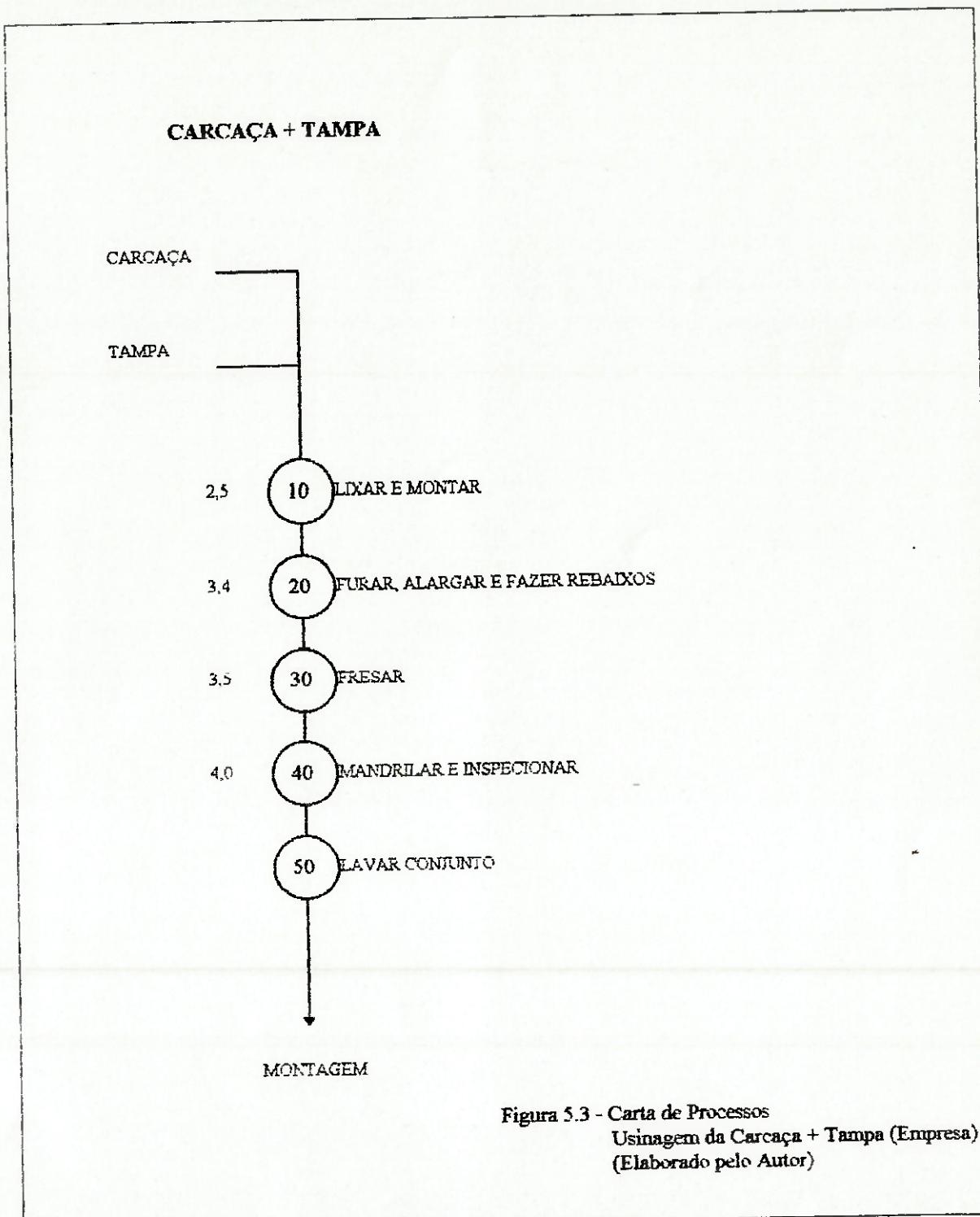


Figura 5.3 - Carta de Processos
Usinagem da Carcaça + Tampa (Empresa)
(Elaborado pelo Autor)

6.3.4.- MONTAGEM FINAL

OP. DESCRIÇÃO

10	REFRIGERAR BUCHAS	
20	COLOCAR BUCHAS	
30	COLOCAR TAMPÕES	
40	AQUECER ENGRANAGENS	230
50	MONTAR PAR DE EIXO + ENGRANAGEM	
60	DESMONTAR TAMPA + CARCAÇA	
70	COLOCAR ARRUELAS DE ENCOSTO E ALINHAR EIXOS	
80	PARAFUSAR CONJUNTO	
90	INSPEÇÃO FINAL	
95	INJETAR ÓLEO E EMBALAR	

Na Figura 6.4 temos a carta de processos para a Montagem Final dos Conjuntos.

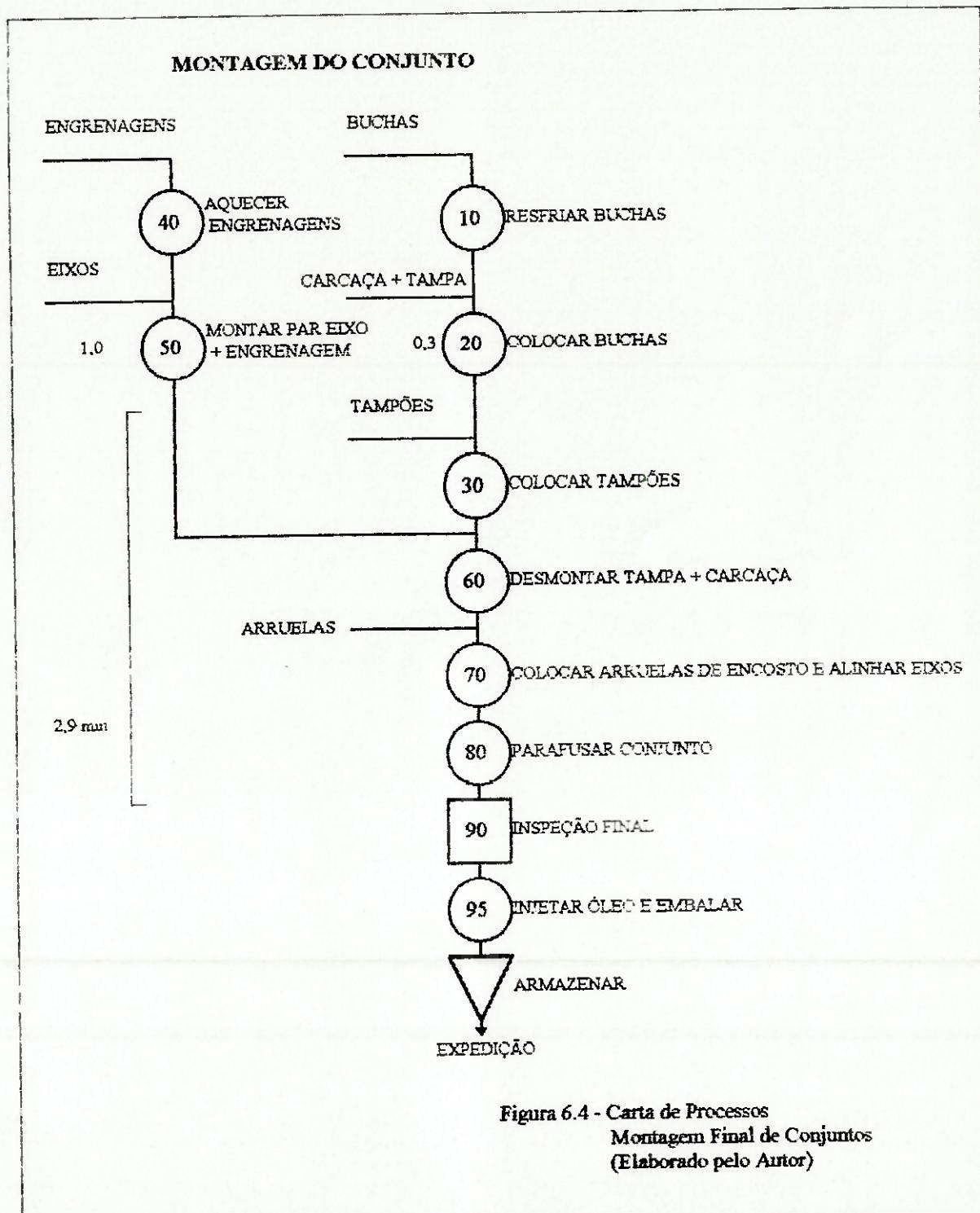


Figura 6.4 - Carta de Processos
Montagem Final de Conjuntos
(Elaborado pelo Autor)

6.4.- INTER-RELACÕES ENTRE ATIVIDADES

Neste item determinaremos a inter-relação entre as atividades, com base em diagramas de fluxos. Para identificar as operações usaremos o número das máquinas e no caso das montagens ou operações realizadas em bancada usaremos os códigos da tabela 6.2 (que serão usados também para o registro das bancadas e nos templates).

CÓDIGO	OPERAÇÃO
BPM	Pré-montagem da carcaça + tampa
BMF	Montagem final do conjunto
BME	Montagem da engrenagem no eixo
BN2	Montagem das buchas na carcaça + tampa
BIO	Injeção de óleo e embalar

Tabela 6.2.- Códigos das operações
(elaborado pelo autor)

Usaremos também as convenções de figuras e linhas contidas na figura 6.4.

Convenção para as linhas de fluxo:		Convenção para as figuras:	
Linhas de	Peças	Operações:	Código
.....	Buchas	FACEAR	160
-----	Tampa ou Engrenagem		
-----	Eixo ou Eixo + Engrenagem	Operação	
-----	Carcaça + Tampa		
-----	Conjunto Montado		

Figura 6.5 - Convenções para diagramas
(elaborado pelo autor)

As linhas de fluxo foram consideradas segundo o tamanho e quantidade das peças. Levou-se em conta a quantidade porque para cada conjunto temos dois eixos, duas engrenagens e quatro buchas. O fluxo arruelas e parafusos não serão considerados pelo seu baixo peso e volume.

Verificaremos a inter-relação entre as atividades tendo como base os roteiros já determinados e as cartas de processo, através dos seguintes diagramas de fluxo:

- Figura 6.6 - Usinagem da Carcaça e da Tampa (USINAGEM 1)
- Figura 6.7 - Usinagem da Carcaça + Tampa (USINAGEM 2)
- Figura 6.8 - Montagem do Conjunto (MONTAGEM)
- Figura 6.9 - Processo Completo (integração das três partes acima)

Além dessas três partes do processo, ainda faremos referência aos setores de Estoque de Matéria-Prima e Produtos Acabados (ESTOQUE) e Retíficas (RETÍFICA) que se relacionam com o processo, que no entanto não serão alterados no estudo do layout.

Não estamos levando em consideração os setores de apoio, pois não abordaremos a mudança de setores nem o layout geral neste trabalho. Analisando o processo vemos que a única inter-relação não baseada no fluxo que devemos considerar é entre as operações de aquecer as engrenagens e a montagem das mesmas nos eixos, devido à necessidade de proximidade entre as atividades, para evitar o excessivo manuseio da peça aquecida.

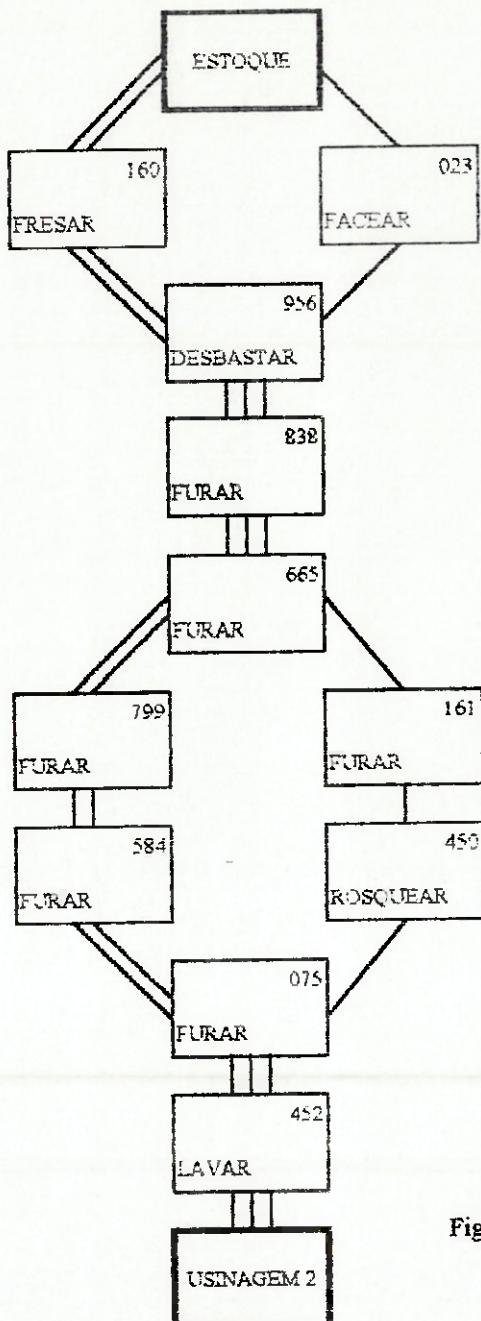


Figura 6.6 - Diagrama de Fluxos
Usinagem da Carcaça e Tampa
(USINAGEM 1)
(Elaborado pelo Autor)

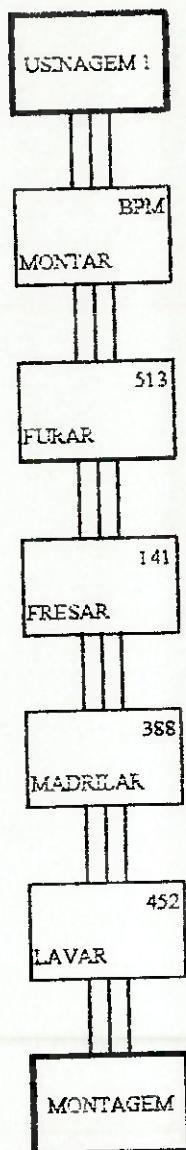


Figura 6.7 - Diagrama de Fluxos
Usinagem da Carcaça + Tampa
(USINAGEM 2)
(Elaborado pelo Autor)

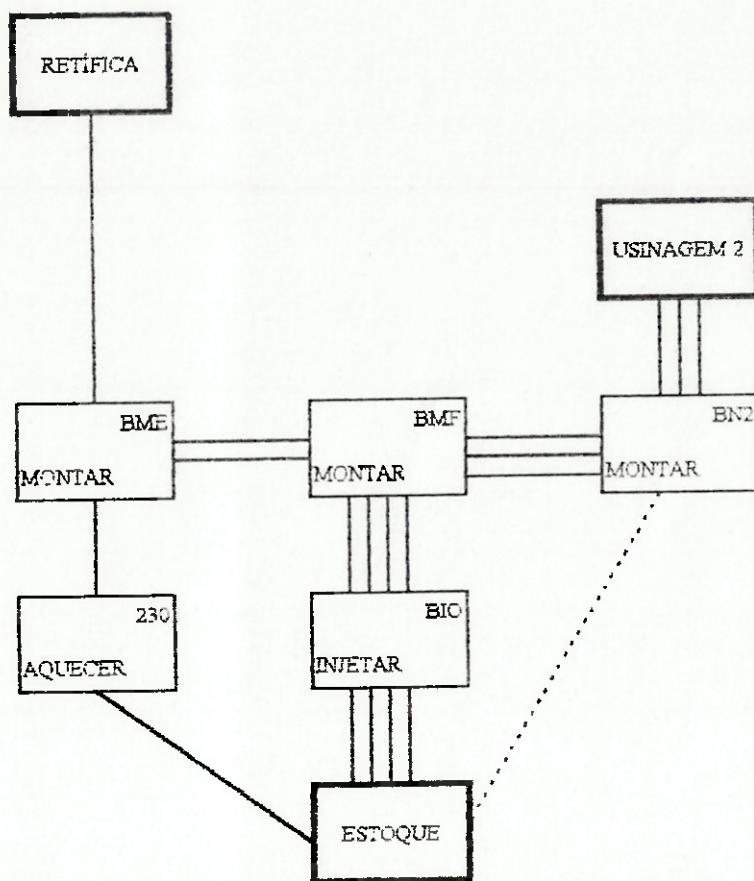
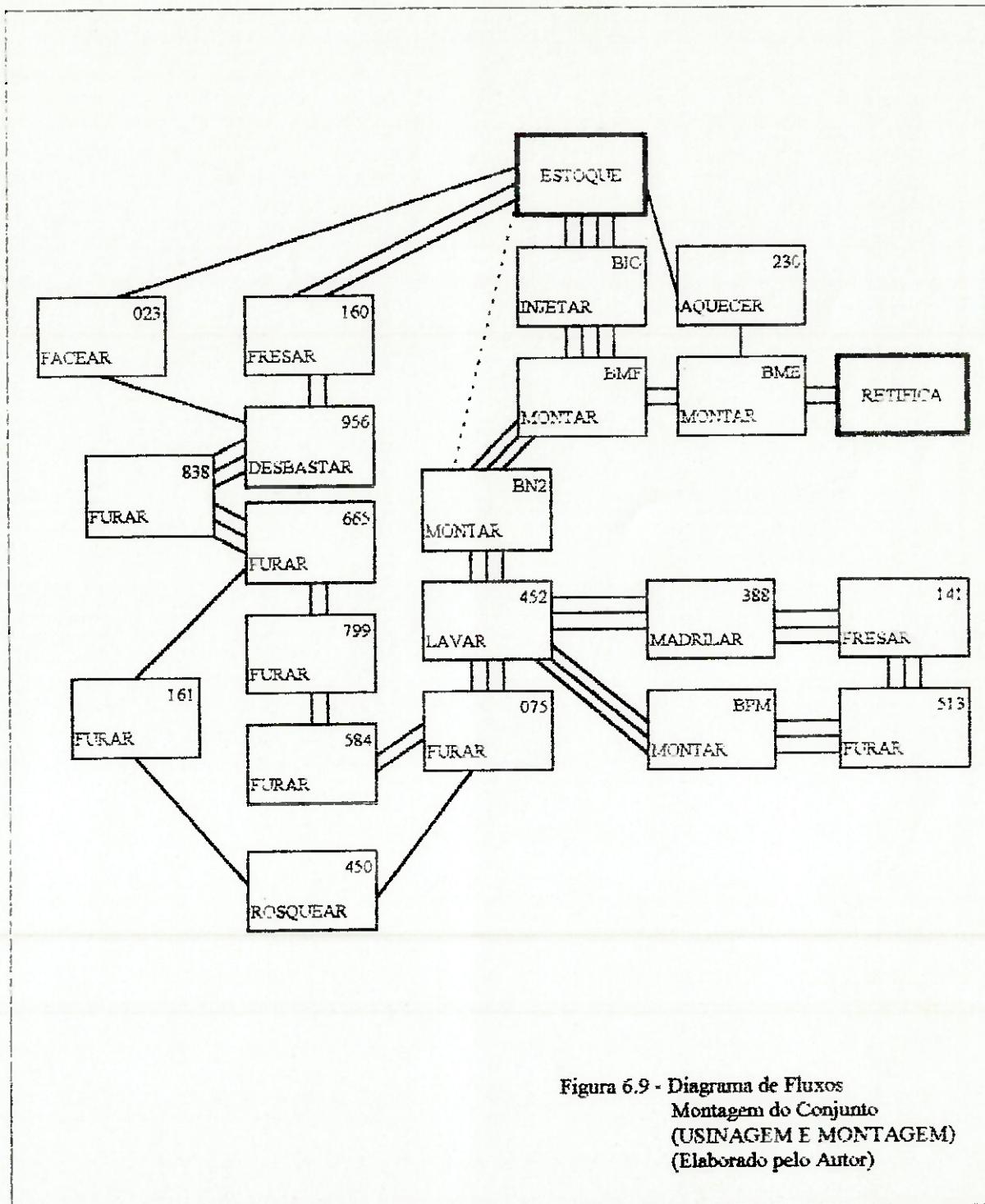


Figura 6.8 - Diagrama de Fluxos
Montagem do Conjunto
(MONTAGEM)
(Elaborado pelo Autor)



6.5.- DETERMINAÇÃO DOS ESPAÇOS

Após determinar a inter-relação entre as atividades, devemos estabelecer a área para cada uma delas, então adaptaremos os espaços ou as áreas ao diagrama de fluxos. Assim desenvolveremos um diagrama de inter-relações entre espaços. Esse diagrama será um arranjo físico imperfeito. A partir dele, e introduzindo correções e ajustes baseados nas considerações de mudanças e limitações práticas, teremos então um arranjo definitivo.

Para a determinação dos espaços iremos utilizar o método de arranjos esboçados, neste caso com a utilização dos templates. Como estamos fazendo o estudo do layout detalhado da usinagem e da montagem, e a área a ser usada para a instalação já está definida não faremos o block layout, com a determinação prévia da área para cada setor (Usinagem e Montagem).

Temos nas figuras 6.10 e 6.11 as sugestões para colocação dos setores, sendo escolhida a opção da figura 6.11, por manter maior integração entre a usinagem e a montagem. O fato do setor de usinagem na figura 6.10 e a usinagem e montagem não estarem grudados na parede deve-se à opção por manter um maior perímetro de acesso à célula.

A orientação do posicionamento obedeceu à inter-relação que esses setores mantêm com os outros, o estoque (para matéria-prima e acabados) e retíficas (últimas operações sofridas pelos eixos).

Na figura 6.12 podemos observar o diagrama de fluxos para a usinagem e a montagem, com o uso dos templates. Foi feito com base no diagrama de fluxo e tentando estabelecer o fluxo em "U", característico do arranjo celular. Isso não foi possível por causa do refluxo no processo, na operação de lavagem das peças após o mandrilamento e antes da montagem. Por isso fizemos o diagrama da figura 6.13 mantendo a lavadora no perímetro da célula para melhor disposição e acesso para a movimentação até a montagem.

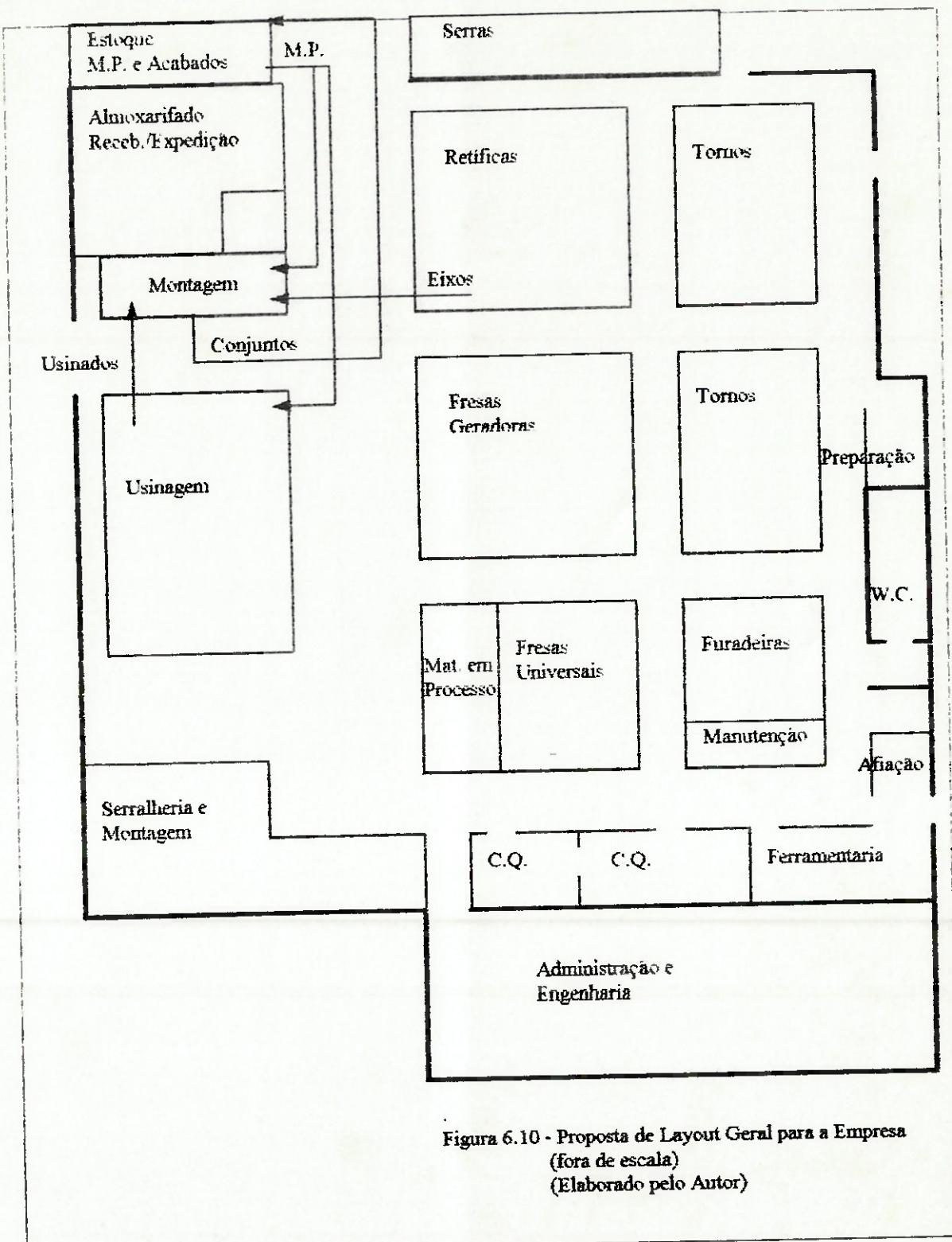


Figura 6.10 - Proposta de Layout Geral para a Empresa
(fora de escala)
(Elaborado pelo Autor)

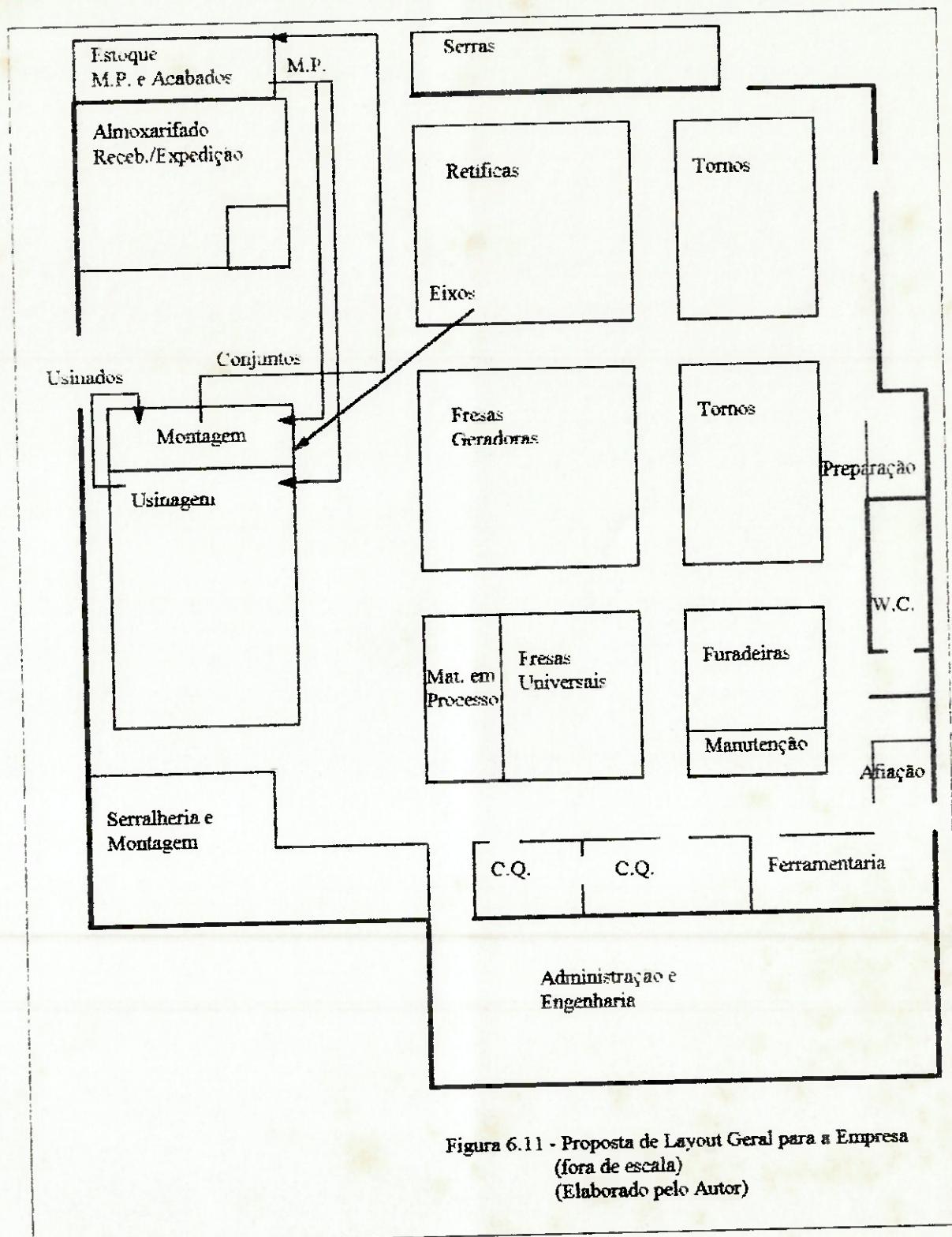
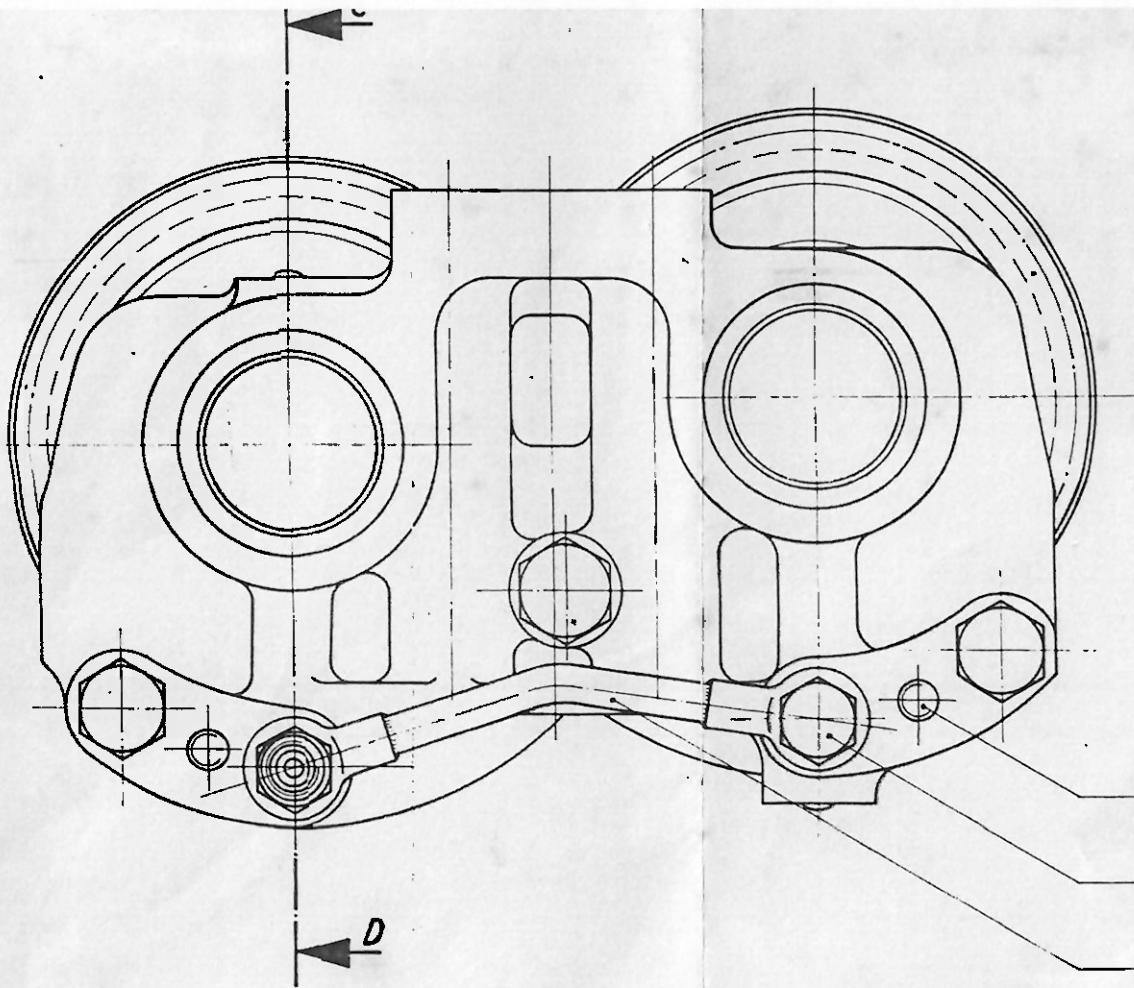


Figura 6.11 - Proposta de Layout Geral para a Empresa
(fora de escala)
(Elaborado pelo Autor)



17	1	TUBO	SUB-CONJ.	39905
16	1	PARAFUSO PERFORADO	SAE 1112 TRE	39910
15	2	PINO CÔNICO DIN 258	SEXT. 9/16" x 30	39912
14	1	ENGRENAGEM	Ø 8 x 55	39004
13	1	CARCAÇA	FORJADO	39902
12	4	TAMPÃO	F9F9 GG-20	39906
11	4	BUCHA DO MANCAL	AL Mg Si 1 F20	39702
10	2	ÁRVORE P/COMP. MASSAS	Ø 7 x 9	39901
9		ARRUELA DE ENCOSTO	CK 45 N	39907
8		CONFORME NECESSIDADE	FORJADO	39909
7		TOTAL 4 PEÇAS	GZ - R95	39911
6	3	PARAF. CAB. SEXT.	DIN 933-8G	M10 x 45
5	3	ARRUELA DE PRESSÃO	DIN 127	8 10
4	4	ARRUELA DE VEDAÇÃO	DIN 9603 AL.	A 10 x 14
3	1	PEÇA ROSCADA	CK - 35 K	SEXT. 14 x 40
2	1	TAMPA P/ MANCAL	F9F9 GG-20	39903
1	1	ENGRENAGEM	SAE 1045	FORJADO
				39003

Nº	Local	Data	Modificações
30			
Descrição			
CONJ. COMPENSADOR DE MASSAS			
II ORDEM		Material	Ref
Páginas		Desenho N.º	
Folha			

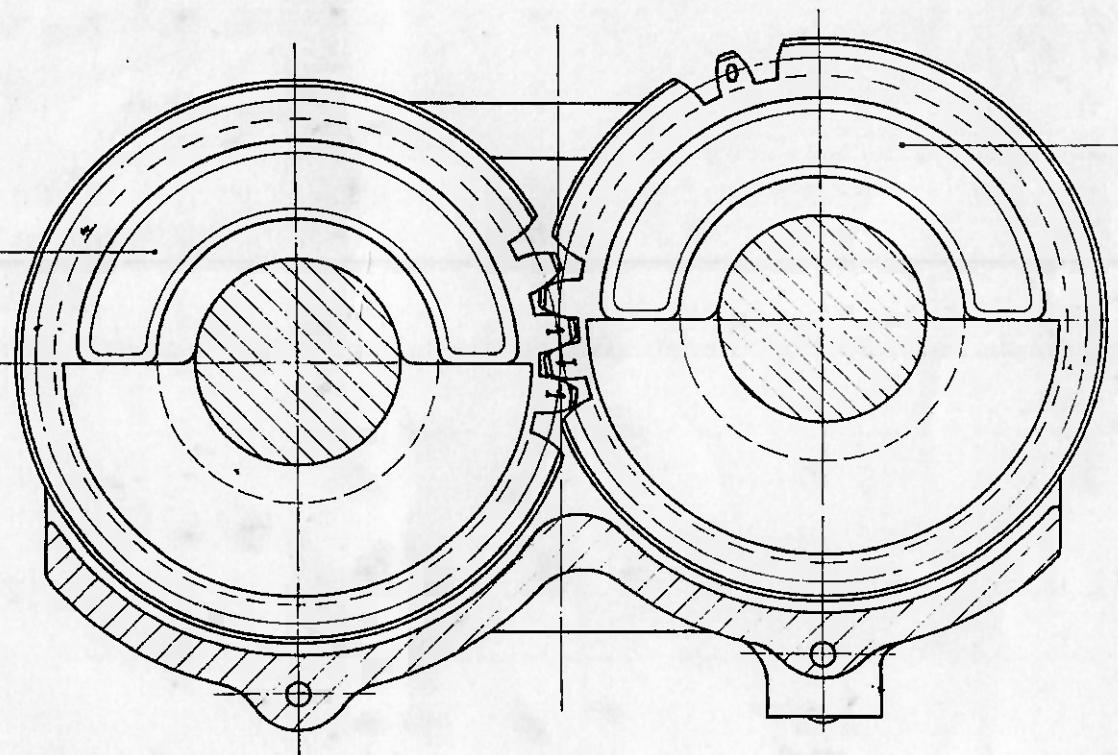
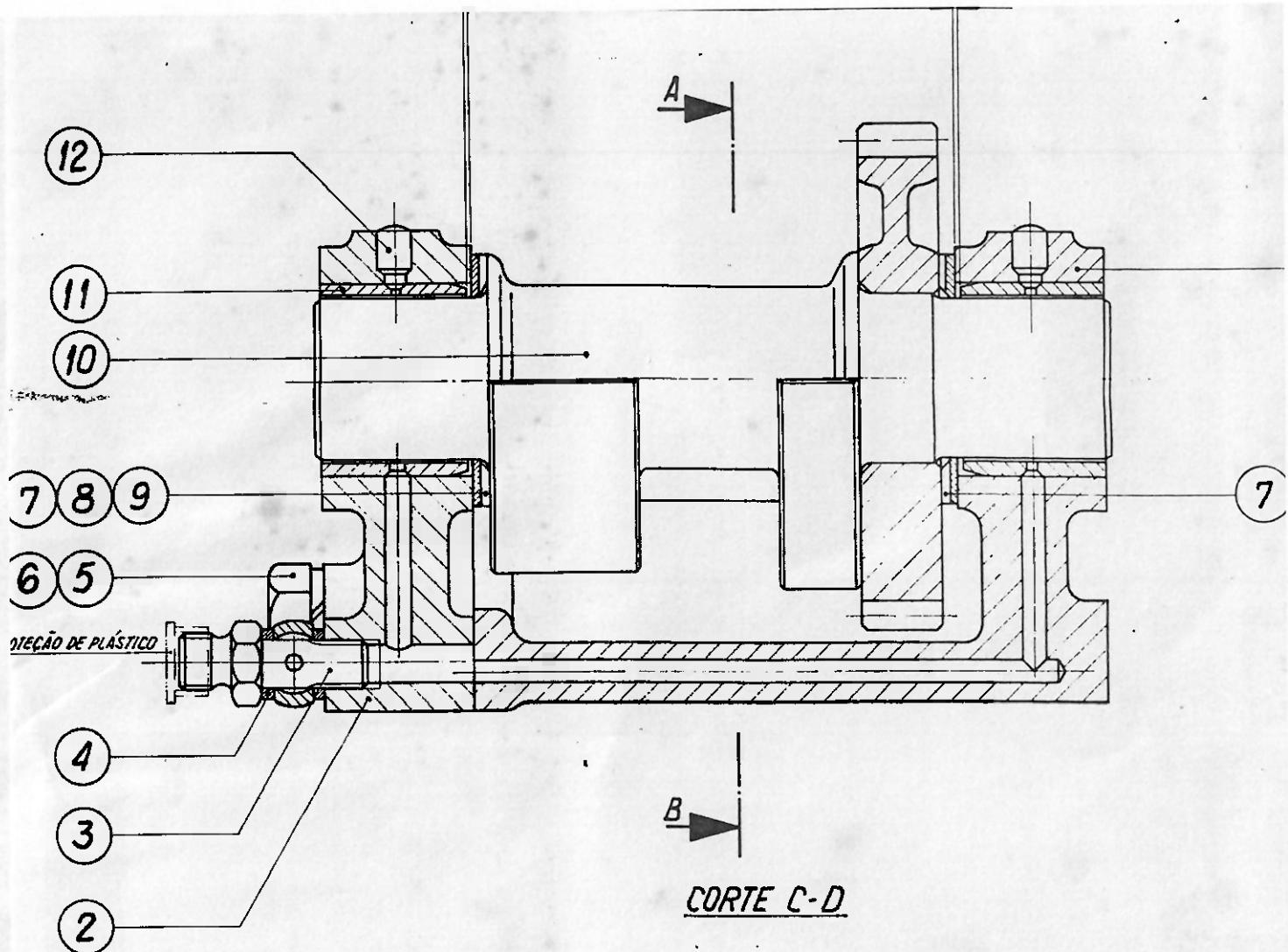
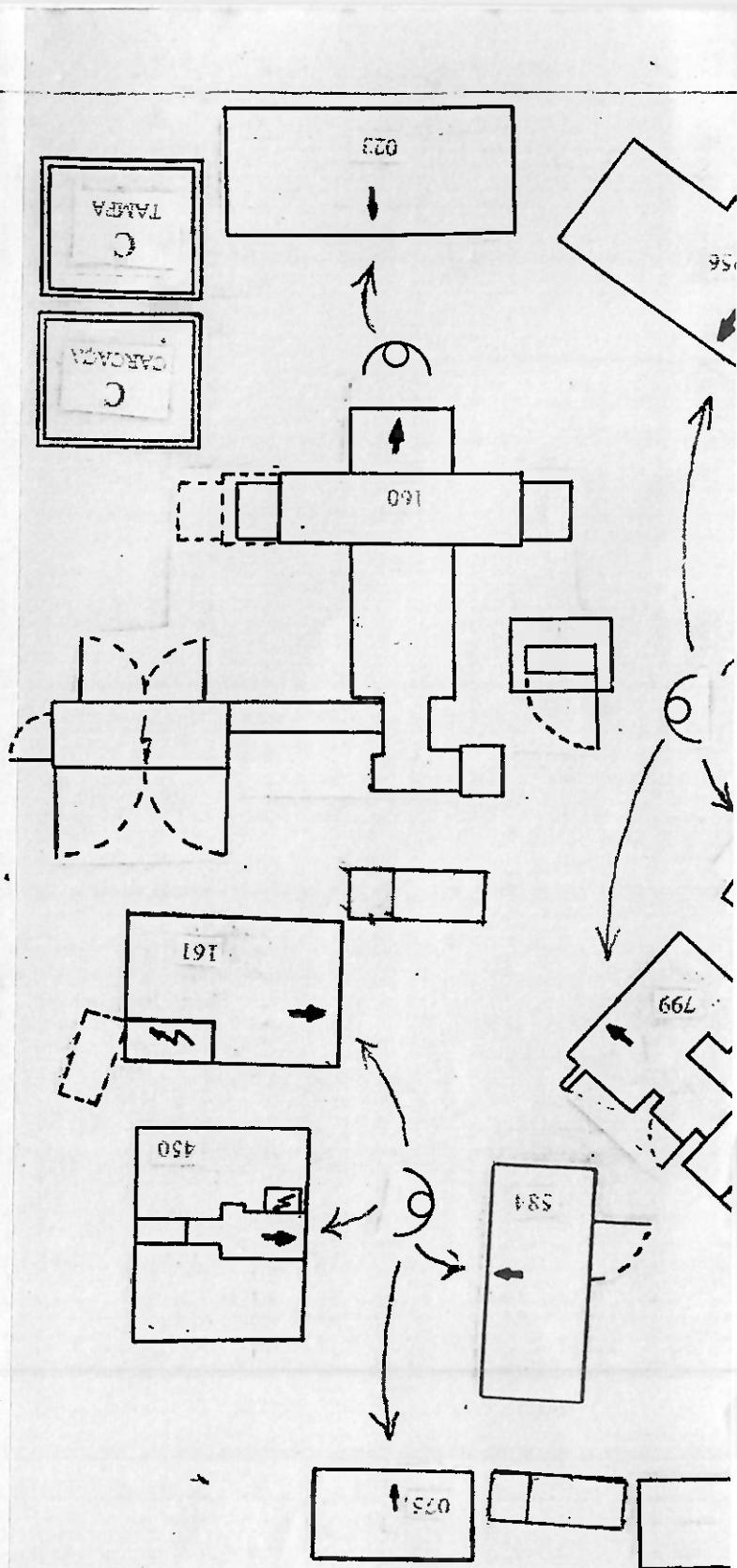
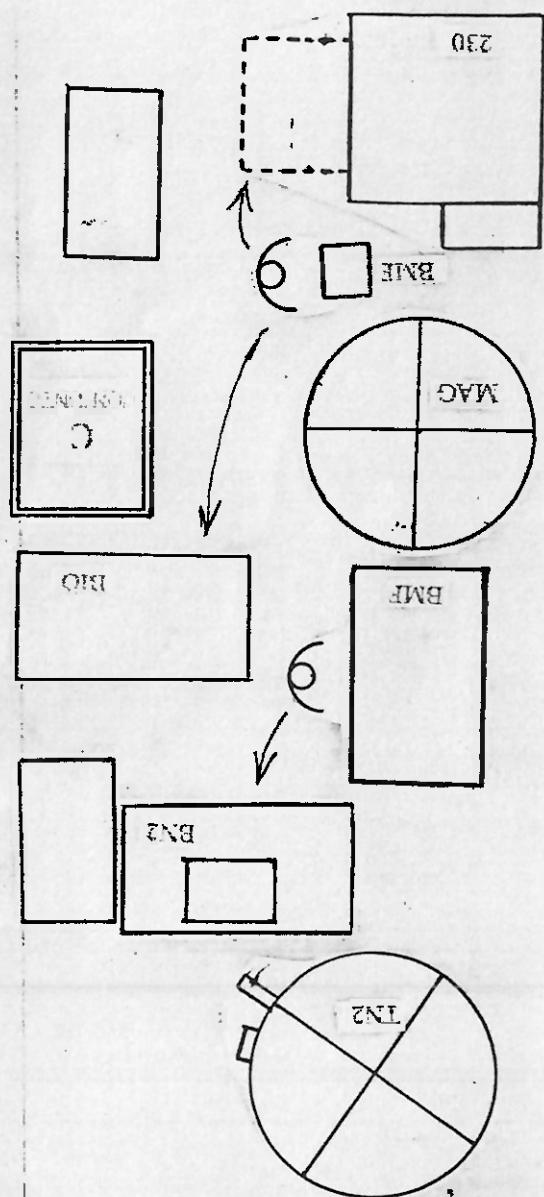
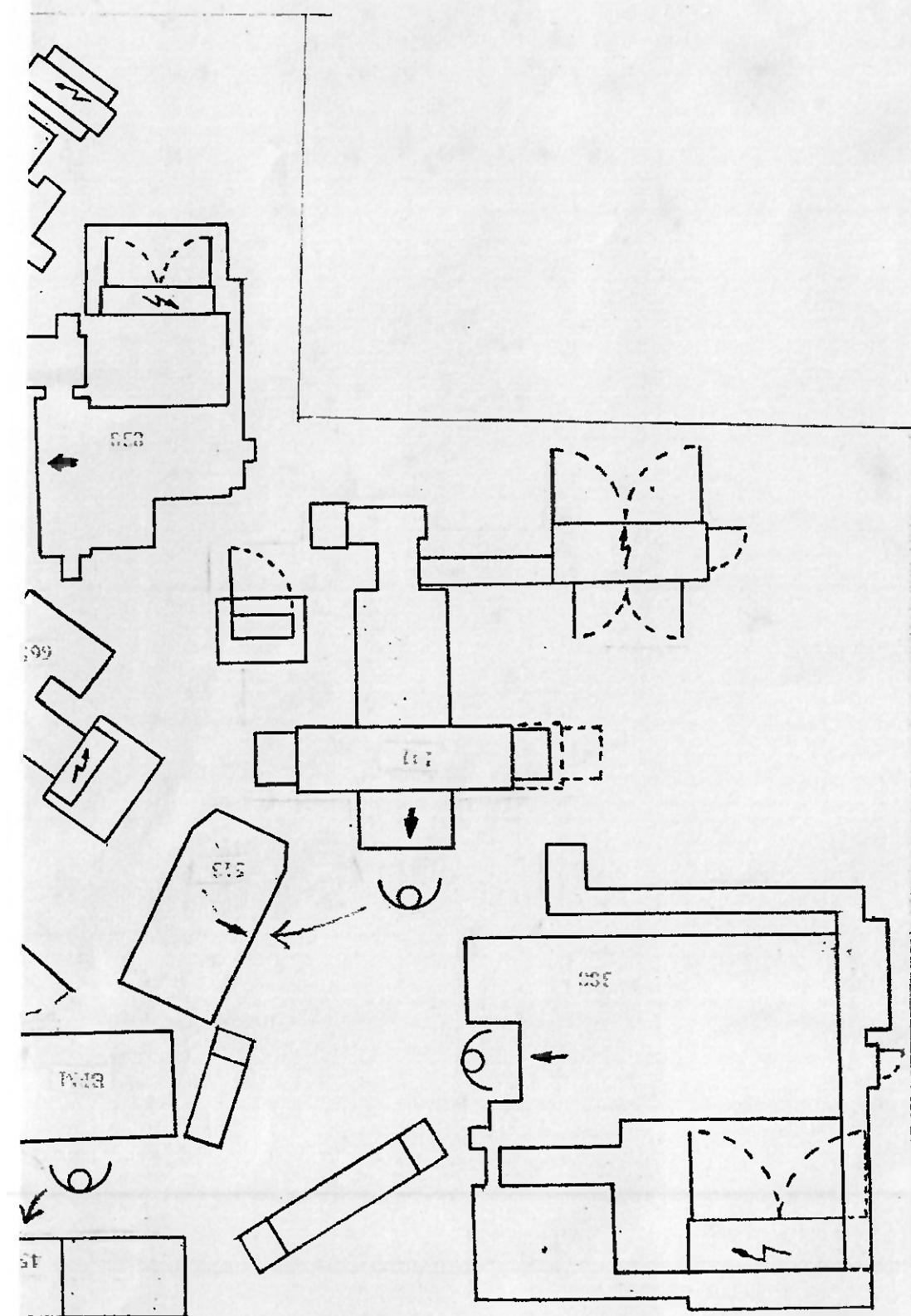


Figura 7.1 - Versão final de layout
(Elaborado pelo Autor)
(USINA E MONTAGEM)





7.2.- IMPLANTAÇÃO

Não é o objetivo deste trabalho detalhar a implantação das células, porém vamos comentar alguns pontos:

- Preparação da área: além da limpeza da área engloba as instalações elétricas, ar comprimido e água.

A corrente usada na Empresa é de 220 Volts e a voltagem das máquinas do Cliente é 380. Inicialmente caberia ao Cliente a conversão das máquinas, porém essa responsabilidade passou para a Empresa.

Foram colocadas três opções para esse caso: fazer a conversão das máquinas do Cliente de 380 para 220 Volts, fazer uma instalação em paralelo com 380 Volts (instalação feita pela Eletropaulo) ou fazer uma instalação em série (com instalação de transformador para elevar a tensão nessa linha).

No final optou-se por fazer uma instalação em série com a aquisição de um transformador próprio para elevar a tensão, para não depender da Eletropaulo e nem correr riscos com a conversão dos equipamentos (que poderia atrasar a instalação dos mesmos).

Existe a necessidade, também, de se fazer uma solicitação para aumento da demanda contratual, devido ao aumento de carga pela instalação dos equipamentos.

No caso do ar comprimido, foi contratada uma empresa para fazer um estudo da capacidade das linhas. Concluiu-se que o compressor trabalha com uma carga média de 30 % não havendo motivo para preocupação com a nova linha. Porém, por motivo de segurança foi substituído o compressor de reserva por um modelo novo e instalado um tanque para armazenar o ar.

- Antes da transferência, funcionários da Empresa farão um estágio no Cliente para aprender a operar os equipamentos (de 15 a 20 dias para a usinagem e 5 dias na montagem). O cronograma deve ser definido tendo como base a necessidade de estoque para suportar o tempo de transferência e testes dos equipamentos.
- Após a transferência dois funcionários do Cliente farão estágio na Empresa para acompanhar o teste dos equipamentos e dar suporte ao início da fabricação

7.3.- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a apresentação da proposta foi atingido o objetivo de fazer o layout detalhado para a implantação das células de manufatura e montagem. A parte de planejamento da implantação já fica a cargo dos setores técnicos das duas empresas.

No entanto poderíamos comentar alguns detalhes, como a necessidade de se estudar o perfil de cargos em vista das atribuições e responsabilidades envolvidas na operação das células (estudo que será necessário no caso de se estudar o layout geral da empresa tomando como base a organização industrial focalizada e o emprego de manufatura celular).

Outra consideração a fazer sobre a continuação deste estudo, com a implementação de armazenagem focalizada, estabelecendo uma área junto à célula para armazenar matéria-prima e produtos acabados referentes às células, e o estabelecimento da responsabilidade de recebimento, expedição e controle desses materiais por conta dos funcionários dela.

BIBLIOGRAFIA

CORRÊA, Henrique L., GIANESI, Irineu G. N. - Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico, São Paulo, Atlas, 1993.

HARMON, Roy L. - Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática / Roy L. Harmon, Leroy D. Peterson; tradução de Ivo Korytowsky. - Rio de Janeiro: Campus, 1991

MUTHER, Richard - PLANEJAMENTO DO LAYOUT: SISTEMA SLP. São Paulo, Edgar Blucher, 1978

SALERNO, M. S. - Reestruturação industrial e novos padrões de produção.. São Paulo em perspectiva. v.6, v.3, jul./set. 1992, p. 100-8

ANEXO A: FICHA DE PROCESSO
 (extraído de material da Empresa)

• Pág. No. 1 28/04/95
FICHA DE PROCESSO
 Coditem = 0.001.004 Ult. Atual.=28/04/95
 MÁQUINA PRINCIPAL " MÁQUINAS ALTERNATIVAS
 PROD. " PROD.
 CT MAG. TPADRÃO TREAL PREP. HORA. " MAG. TPADRÃO TREAL PREP. HORA

Operação : 005 Descrição: RECEBIMENTO DO MATERIAL

203 000	0.00	0.0	0.00	0	0.00	0.0	0.00	0
					0.00	0.0	0.00	0
					0.00	0.0	0.00	0

Operação : 010 Descrição: INSPECÇÃO DA MATERIA PRIMA

203 000	0.00	0.0	0.00	0	0.00	0.0	0.00	0
					0.00	0.0	0.00	0
					0.00	0.0	0.00	0

Operação : 020 Descrição: CORTAR NO COMPRIMENTO

012 056	2.77	0.0	30.00	22	0.00	0.0	0.00	0
					0.00	0.0	0.00	0
					0.00	0.0	0.00	0

Operação : 025 Descrição: FURAR

022 017	1.18	0.0	45.00	51	0.00	0.0	0.00	0
					0.00	0.0	0.00	0
					0.00	0.0	0.00	0

Operação : 045 Descrição: USINAR COMPLETO

025 074	0.00	0.0	0.00	0	103	0.00	0.0	0.00	0
						0.00	0.0	0.00	0
						0.00	0.0	0.00	0

ANEXO B: FOLHA DE OPERAÇÃO (FO)
(extraído de material da Empresa)

CIP	FOLHA DE OPERAÇÃO	FOLHA	NR	1	2
PRODUTO: ENGRANAGEM INTERNA DA 201201			NR 0.001.005	OP. NO	25
DESCR. OR: USINAR 2º LADO	3		C. V.	NR MAG.	T. P.
MÁQUINA: TORNO CH	4		028	002	1.62'
MAT. PRIMA: 20 MM Cr-5		PROX. OR:	250	022	1.25'
			251	004	1.90'
(X) PREVISÃO	REV.	DATA	POR	FERRAMENTAL	NR
(2) FIDELÇÃO	A	024 21.60/21.65	12-95	PINCA P/ TORNO	TR-2603
(3) APÓS				PADEÃO DE ALTURA	CO-8719
	6			PADEÃO DE ALTURA	CO-8720

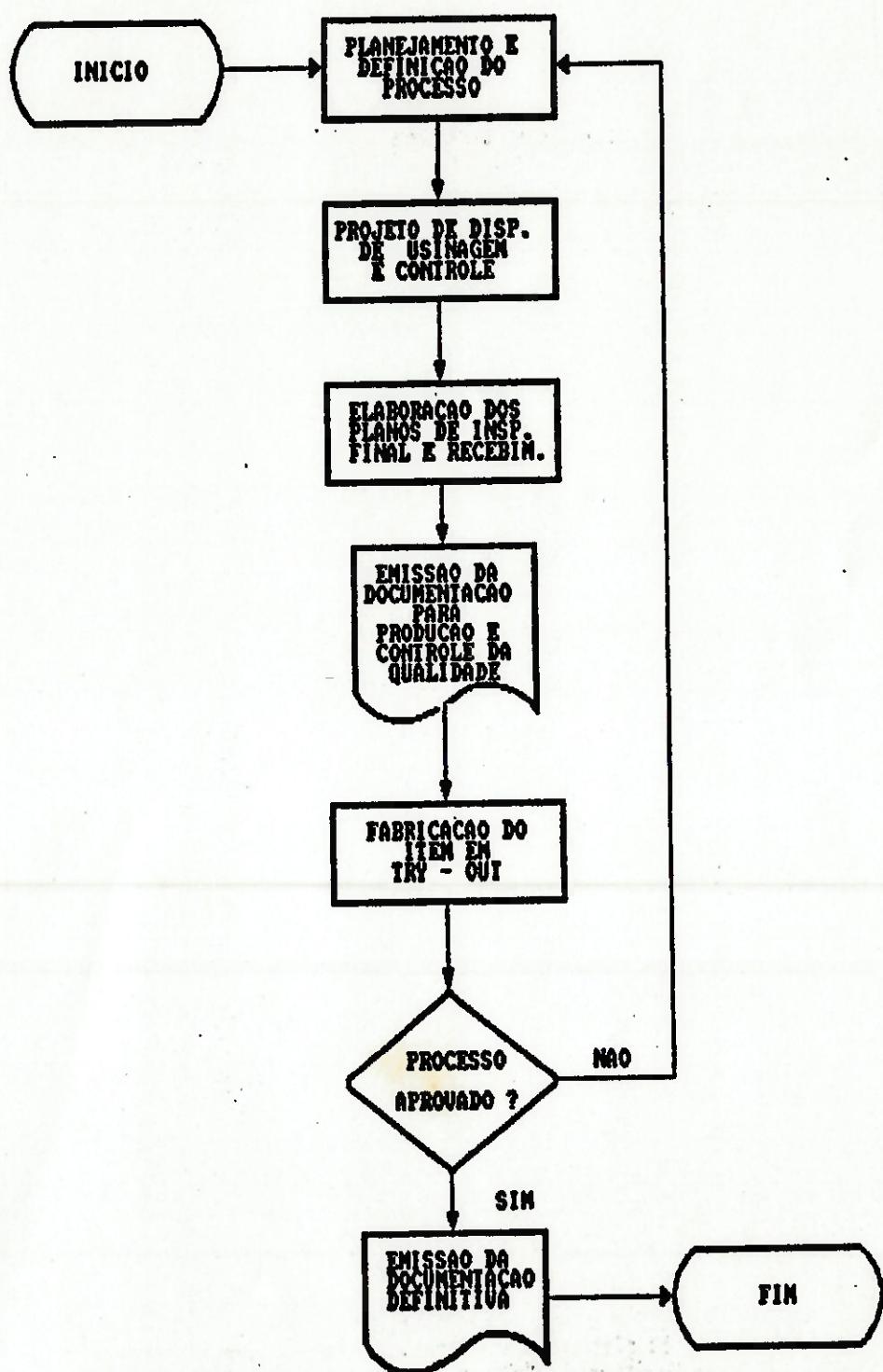
Diagrama de Montagem:

Verificação de Preparação:

(8) VERIFICAR A CADA PREPARAÇÃO, ACERTO DE MÁQUINA OU TROCA DE FERRAMENTA

ITEM	INSTRUMENTO DE MEDIDA	PRECIS. UN.	ITEM	INSTRUMENTO DE MEDIDA	PRECIS. UN.
G	CO-8719 + PAPEL ROL. CÔDIGO	1/5	H	VISUAL	1/1
E	PAQUIMETRO	1/10	F	PAQUIMETRO + GONIÔMETRO	1/1
C	VISUAL	1/1	D	VISUAL	1/1
A	CO-8720, PAPEL + PEL. COMPARE	1/1	B	CO-8720, PAPEL + PEL. COMPARE	1/1
ITEM	INSTRUMENTO DE MEDIDA	PRECIS. UN.	ITEM	INSTRUMENTO DE MEDIDA	PRECIS. UN.
ELAB. OR	STJ	2113195	ELAB. C.O.		
				APROVADO	2113195

ANEXO C: Fluxograma de Controle de Processos
(extraído de material da Empresa)



ANEXO D: Folhas de Registro de Máquinas e Equipamentos
(elaboradas pelo Autor)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

PRESARDEA VERTICAL
BONLE

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

160
FS 120

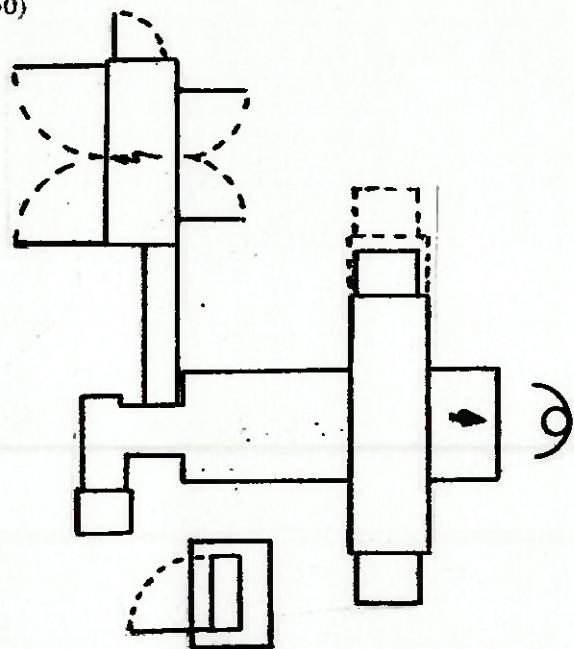
Água
Ar Comp.
Fundação

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal	<u>23,3</u>	<u>380</u>
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 3,7
Fundos: 2,8
Área Ocupada: 3,5
Área Total: 29,1
Altura Máxima: _____
Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

FURADEIRA ESPECIAL

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

956

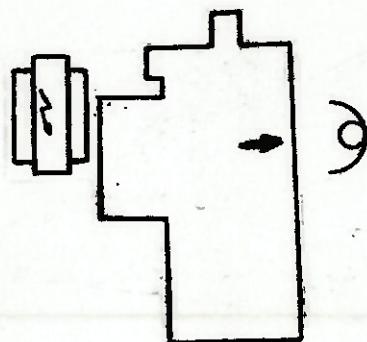
Água
Ar Comp.
Fundação

<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Electricidade	KW	Volts
Motor Principal	<u>6,5</u>	<u>380</u>
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 2,0
Fundos: 1,8
Área Ocupada: 2,5
Área Total: 4,0
Altura Máxima:
Peso:

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: FURADEIRA MÚLTIPLO CÓDIGO: 665
 FABRICANTE: EEENET TAMANHO/MODELO: _____

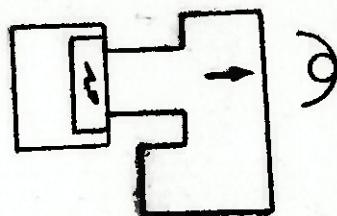
Água
 Ar Comp.
 Fundação

Água
Ar Comp.
Fundação

Electricidade	KW	Volts
Motor Principal	13,5	380
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,4
 Fundos: 1,6
 Área Ocupada: 1,0
 Área Total: 2,9
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

FURADEIRA ESPECIAL
THYSSSEN

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

038

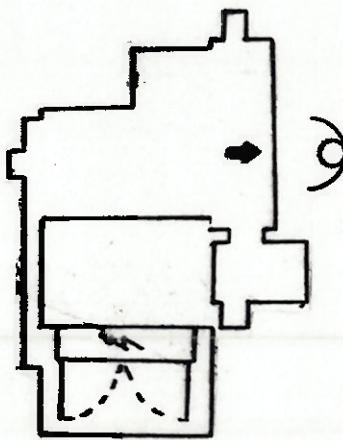
Água
Ar Comp.
Fundação

<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Electricidade	KW	Volts
Motor Principal	<u>0,5</u>	<u>380</u>
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 2,9
Fundos: 1,8
Área Ocupada: 3,4
Área Total: 6,0
Altura Máxima: _____
Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

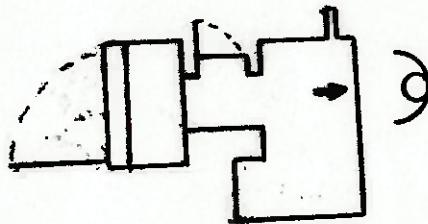
NOME/TIPO: FUNDIDA MÚLTIMA CÓDIGO: 799
 FABRICANTE: BREYER TAMANHO/MODELO: FU-210

Água
 Ar Comp.
 Fundação

Electricidade	KW	Volts
Motor Principal	8,1	380
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,4
 Fundos: 1,6
 Área Ocupada: 1,8
 Área Total: 2,4
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

FURADEIRA MULTIFUN
FENOT

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

161
GB 1/16

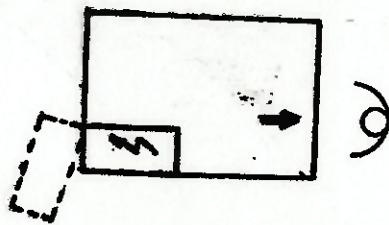
Água
Ar Comp.
Fundação

<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Electricidade	KW	Volts
Motor Principal	<u>7,5</u>	<u>380</u>
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,0
Fundos: 1,5
Área Ocupada: 1,5
Área Total: 3,2
Altura Máxima:
Peso:

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

FURADEIRA RADIAL
BERSON 21

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

584
FS. 1000

Água
Ar Comp.
Fundação

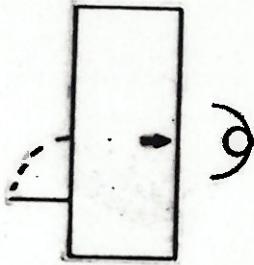


Eletricidade
Motor Principal
Mot. Aux.

	KW	Volts
Motor Principal	<u>2,5</u>	<u>380</u>
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,7
Fundos: 0,8
Área Ocupada: 1,4
Área Total: 3,2
Altura Máxima: _____
Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

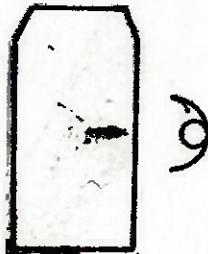
NOME/TIPO: FURADEIRA RADIAL CÓDIGO: 513
 FABRICANTE: GSP TAMANHO/MODELO: GSP 405

Água
 Ar Comp.
 Fundação

EletRICIDADE	KW	Volts
Motor Principal	5,1	380
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,6
 Fundos: 0,6
 Área Ocupada: 1,3
 Área Total: 2,5
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: MANDRILADORES CÓDIGO: 846
 FABRICANTE: THYSSSEN TAMANHO/MODELO: ESPECIAL

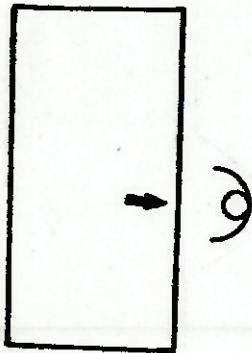
Água
 Ar Comp.
 Fundação

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal	3,0	380
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 2,3
 Fundos: 1,1
 Área Ocupada: 2,5
 Área Total: 4,2
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

DISPOSITIVO

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

EDD 00450
PIROSQUEIR

Água
Ar Comp.
Fundação

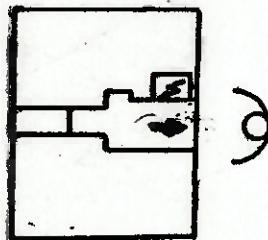
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Eletricidade

Motor Principal	KW	Volts
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,6
Fundos: 1,5
Área Ocupada: 2,3
Área Total: 3,4
Altura Máxima: _____
Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: FRESADORA VERTICAL CÓDIGO: 161
 FABRICANTE: BONLE TAMANHO/MODELO: FS 120

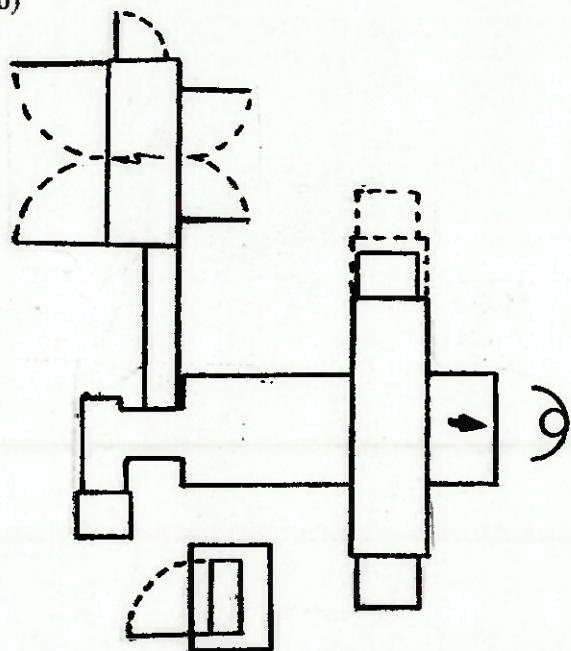
Água
 Ar Comp.
 Fundação

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Electricidade	KW	Volts
Motor Principal	23,3	380
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 3,7
 Fundos: 2,8
 Área Ocupada: 3,5
 Área Total: 29,1
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

MANDRILADORA HOMER
BREVET

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

308
ESPECIAL

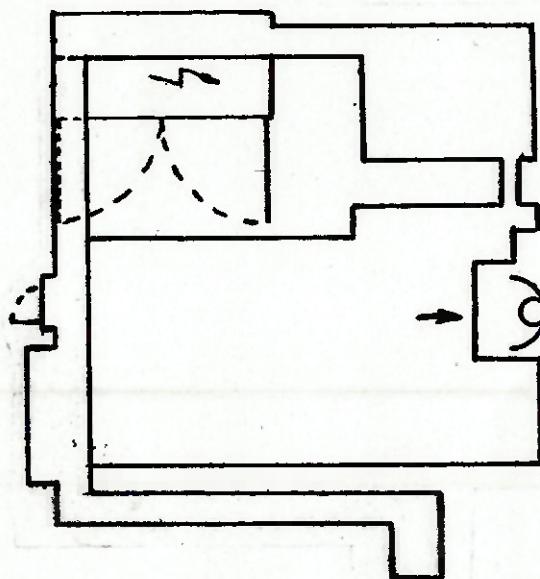
Água
Ar Comp.
Fundação



Electricidade	KW	Volts
Motor Principal	<u>8,5</u>	<u>380</u>
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 3,8
Fundos: 3,4
Área Ocupada: 12,9
Área Total: 14,2
Altura Máxima: _____
Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

ESTUFA

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

230

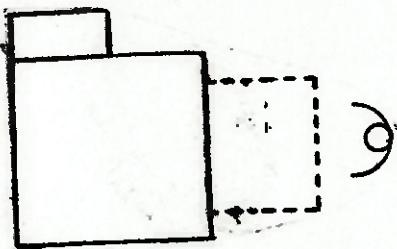
Água
Ar Comp.
Fundação



Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal	13,0	380
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,5
Fundos: 1,3
Área Ocupada: 1,0
Área Total: 2,7
Altura Máxima:
Peso:

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

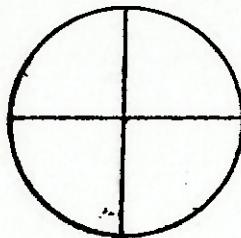
NOME/TIPO: MAGAZINE DE ARMAZÉM CÓDIGO: _____
 FABRICANTE: _____ TAMANHO/MODELO: MAS
GIANTORIO

Água
 Ar Comp.
 Fundação

Electricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,5
 Fundos: 1,5
 Área Ocupada: 1,8
 Área Total: 1,8
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

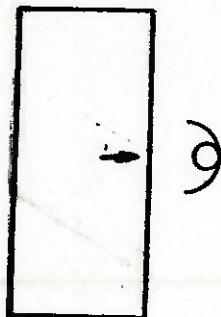
NOME/TIPO: TOENDO MECÂNICO CÓDIGO: 023
 FABRICANTE: TONASCIERI TAMANHO/MODELO: TME - 200 N

Água
 Ar Comp.
 Fundação

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal	11,0	220
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 2,0
 Fundos: 0,9
 Área Ocupada: 1,8
 Área Total: 3,3
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: FURADEIRA CÓDIGO: 075
 FABRICANTE: SHULZ Tamanho/Modelo: FB

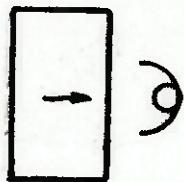
Água
Ar Comp.
Fundação



Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal	0,4	220
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,0
 Fundos: 0,6
 Área Ocupada: 0,6
 Área Total: 1,2
 Altura Maxima:
 Peso:

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

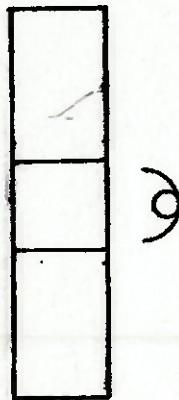
NOME TIPO: LAVADORA CÓDIGO: 452
 FABRICANTE: SEMCO/HOBART Tamanho/Modelo: APW-30

Água
 Ar Comp.
 Fundação

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal	3,0	380
Mot. Aux.		

Frente: 2,6
 Fundos: 0,6
 Área Ocupada: 1,6
 Área Total: 5,5
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: CACAMBA
 FABRICANTE: _____

CÓDIGO: C
 Tamanho/Modelo: _____

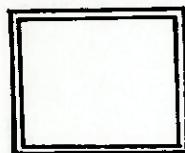
Água
 Ar Comp.
 Fundação



Eletricidade	KW	Vols
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,0
 Fundos: 0,8
 Área Ocupada: 0,8
 Área Total: 0,8
 Altura Máxima: 0,6
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO:
FABRICANTE:

RECIPENTE CRIOGÊNICO
WHITE MARTINS

CÓDIGO:
TAMANHO/MODELO:

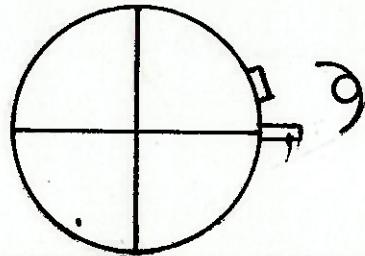
TN2
TM 500

Água
Ar Comp.
Fundação

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,6
Fundos: 1,6
Área Ocupada: 2,6
Área Total: 3,0
Altura Máxima: 4,0
Peso:

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: BANCADA
 FABRICANTE: _____

CÓDIGO: BPM
 TAMANHO/MODELO: PRÉ-MONTAGEM

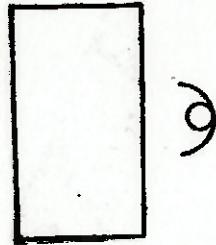
Água
 Ar Comp.
 Fundação

X

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,5
 Fundos: 1,0
 Área Ocupada: 1,5
 Área Total: 2,1
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: BANCADA
 FABRICANTE: _____

CÓDIGO:
 TAMAÑO/MODELO: BMF
MONT. FINAL

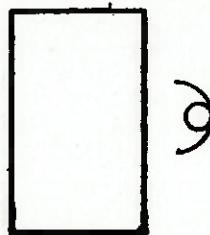
Água
 Ar Comp.
 Fundação

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,5
 Fundos: 1,0
 Área Ocupada: 1,5
 Área Total: 2,1
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: BANCADA MONTAGEM CÓDIGO: BME
 FABRICANTE: _____ Tamanho/Modelo: ENGR. + PIND

Água
 Ar Comp.
 Fundação

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 0,3
 Fundos: 0,3
 Área Ocupada: 0,1
 Área Total: 2,0
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

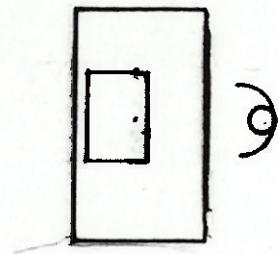
NOME/TIPO: BANCADA MONTAGEM CÓDIGO: BN2
 FABRICANTE: _____ TAMANHO/MODELO: BUCHA + CONJUNTO

Água
 Ar Comp.
 Fundação

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: 1,5
 Fundos: 1,0
 Área Ocupada: 1,5
 Área Total: 2,1
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: CARRINHO TRANSPORTE CÓDIGO: CAR
 FABRICANTE: _____ TAMANHO/MODELO: SOBRE RODAS

Água
 Ar Comp.
 Fundação

Electricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: _____
 Fundos: _____
 Área Ocupada: _____
 Área Total: _____
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



(adaptado de MÜTHER)

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

NOME/TIPO: DESCADA
 FABRICANTE: _____

CÓDIGO: B10
 TAMANHO/MODELO: INSPEÇÃO FINAL
INJEÇÃO DE ÓLEO
EMBALAGEM

Água
 Ar Comp.
 Fundação

Eletricidade	KW	Volts
Motor Principal		
Mot. Aux.		
Mot. Aux.		

Frente: _____
 Fundos: _____
 Área Ocupada: _____
 Área Total: _____
 Altura Máxima: _____
 Peso: _____

TEMPLATE (ESCALA 1/50)



9

(adaptado de MÜTHER)