



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

ESCOLA ESTADUAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM MÓVEIS

PROCESSOS DE FABRICAÇÃO I



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

GOVERNADOR
Camilo Santana

VICE-GOVERNADORA
Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO
Maurício Holanda Maia

SECRETÁRIO ADJUNTO DA EDUCAÇÃO
Armando Amorim Simões

SECRETÁRIA EXECUTIVA DA EDUCAÇÃO
Antonia Dalila Saldanha de Freitas

COORDENADORA DO GABINETE
Maria da Conceição Avila de Mesquita Viñas

COORDENADORIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
Marta Emília Silva Vieira

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. PROCESSOS DE FABRICAÇÃO	4
2.1 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO NA INDÚSTRIA METALÚRGICA.....	6
2.2. PROCESSOS DE FABRICAÇÃO – NA INDÚSTRIA DOS PLÁSTICOS.....	12
3. MARCENARIAS	16
3.1. PROJETOS.....	17
3.2. REVESTIMENTOS APLICADOS NAS CHAPAS	17
3.3. CORTE.....	19
3.4. MÁQUINAS DE FURAÇÃO	22
3.5. MÁQUINAS DE DESBASTE	23
3.6. MÁQUINAS FIXAS DE USINAGEM	25
3.7. MÁQUINAS DE COLAGEM.....	26
3.8. MÁQUINAS DE ACABAMENTO.....	26
3.9. MÁQUINAS DE REVESTIMENTO	28
3.10. MÁQUINAS DE PINTURA.....	28
3.11. O MÓVEL SOB ENCOMENDA.....	31
3.12. ESTRUTURAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE MÓVEIS SOB ENCOMENDA	32
4. PROCESSOS ESPECÍFICOS.....	36
4.1. FRESAGEM.....	36
5. FÁBRICA DE MÓVEIS	46
5.1. CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÕES A PROCESSOS DE PRODUÇÃO.....	47
5.2. USINAGEM DA MADEIRA.....	48
REFERÊNCIAS	69

1. INTRODUÇÃO

Para que um produto qualquer, seja ele um conjunto mecânico ou não, tenha boa aceitação pelo mercado consumidor, não é suficiente que tenha um bom projeto de dimensionamento, com suas respectivas verificações dos esforços, desgastes e vida útil.

Dentro de um ciclo de produção desse produto, a fase de projeto e dimensionamento é apenas uma das muitas que deverão ser percorridas até que o produto seja colocado no mercado. As fases posteriores, a serem percorridas e previstas são:

- **A condição de intercambialidade** entre as diversas peças componentes, fabricadas em épocas diferentes e, eventualmente, por fábricas diferentes, deverá ser mantida. Somente através desta condição, o produto atingirá um índice de credibilidade suficiente para ser consumido em larga escala, sem preocupação de reposição de peças que não venham a ter a mesma eficiência da peça original. Esta condição pode ser atingida ainda em fase de projeto, com a introdução dos conceitos de tolerâncias de ajuste entre as peças, especificações de desvios de forma e posição, rugosidade superficial, além do estudo dos acúmulos de tolerâncias que permitam a montagem do conjunto dentro das condições previstas em cálculos de dimensionamento.

- **A qualidade do produto** deve ser mantida constante ao longo dos lotes produzidos.

- O custo final deverá ser o menor possível. Esta condição completa as outras duas, fechando o ciclo de pré-requisitos que devem ser atingidos para que o produto tenha condições de competição.

Observa-se, portanto, que as duas últimas fases só poderão ser manipuladas após o desenho ser liberado para produção.

Inserida entre o projeto do produto e a sua produção propriamente dita, encontra-se toda uma metodologia de análise e tratamento tecnológico dos problemas, surgida da necessidade de se fazer cumprir e respeitar essas duas importantes fases do ciclo produtivo de um produto, denominada de Engenharia de Fabricação.

Departamentos de uma Organização

Dentro do Diagrama Funcional, observa-se que alguns setores ou departamentos desempenham um papel fundamental.

a) Engenharia do Produto

A partir das informações de funcionamento, desempenho e vida útil, entre outras, a Engenharia do Produto deverá:

- Definir dimensões, tolerâncias dimensionais e geométricas, acabamentos superficiais, tratamentos térmicos, etc.;

- Testar os protótipos a fim de verificar sua funcionalidade e qualidade.

Após essas fases, o desenho do produto é então definido, devendo ser respeitado em todas as fases subseqüentes da fabricação.

b) Produção

A esse departamento cabe a função de produzir as quantidades programadas dentro do prazo definido.

Naturalmente, dentro da sua função específica de produzir peças, cumprindo um determinado programa estabelecido de acordo com as necessidades de venda, este departamento deverá ser subsidiado com informações técnicas bastante detalhadas com previsões e antecipações de eventuais problemas.

c) Controle de Qualidade

Para que se assegure que a peça, no fim do seu ciclo de fabricação, seja uma cópia fiel do desenho originado em Produto, haverá necessidade de pessoal que faça cumprir as exigências dimensionais, metalúrgicas e especificações técnicas nele contidas. Esta função está determinada ao Controle de Qualidade. As principais metas a serem atingidas pelo Controle de Qualidade são:

Determinar as tolerâncias funcionais e realmente necessárias que devem ser especificadas pelo desenho do produto. Este retorno de informações à Engenharia do Produto é de vital importância para adequação do projeto à capacidade produtiva da fábrica.

- Determinar o plano de controle de qualidade dos resultados obtidos pelo processo de fabricação ao longo do tempo. Esta comunicação com a Engenharia de Fabricação, através de estudos de capacidade de máquinas ou processos, além do Controle Estatístico de Qualidade, permite melhorar continuamente os processos de fabricação.
- Conhecer a segurança oferecida pelas montagens das máquinas nas diversas operações do processo de fabricação. Este conhecimento permite à produção, fabricar peças dentro dos limites de rejeição pré-estabelecidos.
- Desempenhar corretamente, através das três atribuições anteriores, a função de fazer respeitar a qualidade do produto que foi estabelecida através do compromisso entre um desenho do produto compatível com o desempenho dele esperado e sua respectiva adequação aos meios produtivos disponíveis.

d) Engenharia de Fabricação

O elo de ligação entre as responsabilidades de projetar, produzir e controlar a qualidade, está atribuído a um grupo de pessoas e, de uma maneira mais geral, a uma filosofia técnica

conhecida como Engenharia de Fabricação. A Engenharia de Fabricação deve abranger, em princípio:

- Processos de Fabricação

A partir dos desenhos das peças, determinar os processos produtivos, fornecendo a seqüência de fabricação, máquinas, ferramental de corte, fixação e medição, condições de usinagem, etc.

- Projeto de Ferramental

- Ferramentaria

- Planejamento e Almoxarifado de Ferramental

- Tempos e Métodos

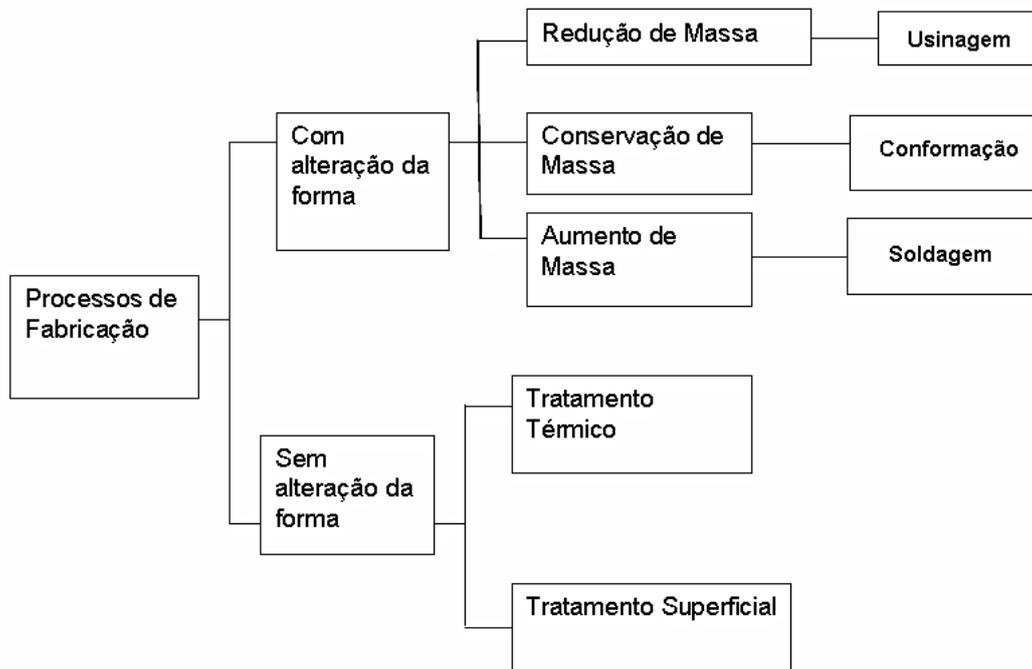
A partir da seqüência de fabricação estabelecida pelos processos de fabricação, determina, para as diversas operações, os tempos padrões para a sua execução. Os tempos assim determinados serão usados para a determinação do custo da peça, controle de eficiência do operador, relação entre horas trabalhadas e horas disponíveis e, eventualmente, prêmios de produção.

- Arranjo Físico

Determina a posição das máquinas produtivas através das informações recebidas dos processos de fabricação.

2. PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

Os processos de fabricação têm como objetivo a modificação de um corpo, a manufatura da matéria prima com o fim de lhe conferir uma forma definida, existem muitas formas para que isso aconteça, mas de uma maneira geral eles são divididos em dois grandes grupos conforme a seguir.



A fabricação pode ser definida como a arte e a ciência de transformar os materiais em produtos finais utilizáveis e num contexto de economia de mercado – vendáveis. A nível industrial a fabricação está evidentemente relacionada a diversas outras atividades técnicas. Fabricar é transformar matérias-primas em produtos acabados, por uma variedade de processos.

Elementos de um sistema de produção:

- **Insumos:** significa cada um dos elementos essenciais para a produção de um determinado produto ou serviço;
- **Matéria-prima:** é um produto natural ou semimanufaturado (bem intermediário) que deve ser submetido a um processo produtivo;
- **Mão-de-obra:** (o trabalho diretamente empregado na fabricação de um bem ou serviço
- **Capital:** é qualquer bem econômico que pode ser utilizado na produção de outros bens ou serviços;
- **Recursos financeiros:** É a descrição minuciosa de todo o dinheiro necessário para a realização. Costuma ser dividido em Material Permanente, de Consumo e Pessoal;
- **Máquinas e equipamentos:** Máquinas e equipamento necessários para o processo produtivo.
- **Know-how:** é um termo anglófono utilizado para descrever o conhecimento prático sobre como fazer alguma coisa;

2.1 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO NA INDÚSTRIA METALÚRGICA.

2.1.1. Processos de Fundição

A base de todos os processos de fundição consiste em alimentar o metal líquido na cavidade de um molde com o formato requerido, seguindo-se um resfriamento, a fim de produzir um objeto sólido resultante da solidificação.

Os vários processos diferem, principalmente, na maneira de formar o molde, em alguns casos como no da moldagem em areia, constrói-se um molde para cada peça a ser fundida e subsequentemente, ele é rompido para remover-se o fundido, ou seja, desmoldá-lo. Em outros casos, por exemplo na fundição sob pressão, usa-se um molde permanente repetidas vezes, para uma sucessão de fundições, removendo-se o fundido após cada fundição, sem danificar o molde.

Em ambos os casos, entretanto, é necessária uma provisão de metal líquido que preencha todas as partes do sistema e permaneça no local até que sua solidificação termine.

2.1.2. Processos de Conformação Plástica

O processo de Conformação Plástica é realizado com o material no estado sólido, aplicando-se esforços que provocam tensões abaixo da tensão limite de resistência desse material, definimos esse processo como sendo realizado por conformação plástica, ou seja, o material metálico é trabalhado dentro de sua região plástica.

Os processos amplamente usados em fabricação de peças metálicas e que se enquadram nesta definição são:

- a. Extrusão (também utilizado na indústria de polímeros);
- b. Laminação;
- c. Trefilação;
- d. Forjamento;
- e. Estampagem;
- f. Torneamento (também utilizado na indústria de móveis).

A temperatura na qual o material da peça é conformado, apresenta uma importância elevada pois dependendo do seu valor, ocorrerão mudanças metalúrgicas que tornando o material mais dúctil, facilitarão seu processamento, além de melhorarem seu comportamento para uso posterior. Além disso, pode-se citar a direta relação existente entre a temperatura de processamento e a qualidade do produto, pois tanto a forma (distorções, empenamento) como as dimensões (recuperação elástica, contração térmica) quanto o acabamento superficial (oxidação, riscos, decarbonetação) serão afetadas pelo processamento a temperaturas elevadas. Outros fatores do

processamento influenciam diretamente a qualidade dos produtos obtidos em termos de formas, dimensões e acabamento superficial:

a. Extrusão

A extrusão de peças metálicas é um processo amplamente usado para a produção de perfis de diversos materiais como aços, alumínio e suas ligas e o cobre e diversos tipos de polímeros plásticos.

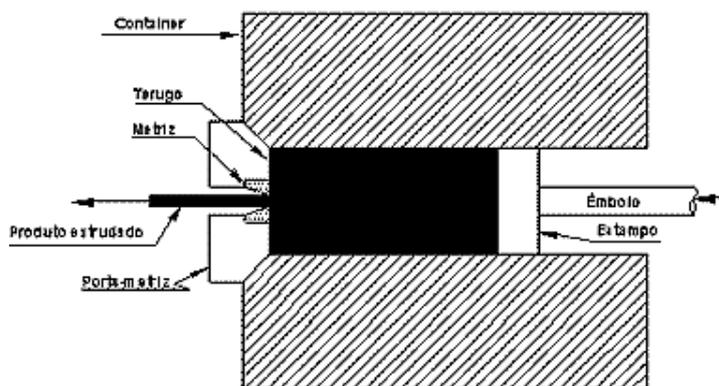
Em sua mecânica o tarugo (objeto sólido usado como matéria prima para a laminação) do material a ser conformado é colocado num recipiente e através da ação de um êmbolo é extrudado através da matriz que possui a forma e as dimensões do produto desejado.

Este processo é definido extrusão direta, onde o sentido de avanço do êmbolo é o mesmo da saída do produto e é usado para a produção de perfis variados, normalmente realizado a quente (temperaturas elevadas) devido às grandes reduções de seção transversal efetuadas, usando-se prensas hidráulicas horizontais com a obtenção de produtos com comprimentos limitados.

Existem também outros tipos de extrusão, como:

A extrusão inversa o sentido de avanço do êmbolo é contrário ao de saída do produto, sendo normalmente empregado para a obtenção de tubos e recipientes de ligas de alumínio, realizado a frio (à temperatura ambiente) em prensas mecânicas de impacto, com a obtenção de produtos com comprimentos limitados.

Na extrusão hidrostática, o tarugo não entra em contato com as paredes do recipiente pois está envolvido por um fluido, reduzindo desta forma a resistência à deformação devida ao atrito.



b. Laminação

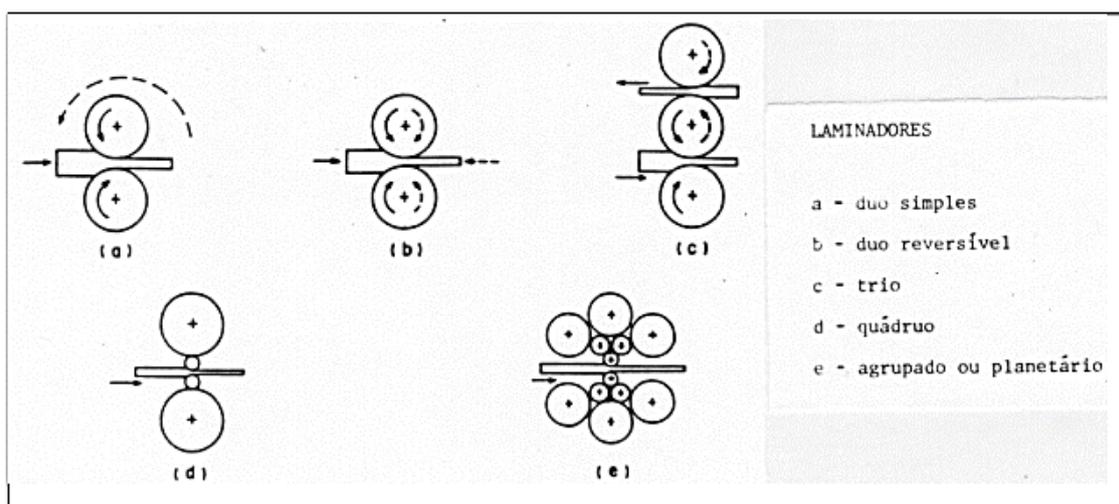
Pelo processo de laminação podem ser obtidos os mais variados e complexos perfis para a quase totalidade dos materiais metálicos empregados em engenharia. Assim obtêm-se vergalhões, trilhos, perfis U, T, I, L, placas, chapas e folhas.

É um dos principais processos para a obtenção de barras de seções circulares, quadradas e sextavadas, que são empregadas na fabricação posterior de peças que se assemelham a sólidos de revolução, seja por processos de usinagem ou mesmo por conformação plástica.

O tarugo do material a laminar é deformado plasticamente por cilindros laminadores através da aplicação de esforços de compressão. A seção transversal do produto laminado é definida pelo perfil dos cilindros laminadores e é alcançada por um número sucessivo de passes que é tão maior quando mais complexa for a forma desejada e maior for a resistência do material a laminar.

O comprimento do produto laminado é praticamente ilimitado dependendo apenas das dimensões das instalações onde ocorrer o processo.

Os equipamentos de laminação apresentam componentes semelhantes independentemente do tipo de produto. As variações existentes como maior número de cilindros laminadores para o acabamento a frio de folhas finas, ou as irregularidades na superfície dos laminadores empregados para laminação de "desbaste" de barras e placas a quente definem ao lado da temperatura de trabalho e da rigidez dos equipamentos, a qualidade dos produtos laminados obtidos.

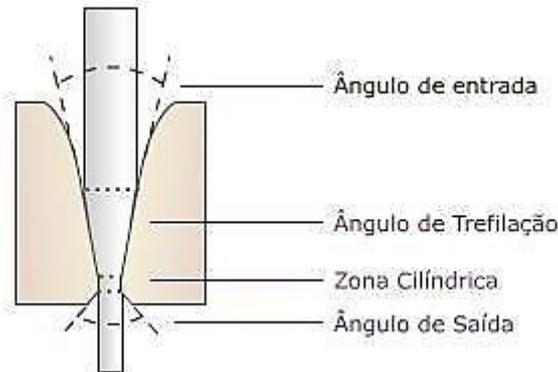


c. Trefilação

O processo de trefilação ocorre pela tração do produto através da matriz, sendo normalmente realizado a frio, com sucessivos passes que provocam pequenas reduções de seção transversal. Tais características fazem com que esse processo seja indicado para a produção de fios, arames e fios-máquina de materiais como o aço, ligas de alumínio, cobre e materiais nobres.

Outra aplicação do processo refere-se à obtenção de barras de diversos perfis com comprimentos limitados às dimensões das instalações. Como característica peculiar, tais barras apresentam elevada qualidade em termos de forma de sua seção transversal, de duas dimensões

e acabamento superficial, garantida pela rigidez do equipamento utilizado e pelas características de construção das matrizes e da qualidade dos materiais nelas empregados.



d. Forjamento

O processo de forjamento de peças metálicas ocorre pela aplicação de esforços de compressão a quente ou a frio sobre o tarugo do material a ser conformado.

O forjamento pode ser dividido em:

Livre, quando sob a ação das matrizes, o material escoava livremente sem que sua forma final esteja diretamente relacionada com a forma das ferramentas.

Em matriz fechada, quando as formas das ferramentas definem a forma do forjado.

O forjamento livre é realizado em martelos pela ação da queda de uma massa sendo as matrizes blocos de aço em sua maioria de superfície plana: a sequência de deformação e obtenção da forma da peça são definidas pela habilidade do operador do equipamento. Associando-se tais fatores, conclui-se que a qualidade geral esperada para as peças é baixa se comparada à obtida no forjamento em matriz fechada. No forjamento livre, são obtidas peças de formas simples (anéis, discos, flanges) na maioria dos casos, com dimensões elevadas e usualmente o processo é realizado a quente.

Já no forjamento em matriz fechada, usado tanto a quente quanto a frio, os equipamentos utilizados são prensas (mecânicas ou hidráulicas) onde a velocidade de deformação é controlada; a precisão de formas e dimensões e o controle do acabamento superficial dos forjados são conseguidos pelo cuidado com que são construídas as matrizes e como elas são mantidas durante sua vida útil. A influência do operador sobre o processo é mínima, bem como a rigidez alcançada no conjunto prensa-matrizes é muito superior à obtidas nos martelos.

Tais características levam à obtenção de produtos de elevada qualidade, que em alguns casos apresentam-se quase que totalmente acabados, principalmente se considerar-se o forjamento a frio onde as tolerâncias dimensionais e o acabamento superficial conseguidos aproximam-se dos obtidos na usinagem por torneamento.

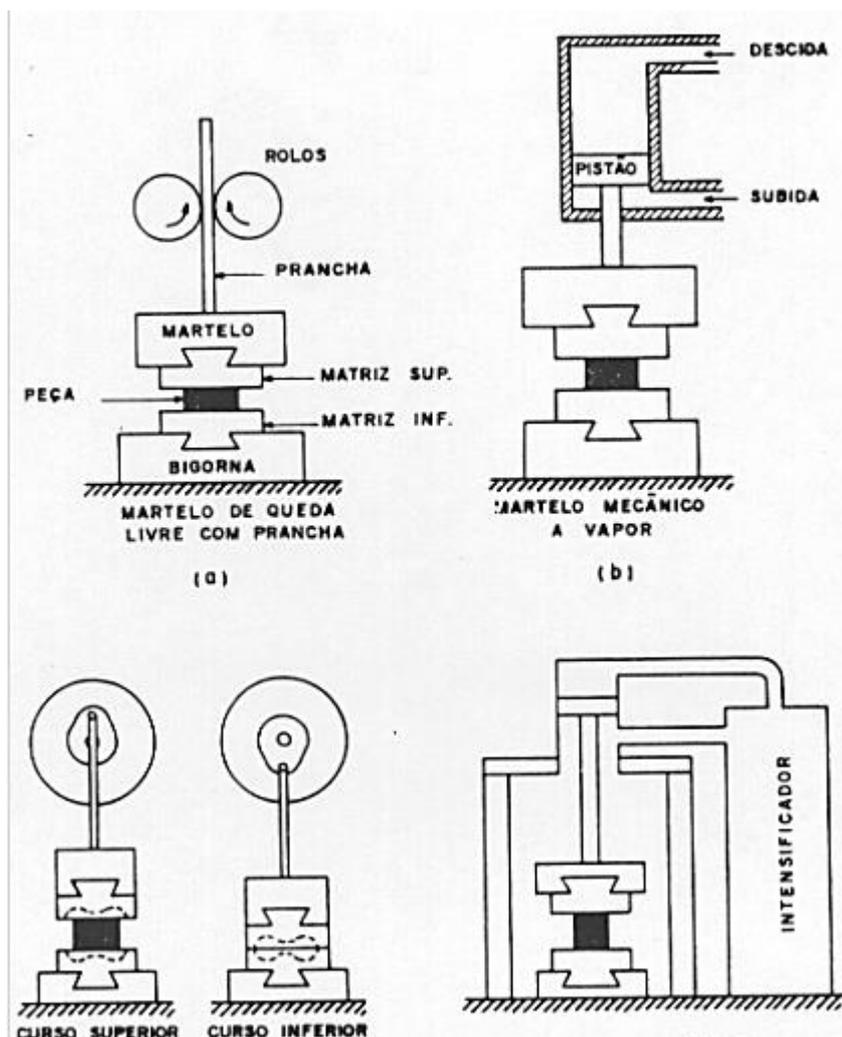
e. Estampagem

O processo de estampagem permite a obtenção de peças com formas diversas a partir de chapas metálicas. Isso o diferencia dos processos descritos anteriormente, onde ocorrem deformações plásticas em todo o volume do corpo; já na estampagem as transformações de formas e dimensões ocorrem a nível de superfícies das chapas.

Os esforços aplicados durante a estampagem são de dobramento e corte, principalmente. Considerando-se tais esforços, pode-se dividir a estampagem nos seguintes processos:

- ✓ Embutimento;
- ✓ Dobramento;
- ✓ Curvamento;
- ✓ Corte;
- ✓ Nervuramento.

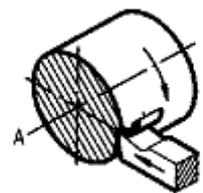
O processo é normalmente realizado a frio, em diversas etapas, obtendo-se produtos como caixas, copos e flanges.



f. Torneamento

Quando estudamos à história do homem, percebemos facilmente que os princípios de todos os processos de fabricação são muito antigos. Eles são aplicados desde que o homem começou à fabricar suas ferramentas e utensílios, por mais rudimentares que eles fossem. Ele se baseia em um princípio de fabricação dos mais antigos que existe, usado pelo homem desde à mais remota antiguidade, quando servia para à fabricação de vasilhas de cerâmica. Esse princípio serve-se da rotação da peça sobre seu próprio eixo para à produção de superfícies cilíndricas ou cônicas. Apesar de muito antigo, pode-se dizer que ele só foi efetivamente usado para o trabalho de metais no começo deste século. À partir de então, tornou-se um dos processos mais completos de fabricação mecânica, uma vez que permite conseguir à maioria dos perfis cilíndricos e cônicos necessários aos produtos da indústria mecânica.

O processo que se baseia no movimento da peça em torno de seu próprio eixo chama-se torneamento. O torneamento é uma operação de usinagem que permite trabalhar peças cilíndricas movidas por um movimento uniforme de rotação em torno de um eixo fixo. O torneamento, como todos os demais trabalhos executados com máquinas-ferramenta, acontece mediante à retirada progressiva do cavaco da peça à ser trabalhada. O cavaco é cortado por uma ferramenta de um só gume cortante, que deve ter uma dureza superior à do material à ser cortado. No torneamento, a ferramenta penetra na peça, cujo movimento rotativo uniforme ao redor do eixo A permite o corte contínuo e regular do material. A força necessária para retirar o cavaco é feita sobre a peça, enquanto à ferramenta, firmemente presa ao porta-ferramenta, contrabalança à reação desta força.

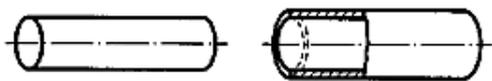


Para executar o torneamento, são necessários três movimentos relativos entre à peça e à ferramenta. Elas são:

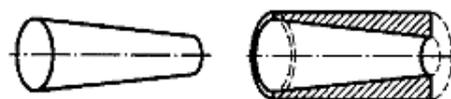
1. Movimento de corte: movimento principal que permite cortar o material. O movimento é rotativo e realizado pela peça.
2. Movimento de avanço: movimento que desloca à ferramenta ao longo da superfície da peça.
3. Movimento de penetração: movimento que determina profundidade de corte ao empurrar a ferramenta em direção ao interior da peça, regulando à profundidade do passe e a espessura do cavaco.

Variando os movimentos, a posição e o formato da ferramenta, é possível realizar uma grande variedade de operações:

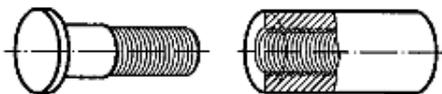
a) Tornear superfícies cilíndricas externas e internas.



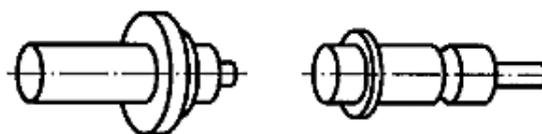
b) Tornear superfícies cônicas externas e internas.



c) Roscar superfícies externas e internas.

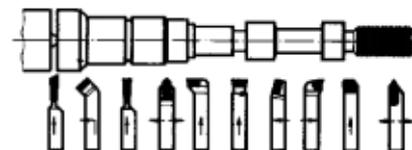


d) Perfilar superfícies.



Além dessas operações, também é possível furar, alargar, recartilhar, roscar com machos ou cossinetes (conhecida por tarraxa, ferramenta própria para executar o rosqueamento externo), mediante o uso de acessórios próprios para a máquina-ferramenta.

A figura ao lado ilustra o perfil de algumas ferramentas usadas no torneamento e suas respectivas aplicações.



A máquina que faz o torneamento é chamada de torno. É uma máquina ferramenta muito versátil porque, como já vimos, além, das operações de torneamento, pode executar operações normalmente são feitas por outras máquinas como a furadeira, a fresadora e a retificadora, com adaptações relativamente simples. O torno mais simples que existe é o torno universal. Estudando seu funcionamento, é possível entender o funcionamento de todos os outros, por mais sofisticados que sejam. Esse torno possui eixo e barramento horizontais e tem capacidade de realizar todas as operações que já citamos.

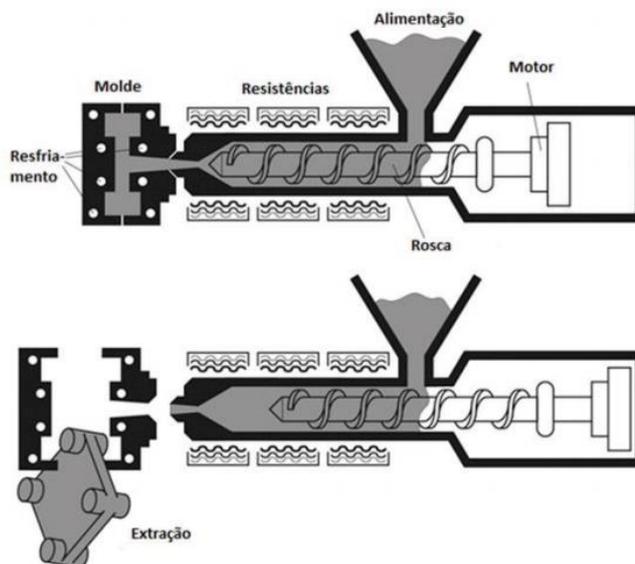
2.2. PROCESSOS DE FABRICAÇÃO – NA INDÚSTRIA DOS PLÁSTICOS

2.2.1. Moldagem por injeção

O material é depositado em um recipiente de alimentação da injetora, (funil), de onde é direcionado para dentro de um cilindro que contém um fuso (rosca) que o empurra, promovendo seu cisalhamento e homogeneização, contribuindo para sua plastificação. Esse cilindro possui resistências acopladas (na parte externa), que aquecem o material, ocasionando sua fusão. O material então percorre o cilindro até a outra extremidade, onde se encontra o bico de injeção que servirá de intermediário entre o cilindro e o molde. Nesse instante, o material, já totalmente fundido, é forçado a adentrar o molde, ocupando seus espaços vazios.

Decorridos alguns segundos, o molde se abre e libera a peça já fria e pronta. O tempo de espera no molde dependerá basicamente da espessura de parede e da eficiência do resfriamento

efetuado, bem como da velocidade da injetora. Caso a peça exija a incorporação de componentes adicionais (insertos), como parafusos, porcas ou outros, os mesmos deverão ser introduzidos no molde antes da injeção. Estes componentes poderão ser colocados por operadores (ou por manipuladores semiautomáticos ou automáticos – robôs), que também realizarão a retirada (extração) das peças após a injeção.



2.2.2. Moldagem por extrusão

É o mais importante processo de transformação de plásticos. Extrudar significa “empurrar” ou “forçar a sair”. Muitos materiais são transformados pelo processo de extrusão: metais, argila, alimentos, plásticos etc. O processo de extrusão de plásticos consiste basicamente em forçar a passagem (controlada) do material granulado por dentro de um cilindro aquecido, por meio de uma ou duas roscas “sem fim”, que transportam, misturam, compactam e permitem a retirada de gases liberados no processo.

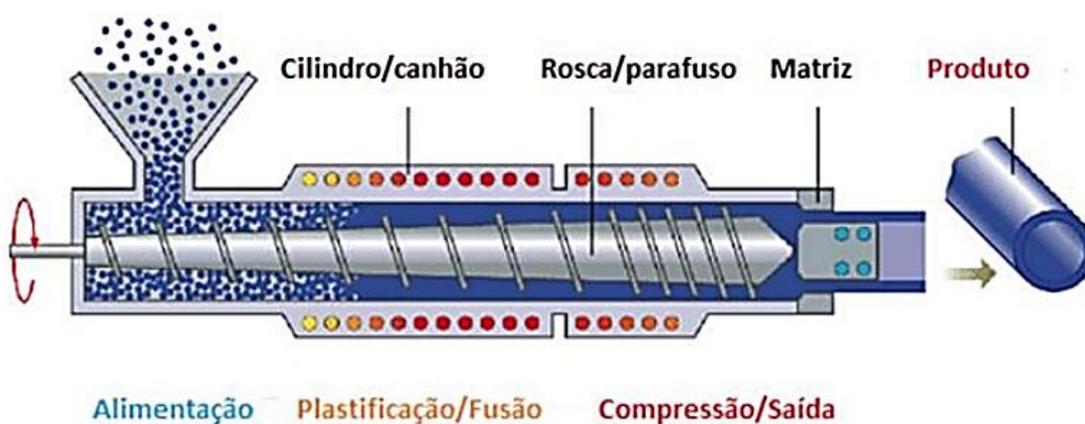
Na saída do cilindro, o material é comprimido contra uma matriz de perfil desejado, a qual dá formato ao produto, sendo este, depois, calibrado, resfriado, cortado ou enrolado. Os principais componentes de uma extrusora são: motor elétrico (acionamento), conjunto de engrenagens redutoras (transferência de torque do motor para a rosca), cilindro, rosca, matriz, carcaça, painel de comando, resistências de aquecimento, ventiladores de resfriamento e bomba de vácuo. Os polímeros são normalmente extrudados no estado fundido e, nesse caso, o polímero é alimentado no estado sólido, se funde e é levado à saída da extrusora.

As extrusoras são normalmente classificadas de acordo com o diâmetro da rosca, que varia de 25 a 250mm. Outra forma de expressar o tamanho das extrusoras é em relação ao comprimento do cilindro (ou barril) em função do diâmetro da rosca, conhecida como razão L/D; seus valores típicos variam de 20 a 30.

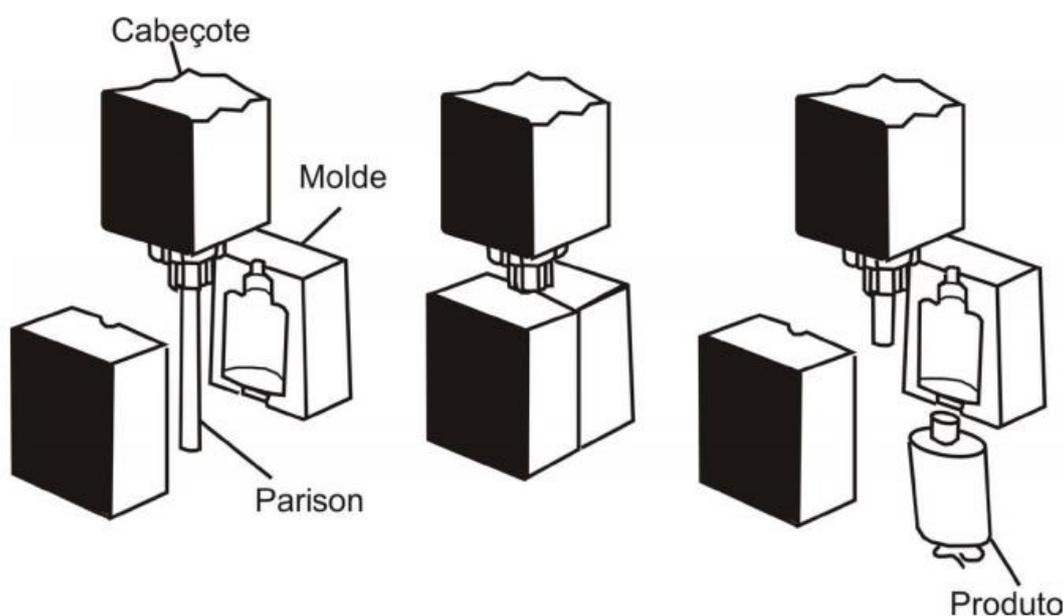
Tipos de moldagem por extrusão: • Perfis: Consiste em forçar a passagem (controlada) do material granulado para dentro de um cilindro aquecido por meio de uma ou duas roscas “sem fim”, as quais transportam, misturam, compactam e permitem a saída de gases liberados no processo. Na saída do cilindro, o material é comprimido contra uma matriz que possui o perfil (desenho) desejado, a qual dá formato ao produto, em seguida, este é calibrado (a fim de manter suas dimensões), resfriado, cortado (para perfis rígidos) ou enrolado (para perfis rígidos).

Sopro: Processo usado na fabricação de peças ocas. Consiste na produção de um parison (pré-forma) o qual é introduzido em um molde, injeta-se gás dentro deste parison forçando-o em direção às paredes do molde. Com a solidificação da peça, o molde é aberto e a peça é removida.

• Filmes: Processo usado na fabricação de produtos com espessuras muito pequenas para serem posteriormente utilizados na produção de sacos plásticos, sacolas, embalagens flexíveis. • Chapas: Produto final consiste de laminados ou chapas.



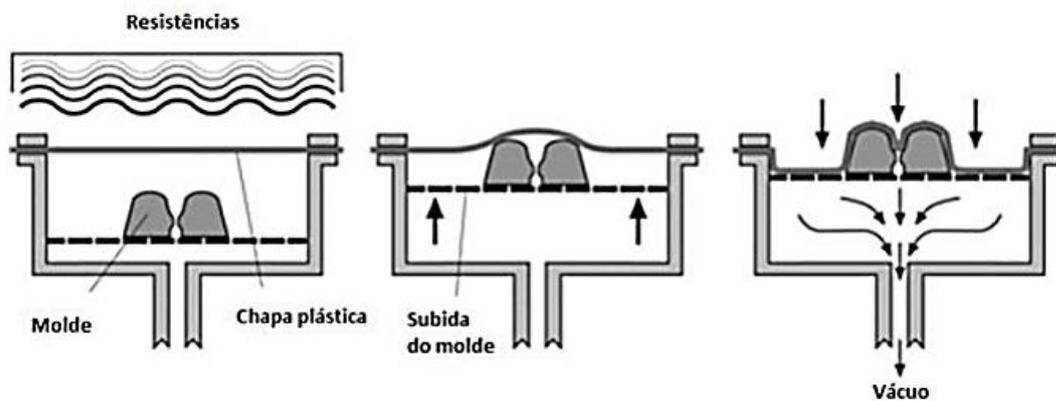
Esquema de produção de peças por extrusão sopro:



2.2.3. Moldagem por termoformação a vácuo

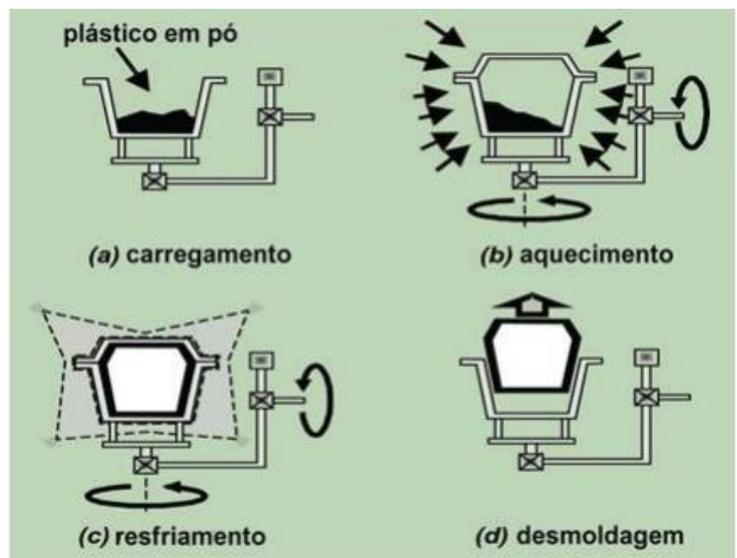
Processo de moldagem de peças a partir de laminados ou chapas (obtidos por extrusão ou calandragem). Consiste no aquecimento da chapa, sendo esta submetida ao vácuo o qual elimina o ar existente entre a chapa e o molde permitindo assim que a chapa tome a forma do molde; após o resfriamento a peça é extraída e, se houver necessidade, as rebarbas devem ser retiradas. Para determinados tipos de produtos, essa técnica oferece algumas vantagens sobre outras tecnologias, pois envolve moldes mais baratos, de construção mais simples e materiais de construção mais baratos (madeira, gesso, alumínio).

Esquema de fabricação de peças por termoformação a vácuo:



2.2.4. Moldagem Rotacional ou Rotomoldagem

É um processo altamente versátil que permite ilimitadas possibilidades de projeto, com baixos custos e produção em baixa escala; utilizado para a produção de peças ocas como tanques, caixas de água, artigos para playgrounds, peças técnicas, manequins, brinquedos. O material plástico a ser moldado por esse processo deve ser carregado no molde aquecido na forma de pó (para facilitar a fusão), este molde é então movimentado dentro de uma estufa a fim de que todo material fundido tome a forma do molde; o molde é então resfriado e a peça é desmoldada.



Vale ressaltar que estes são os principais processos de moldagem para materiais plásticos e que existem variações dentro destes processos, ou seja, na moldagem por injeção podemos ter injeção vertical, várias cores, injeção a gás, dentre outras variações. Na moldagem por extrusão de

filmes há os mono-orientados, biorientados, planos e coextrudados, assim como há as chapas coextrudadas na extrusão de chapas. Na extrusão sopro há peças coextrudadas e biorientadas também. Existe também a injeção e sopro na mesma máquina, processo muito utilizado na fabricação de frascos em PET.

3. MARCENARIAS

As marcenarias produzem móveis sob medida e em geral utilizam um processo mais manual que as indústrias com produção moveleira em massa, o móvel sob encomenda diferencia-se do móvel seriado, especialmente pela ausência de padrões como medidas e design.

A padronização e a intercambiabilidade das peças são fundamentais para a racionalização da produção. A padronização é a redução da variedade de peças de modo econômico, e a intercambiabilidade é a capacidade de usar a mesma peça em diferentes partes do mesmo produto ou em produtos diferentes. Uma das vantagens da padronização é a redução das perdas de material, concentração de ações da fábrica, menor tempo de fabricação, redução do custo e da quantidade de itens na produção.

Por outro lado, a padronização tem como desvantagens a tendência de bloquear o atendimento a todos os desejos dos clientes, limitando a diversificação que é o maior interesse do mercado atual. Alguns tipos de produtos são inviáveis para serem fabricados pelo pequeno fabricante de móveis que só dispõe de máquinas básicas, como por exemplo, os móveis populares fabricados de painéis de aglomerado revestido com papel melamínico, como nas cozinhas, dormitórios, estantes e racks.

Tal inviabilidade justifica-se pela alta tecnologia e grau de automação das grandes empresas. Entra a matéria-prima de um lado, numa linha de máquinas automáticas, e sai a peça pronta do outro, as quais são transportadas por uma esteira sem precisar de operadores, sendo que somente um funcionário abastece e cuida de uma linha inteira do processo. A fabricação deste tipo de móvel, com máquinas básicas, envolve a utilização de uma série de equipamentos, operações e mão-de-obra, aumentando o custo do produto, sendo incompatível, portanto, a competição com os grandes fabricantes.

Já outros produtos são mais apropriados para o processo de fabricação dos pequenos fabricantes de móveis sob medida, destinados à classe média e alta, cujo mercado consumidor no Brasil é mais exigente, e busca itens diferenciados, não interessando ao grande fabricante. As máquinas básicas de marcenaria se ajustam bem neste segmento, permitindo fabricar produtos

com alta qualidade e alto valor agregado, mantendo um baixo custo de fabricação, facilitando a comercialização em lojas especializadas.

Exemplos de móveis: mesas de centro, racks, estantes, balcão, mesa e cadeiras de jantar. Todos estes produtos podem ser fabricados com madeiras maciças, ou mesclados com aglomerados, compensados e outros mais. Após a definição dos materiais e dos produtos que se pretende fabricar, determinam-se as máquinas e equipamentos usados na fabricação. Se a empresa já fabrica móveis sob medida, ela inicia usando os mesmos equipamentos, acrescentando apenas os essenciais, de acordo com sua condição financeira. Na aquisição de equipamentos sempre é bom tomar cuidado para não os adquirir errados. O marceneiro ao comprar qualquer tipo de máquina ou equipamento precisa munir-se de informações técnicas, e estar bem informado sobre o que se espera da máquina, e que tipos de acessórios acompanham.

3.1. PROJETOS

Basicamente as marcenarias necessitam primeiramente, de uma pessoa que consiga fazer orçamentos de maneira assertiva, calculando de forma real os custos de matéria prima e processos.

É preciso analisar o projeto em todos os seus detalhes, como acabamentos, revestimentos furações, junções, descontos de medias de peças, etc.

Junções: é preciso definir de que forma será feita a união das peças, por parafusos, *minifix*, cavilhas, rebaixos na madeira, encaixes, colações, etc.

Dar os devidos descontos de medidas, quando uma marcenaria recebe um projeto, é preciso interpreta-lo, e definir por exemplo quanto que a gaveta terá internamente, que tamanho será a corrediça, quais as peças que necessitam de fita de bordas.

3.2. REVESTIMENTOS APLICADOS NAS CHAPAS

A principal peculiaridade está no acabamento que, via de regra, é feito através de revestimento de algum tipo de laminado de madeira, papel, plástico ou pintura opaca. Muitas vezes as chapas já vêm com o acabamento ou cortada na medida solicitada, o que facilita o trabalho. Apesar das facilidades trazidas pelas inovações, a produção de móveis sob encomenda ainda exige que a empresa disponha de marceneiros com alto nível de qualificação técnica e flexibilidade, para explorar de forma criativa a necessidade individual do cliente, potencializando a qualidade do trabalho desenvolvido. A partir da revolução provocada pelo desenvolvimento dos painéis de aglomerados e de fibras, surgiram no mercado muitos revestimentos de origem sintética que tem vindo a diversificar a utilização destes painéis tanto no âmbito da construção como no design de móveis e decoração de interiores em geral. Este grupo de superfícies de material não orgânico será

designado por plástico, de um modo geral, no ramo da madeira, são tipos de revestimentos que consistem numa chapa ou lâmina sintética de textura lisa ou rugosa, que é o produto resultante de um processo de alta tecnologia, que dispõe de uma grande variedade de desenhos e de aplicações adequadas sobre suportes de perfilaria complexa. A resistência é igualmente outra característica deste tipo de material, pelo que é muito utilizado em revestimentos superficiais e cantos com forma em mobiliário e em peças diversas, de tal forma que garanta uma fácil conservação das peças assim revestidas.

✓ **Laminado Plástico**

Esta cobertura laminar, de acabamento e de decoração, é fabricada com folhas impregnadas de resinas fenólicas, cuja constituição é composta de três capas: o suporte ou base, cuja grossura depende da quantidade de folhas de papel tipo *kraft*, a capa intermédia, que é a que dá a cor e a textura, e a capa superficial, que protege a anterior mediante uma folha impregnada de uma resina transparente de grande dureza. Todo este conjunto submete-se a grande pressão por meio de prensagem e temperatura de 200°C, para que se produza o endurecimento ou polimerizado total, transformando o conjunto num bloco homogêneo. Atualmente, fabricam-se laminados plásticos de grande variedade de acabamentos, que podem ser brilhantes, simulando metais diversos, versões que reproduzem texturas de madeiras, laminados simulando aspecto de granito, e, inclusive, laminados de fantasia, com rugosidades e irregularidades muito singulares e de belos efeitos.

Naturalmente, também é possível encontrar este material com uma ampla gama de cores, tanto de cores básicas como de tonalidade derivadas.

Outra característica do laminado plástico é a sua capacidade para “pós formar-se”, ou seja, a aptidão que este material tem de se adaptar a todo o tipo de formas e de perfis, propriedade que representou uma certa revolução no setor do mobiliário, ao possibilitar a obtenção de cantos curvos revestidos.



✓ **BP - Baixa Pressão**

Consiste de um papel impregnado com resina melamínica que, prensado a quente, se une ao painel de madeira reconstituída. Tem boa resistência à abrasão e alta resistência a manchas. É aplicado na confecção de móveis para cozinhas, banheiros, escritórios, dormitórios, divisórias.

Laminado de Polímero Laminado fabricado com materiais plásticos como o PVC (poli-cloreto de vinila), PET (polietileno tereftalato), poliéster etc. São painéis decorativos que possuem características ideais para aplicação em altos e baixos relevos, através de processo de

termoformagem em prensas de membrana. Permitem uma boa proteção contra umidade e gorduras e baixa resistência à abrasão.

✓ **Lâminas de Madeira**

As vantagens do uso da lâmina natural são os desenhos e a textura natural de cada espécie vegetal, com suas nuances que só a natureza oferece. As lâminas podem ser obtidas por dois processos: o torneamento, e o faqueamento. Além de madeiras naturais, um diferencial no revestimento de aglomerado, MDF ou compensado pode ser as lâminas de rádica natural ou de lâminas pré-compostas. O marceneiro pode encontrar opções do produto tingido, o que significa ter a lâmina na cor desejada, com seus desenhos naturais preservados. As medidas das lâminas variam de acordo com a madeira escolhida: a largura fica entre 20 e 70 cm; o comprimento a partir de 2,6 m. Podem-se criar lâminas mais largas com um processo de emenda de duas peças.

✓ **Rádica natural**

É praticamente igual à lâmina reta, só que o seu corte pode ser feito em galhos, forquilhas raízes e tronco atravessado. Não existem rádicas naturais com mais de 18 cm de largura e 1,20 m de comprimento, somente as de tronco que podem chegar até 90 cm de diâmetro.

A madeira é extremamente selecionada, que são cozidas em caldeiras específicas, fatiadas em guilhotinas e a secagem em estufas que aquecem e vaporiza simultaneamente. Este processo é demorado e cuidadoso, pois a perda é de 40% na fabricação sem contar as perdas no transporte até chegar ao uso final.

✓ **Lâminas Pré-Compostas:**

Outra boa opção para a marcenaria é a lâmina pré-composta, que utiliza madeira reflorestada. Seu processo de fabricação é diferente, pois a matéria-prima é fatiada em lâminas finas, que são prensadas e novamente cortadas. Esse processo cria um desenho chamado linheiro, que possui traços paralelos. Quando esse bloco é novamente prensado e cortado em outro ângulo, o traçado se modifica e surge assim lâmina catedral. O processo pode ainda ser repetido várias vezes, o que possibilita uma variação de padrões praticamente infinita. No quarto corte, por exemplo, o desenho cria a lâmina rádica pré-composta.

3.3. CORTE

Máquinas de corte são máquinas destinadas a seccionar materiais, através da combinação de movimentos entre o material e a ferramenta.

✓ **Serra radial**

Trata-se de uma máquina motorizada e de estrutura metálica. Compõe-se basicamente de uma mesa plana, de um disco de serra, encostos e um eixo horizontal porta-serra.

A serra circular serve para serrar em linha reta, em sentido longitudinal, transversal, diagonal e oblíquo. Serve também para cortar em larguras, esquadrear, fazer ranhuras, rebaixar, e etc. A mesa é plana com um rasgo por onde sobressai o disco de serra, também possui canais em que são encaixados as guias ou os encostos. O volante regulador da altura serve para levantar e baixar a lâmina da serra em relação à mesa. Para permitir cortes em ângulo, o disco da serra pode ser inclinado de 0° a 45° em relação à mesa. Para tanto, gira-se o volante graduador de inclinação até o ângulo desejado e aperta-se o parafuso fixador para que este não saia da posição. Para determinar a profundidade de corte, basta movimentar o disco da serra para cima ou para baixo por meio do volante regulador de altura, até a medida desejada.

✓ **Disco de serra**

O disco de serra é de aço especial, com um furo central que permite a sua fixação no eixo. Atualmente os discos de serra são calçados com metal duro, o que torna o gume mais durável e os cortes mais eficientes. Este tipo de disco caracteriza-se por quatro furos e quatro rasgos que permitem a sua dilatação.

✓ **Serra de fita**

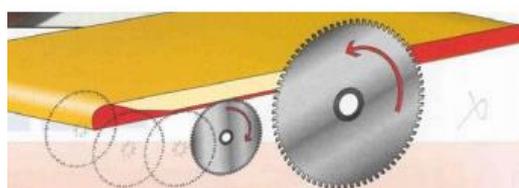
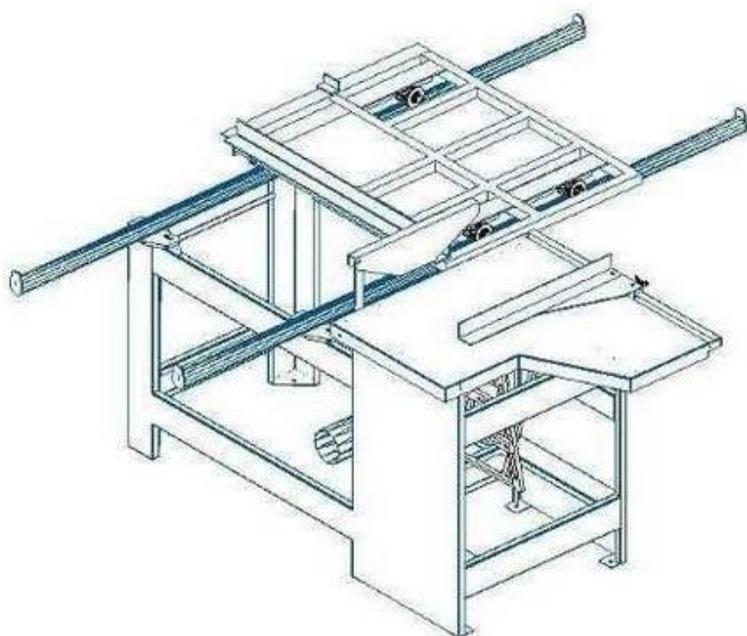
A serra de fita é uma máquina motorizada, composta basicamente de dois volantes que movimentam uma serra sem-fim, uma mesa fixa ou inclinável, e uma estrutura feita com ferro fundido. A serra de fita serve principalmente para serrar em linhas retas e linhas curvas. Os volantes são revestidos com uma cinta de borracha. Além de assegurar a tensão suficiente ao trabalho da serra esta cinta facilita a aderência da serra à madeira. Serve também para eliminar o contato da lâmina com o ferro do volante. Os diâmetros dos volantes variam de 40 a 100 cm, e os volantes mais comuns são os de 80 cm. A velocidade dos volantes é de 600 rpm nas máquinas antigas, e de 1000 a 1800 rpm nas máquinas modernas. Sua mesa pode sofrer uma inclinação, o que possibilita executar cortes em ângulo. Para a conservação é necessário manter os mancais da máquina sempre lubrificados. E evitar mexer nos dispositivos de segurança, que jamais devem ser retirados. A lâmina para serra de fita é de aço, flexível e resistente. Pode ser adquirida na largura e comprimento desejados. A largura varia de acordo com a madeira a ser serrada. As lâminas mais estreitas, por exemplo, são usadas para a execução de curvas acentuadas. O comprimento da lâmina a ser usada na máquina depende do diâmetro dos volantes e da distância entre os eixos.

✓ **Destopadeira angular**

Este equipamento desempenha um importante papel no dimensionamento da madeira maciça ou derivados sendo utilizado para fazer cortes horizontais de topo em perfis de madeira e derivados entre ângulos de 0° a 45°, para esquerda ou para direita, e inclinação do cabeçote vertical também para esquerda e para direita entre os ângulos de 90° e 45°. Para esta máquina recomenda-se utilizar discos de serra com ângulo de ataque negativo ou com limitador de corte para evitar acidentes de trabalho.

✓ **Esquadrejadeira**

Trata-se de uma serra direcionada a dimensionar peças, as quais são serradas em ângulo ou retas. Enquanto a serra circular tradicional apresenta mesa fixa, fazendo com que o operador empurre a madeira contra a serra, à esquadrejadeira apresenta mesa móvel (também conhecida como carro deslizante esquadrejador), o que agiliza e melhora a precisão do corte. O uso de batentes é importante para a boa utilização das esquadrejadeiras. Para cortar uma peça na medida desejada, a máquina precisa ter um batente esquadrejador (à esquerda da serra) e um batente paralelo (à direita da serra), sendo que nestes dois batentes são reguladas as dimensões da peça a ser cortada. “O batente esquadrejador ainda pode ter a função de batente angular, permitindo o seu posicionamento em diversos ângulos em relação ao disco de serra”. A esquadrejadeira pode estar equipada com riscador, que é uma serra instalada antes da serra principal e que gira no sentido contrário, impedindo o lasqueamento na parte inferior do material a ser cortado, possuindo uma regulagem de altura e de ângulo da serra.



✓ **Seccionadoras**

A Seccionadora é especialmente desenvolvida para executar cortes retos e perfeitos com bom acabamento, graças a um sistema de riscador e serra, apto a trabalhar com os mais variados tipos de materiais: painéis de compensado, aglomerado cru, aglomerados laminados, laminados melamínicos, etc

Existem muitos modelos de seccionadoras, as CNCs controladas por uma computador ou as automáticas dotadas de dispositivos de regulação rápida, que cortam a madeira conforme as dimensões pedidas por meio de um plano de corte previamente estabelecido. Na maioria dos casos as chapas ou a matéria prima a ser utilizada, são cortadas na posição horizontal, podendo esta ser alimentada na máquina por meio manual ou automático. Há ainda outro modelo, a seccionadora vertical, onde a chapa é cortada na posição vertical, reduzindo assim grande parte da área ocupada, sendo de grande vantagem para o marceneiro que dispõe de pouco espaço em sua oficina.

3.4. MÁQUINAS DE FURAÇÃO

São máquinas destinadas a executar perfurações em materiais, através da combinação de movimentos entre o material e a ferramenta. Em uma peça que tenha passado por algum tipo de processo de fabricação, seja ela qual for, dificilmente os furos, pequenos ou grandes, não estarão presentes em sua estrutura. Assim sendo, o processo de furação é imprescindível à produção do móvel, seja ele desmontado ou já montado. Nesta matéria, procuramos relatar as máquinas utilizadas neste trabalho, as chamadas furadeiras. Podemos classificar as furadeiras de diversas maneiras. Quanto ao sistema de avanço, podemos classificá-las em manuais ou automáticas. Ao contrário do que possa parecer, as furadeiras manuais têm grande aplicação nas indústrias. Quanto ao tipo de máquina, vamos ficar naquelas que furam as peças por meio de brocas podendo classificar-se como: de coluna, de bancada, horizontal e múltipla.

✓ **Furadeira de bancada**

É pequena e geralmente têm mesa reversível acoplada com uma morsa deslizante. Nela, o que deve ser ajustado no processo é a peça em si. São utilizadas para trabalhos de pequeno porte, como por exemplo, em furos especiais para furação padronizada de ferragens.

✓ **Furadeira de colunas**

É a mais encontrada em grandes e pequenas fábricas devido a sua versatilidade. A furadeira de bancada é bastante similar à furadeira de coluna. Elas têm basicamente o mesmo conceito, diferenciando-se por certos aspectos, dentre os quais podemos destacar a produtividade,

flexibilidade, diâmetro das brocas que podem ser utilizadas, tipo de peça a ser furada, etc. Geralmente têm uma mesa móvel, onde são fixadas as peças, um cabeçote contendo um mandril para fixação das brocas e uma alavanca que controla estes componentes.

✓ **Furadeira horizontal**

Geralmente é destinada para a realização de furos em topos nas peças como prateleiras, bases, laterais e em outras operações onde não se justifica o tempo gasto de regulagem em uma furadeira múltipla.

✓ **Furadeira múltipla**

Tem vários cabeçotes independentes, horizontais e verticais, que podem ser (superiores ou inferiores), realizando diversos furos simultaneamente ou sucessivamente, de diâmetros diferentes, sem a necessidade de ajustes constantes. Quando falamos em furadeiras múltiplas, estamos tratando de fatores de eficiência como o tempo de produção, quantidade de peças furadas, tempo de setup, etc. As furadeiras múltiplas são as máquinas mais utilizadas nas linhas de produção, pois aceleram a fabricação. Podem ser ajustadas para executar as várias etapas de um furo, como furar, alargar, escarear, rebaixar, etc. Atualmente, há vários diferenciais que melhoram o trabalho da furadeira múltipla como o sistema de avanço, que diminui o trabalho manual do operador com o uso correias acopladas à máquina. Além disso, temos acessórios que visam acelerar e aumentar a precisão e a segurança do processo, como cabeçotes duplos reguláveis (bipartidos), duplos fixos, agregados múltiplos e especiais.

3.5. MÁQUINAS DE DESBASTE

Utilizadas para execução de pré-usinagem, com a utilização de ferramentas de corte.

✓ **Plaina Desempenadeira**

Trata-se de uma máquina motorizada e de estrutura metálica. Compõe-se de um encosto paralelo inclinável e de duas mesas reguláveis: mesa anterior e mesa posterior. A plaina desempenadeira é usada para desempenar peças de madeira em uma face e um lado, preparando-a para a próxima operação. O encosto paralelo pode ser inclinado em até 45°. Isto permite desempenar a madeira em ângulos que vão de 90° a 135° em relação à face. As mesas anterior e posterior são reguláveis na altura controlando assim a quantidade do material a retirar, bastando somente movimentar a mesa anterior (primeira face de apoio).

✓ Plaina desengrossadeira

Trata-se de uma máquina motorizada e de estrutura metálica usada para aplainar e desengrossar madeiras. Compõe-se de mesa e de cilindros que conduzem a madeira a ser aparelhada conforme a espessura desejada. É dotada de avanço automático, necessitando apenas ser alimentada. O método de trabalho é de mais fácil manuseamento do que com a plaina. Colocam-se as peças de madeira sobre a mesa, com a face previamente plana para baixo, empurrando-as de forma manual até ser pisada pelo rolo estriado de alimentação, o qual automaticamente arrastará as peças que entram em contato com as navalhas. O cilindro de avanço é estriado; a tração das arestas sobre a madeira faz com que esta seja conduzida de encontro às facas para ser aparelhada. O cilindro liso superior conduz a madeira até o final do aparelhamento e deve ser regulado para trabalhar cerca de 0,5 mm abaixo do gume das facas. Os cilindros lisos inferiores giram livremente pois sua função é diminuir a superfície do atrito sobre a mesa para facilitar, desse modo, o deslizamento da madeira. Dependendo das condições da madeira, esses cilindros devem estar mais ou menos 0,5mm acima da superfície da mesa. A largura da mesa varia de 330 mm a 630 mm. É regulável em altura mediante dois parafusos manobrados por um volante. Faz-se a regulagem de medida sobre uma escala existente ao lado da mesa. O eixo porta navalhas gira em sentido inverso ao avanço da madeira e ao giro dos demais cilindros.

✓ Torno para madeira

O torno é uma máquina destinada a dar forma cilíndrica a peças de madeira.

Compõe-se de várias partes:

Cabeçote fixo: é composto por um corpo de ferro fundido com uma polia escalonada presa a um eixo montado em mancais. Numa das extremidades do eixo, há um cone interno em que se encaixa o arrastador. Na parte externa dessa mesma extremidade, há uma rosca que serve para fixar a placa ou a bucha que irá tracionar a madeira.

Cabeçote móvel: compõe-se de um corpo de ferro fundido com um volante que movimenta um eixo com uma ponta em forma de cone encaixada chamada de contra-ponta que serve para prender a peça a ser torneada entre os dois cabeçotes do torno. A essa operação dá-se o nome de “tornear entre pontos”.

Motor: é dotado de rpm constante. Mediante a uma correia, ele movimenta o conjunto formado pela polia e eixo.

Conjunto da polia escalonada: transforma a rotação constante em três ou quatro rotações distintas. Isso depende do número de canais da polia escalonada e do diâmetro da peça a ser trabalhada. Obs.: Há uma relação entre rpm e diâmetro do material. Assim de acordo com a tabela

ao lado, com uma rpm 450 podem ser torneadas peças de grandes diâmetros, desde que a distância entre pontos não exceda a 200mm.

Rpm	Ø das peças em (mm)
450	De 150 a 250
900	De 100 a 150
1800	De 50 a 100
3600	De 10 a 50

Espera: serve de apoio às ferramentas de corte, quando se torneia uma peça. Esse suporte serve para posicionar e fixar a espera na altura adequada da peça a ser torneada e seu tamanho varia conforme o trabalho a realizar.

Arrastador: é um acessório feito de aço-carbono e conhecido também por “garfo de ponta fixa”. Uma de suas extremidades é cônica; e outra, formada por pontas. A ponta central é ligeiramente maior que as demais e é responsável pelo tracionamento da peça a ser torneada.

3.6. MÁQUINAS FIXAS DE USINAGEM

São empregadas para execução de perfis (retos ou curvos) em materiais com utilização de diferentes ferramentas de corte. Normalmente são máquinas de porte e permanecem estacionárias ao longo de um processo de fabricação.

✓ Tupia

É uma máquina motorizada, constituída basicamente de uma mesa, um conjunto eixo-árvore situado no interior da estrutura, um eixo porta ferramenta e um encosto perpendicular. A mesa é perfeitamente desempenada e possui um furo para a passagem do eixo porta-ferramenta. A tupia serve para fazer rebaixos, molduras, perfis e canais em peças de madeira e derivados. A tupia opera com discos de serra e fresas para perfis. As fresas alojam-se no eixo dos anéis e são de aço-carbono, calçadas com pastilhas de metal duro conhecido como “wídea”, o que torna o corte mais resistente e facilita o acabamento. Para cada tipo de trabalho em madeira há também um tipo de fresa. O disco de serra pode ser alojado também no eixo porta ferramentas que é regulável, permitindo deslocar a serra para cima ou para baixo abrindo canais com espessura superior à da lâmina. Para resistir à força centrífuga da rotação do motor, a lâmina da serra deve ser mais espessa que as serras convencionais.

✓ Tupia Superior

Tupia cujo eixo porta ferramentas encontra-se preso na parte superior. Permite regulagem da altura da fresa, e a mesa de trabalho possui um pino guia de apoio para. Executa com rapidez e perfeição ranhuras, canais, molduras e relevos em peças seriadas.

✓ **Respigadeira**

A respigadeira é usada para fazer espigas, trata-se de uma máquina motorizada, rápida, precisa e indispensável na produção em série. Compõe-se de uma estrutura metálica, de uma mesa inclinável. Sua mesa é móvel, inclinável e munida de encosto regulável com graduação de 45° para ambos os lados. A madeira é pré-fixada na mesa por meio de um sistema excêntrico ou de aperto pneumático.

3.7. MÁQUINAS DE COLAGEM

São máquinas empregadas para a união de lâminas para superfícies em chapas. Podem também permitir a união de lâminas em conjunto de sarrafos e requadros. • Prensa para Laminação e Montagem Suas regulagens simplificadas e um sistema de prensagem, bem projetado, possibilita reduzir o tempo de preparação e aumenta consideravelmente a produtividade em relação aos métodos tradicionais. É ideal para prensar partes de móveis encaixáveis ou laminadas como estantes, cômodas, etc, sendo possível também adaptar seu sistema para outros componentes que necessitem de prensagem, como portas e janelas. Dependendo do modelo, encontramos pistões que prensam as peças (horizontalmente e verticalmente), sendo estes acionados por botões de comando ou alavancas. Estes pistões possuem regulagem para ajustar a máquina de acordo com as dimensões da peça a ser prensada. Para montagem de requadros, algumas presas, além de pistões, possuem fixadas em sua mesa duas réguas de encosto que formam um ângulo de 90° com a função de manter as peças no esquadro ao serem montadas, podendo este ser deslocados pela superfície da mesa conforme as detenções das peças.

3.8. MÁQUINAS DE ACABAMENTO

Estas máquinas são usadas para dar melhor estética no produto acabado, porém, também são muito úteis na preparação de superfícies para aplicação de tintas, vernizes e colas.

✓ **Lixadeira de fita**

A lixadeira de fita é uma máquina de estrutura metálica constituída de uma mesa móvel, e de uma fita de lixa sem-fim que gira em torno de duas polias. Serve para lixar as superfícies de madeira e dar um bom acabamento às peças. Há vários modelos de lixadeiras. Certas lixadeiras, por exemplo, possuem uma mesa auxiliar, disposta sobre a fita, o que permite lixar peças planas e curvas. A mesa de madeira serve de apoio à peça a ser lixada e pode ser movimentada horizontalmente, ou também ser regulada na altura ajustando-se a espessura da peça de modo que a lixa passe sobre toda a superfície da peça. A sapata serve para pressionar o contato com a

lixa sobre a madeira que pode ser movimentada ao longo da lixa. O comprimento da lixa faz-se a partir da seguinte fórmula:

$$C = \pi \cdot D + H$$

Onde: C = comprimento da lixa

D = diâmetro das polias

H = distância entre eixos das polias

✓ **Lixadeira oscilante**

É ideal para efetuar trabalhos de lixamento em bordas arredondadas, perfiladas ou retas, como rebaixas em almofadas, entre outros. A mesa é construída em chapas de aço perfilado e possui regulagem para aproximar ou distanciar a peça da lixa, bem como lixar em ângulos ou inclinações. O conjunto de lixamento pode trabalhar no sentido horizontal ou vertical em relação à mesa. A lixa é apoiada por patins que servem de molde e base para a peça a ser lixada. Para maior durabilidade da lixa e melhor acabamento na peça lixada, alguns modelos são equipados com um exclusivo sistema de oscilação da lixa. O lixamento de peças perfiladas exige a utilização de polias revestidas por borracha vulcanizada do formato do perfil a ser lixado.

✓ **Lixadeira de disco**

Serve para fazer acabamentos em bordas, canto e topos de peças planas ou curvas. Possui um motor e um disco metálico fixado na sua extremidade. A lixa fixada a um disco giratório perpendicularmente a uma mesa de trabalho, torna o trabalho da retirada de excessos e imperfeições da madeira mais fácil.

✓ **Lixadeira de câmara**

É uma máquina que possui dois cabeçotes, compostos por câmaras de borracha e ventil, utilizada para o lixamento de peças curvas e onduladas, com perfis redondos ou ovalados e quebra de cantos longitudinais em peças retas. É equipada com dois conjuntos de avanço de velocidade variável conforme necessidade.

✓ **Lixadeira calibradora**

Também chamada de lixadeira banda larga é utilizada para lixar em grande escala e painéis de grande porte. Deixa a superfície lisa e todo o painel na mesma espessura. Tem como características, motores mais potentes, pistões, central de comando informatizada, rolos, patins, cilindros e uma esteira de avanço.

3.9. MÁQUINAS DE REVESTIMENTO

Máquinas empregadas para fixação através de adesivo *hot melt*, de lâminas para faces laterais de peças.

✓ **Coladeira de Borda**

Trata-se de uma máquina especialmente desenvolvida para trabalhar com painéis de bordas retas, perfiladas, arredondadas e softformadas (curvas). Tanto no uso artesanal como no industrial, a máquina permite a colagem de bordas em peças retas ou curvas. É dotada de alimentação automática das bordas em papel melamínico, lâminas de madeira, ABS ou PVC, dispostas em rolos. Trata-se de uma máquina simples, de fácil operação, e totalmente adaptáveis às necessidades dos clientes.

3.10. MÁQUINAS DE PINTURA

Empregadas no processo de aplicação de tintas e vernizes em peças ou produtos acabados.

✓ **Compressores**

São máquinas que captam o ar, na pressão atmosférica local, e o comprime até atingir a pressão adequada para trabalho. Nesses compressores, sucessivos volumes de ar são confinados em câmaras fechadas (reservatórios) e elevados a pressões maiores. Os compressores são classificados em dois tipos: compressores de deslocamento positivo (de pistão) e compressores dinâmicos (de parafuso) somente usados em redes especiais com necessidade de grande vazão de ar. Existem outros tipos utilizados em sua maioria escala industrial, mas dentro dessa categoria, os mais encontrados são:

Compressores de pistão: podem ser de simples efeito (SE) com apenas um pistão e duplo efeito (DE) com dois pistões, ou de um ou mais estágios de compressão.

Compressores de parafuso: o motor elétrico ou diesel impulsiona um par de parafusos que giram um contra o outro, transportando o ar desde a seção de admissão até a descarga, comprimindo-o ao mesmo tempo.

✓ **Pistolas**

Convencional ou pistola de ar (ar comprimido): a tinta depositada no recipiente é expulsa em direção ao bico da pistola pela ação da pressão do ar. É um método de pintura muito utilizado em pintura industrial e até mesmo por pequenas marcenarias na fabricação de móveis sob medida. Além de ser um método de aplicação de tinta que apresenta grande produtividade, tem como

característica a obtenção de espessura de película quase que constante ao longo de toda superfície pintada, o que não é em termos práticos, possível com métodos de pintura com pincéis e rolos.

Há três tipos de pistolas convencionais: de sucção, de gravidade e as alimentadas por um tanque de pressão. As pistolas de sucção podem ser com caneca inferior e superior e possuem maior capacidade produtiva por minuto. Cada pistola tem seus limites produtivos e um objetivo de pintura em função de tamanho e formato do objeto a ser pintado, determinando assim o modelo de pistola ideal. Eficácia de transferência dos modelos convencionais: de 25% a 45%.

Vantagens das pistolas convencionais:

- Acabamento de boa qualidade;
- Alto poder de atomização;
- Padrão de leque e vazão variáveis;
- Fácil operação;
- Fácil manutenção.

Desvantagens das pistolas convencionais:

- Baixa eficiência;
- Alto desperdício de material;
- Overspray elevado;
- Grande consumo de ar;
- Fácil de ser usada, mesmo de forma incorreta.

Obs.: Para um estágio de produção em maior quantidade de peças por dia, existem os tanques de pressão com capacidade de 7 litros até 60 litros. Essa capacidade permite que se pintem muitas peças com a mesma característica da tinta, ou seja, o mesmo produto. Se houver constante mudança de cores das tintas deverá ser feita uma análise entre as diferentes capacidades dos tanques em litragem.

Pistola airless (sem ar): seu sistema de aplicação é semelhante ao convencional, mas há mais eficiência quanto à rentabilidade da pintura. O sistema é composto por uma bomba que gera alta pressão, que pulveriza o produto por meio de um bico especial, acoplado à pistola.

A qualidade e o tamanho do bico em uma pistola airless, determina a qualidade e a distribuição das partículas no interior do leque de pulverização. O ângulo de aplicação e a quantidade a ser aplicada, são determinados pela troca do bico, e não por regulagem. Influenciando no aspecto final da pintura. Para móveis sob medida não é indicado, destina-se à grande produção.

Quando há muitas peças com a mesma dimensão o equipamento proporciona mais economia entre 27 e 30%. Isso é originado pela ausência de ar de pulverização, que nas pistolas convencionais causam rebatimento do ar de pulverização da tinta nas peças que estão sendo pintadas, não permitindo que muitas partículas cheguem à peça.

Há outros equipamentos, como o de bombeamento de tinta por diafragma que tem as mesmas características, da pulverização de tinta da pistola com caneca e tanque de pressão, é um equipamento de também grande capacidade produtiva, não é o ideal para móveis sob encomenda. Nos pontos finais são instalados filtros reguladores de ar comprimido, como o próprio nome indica

esse ar é filtrado para evitar que chegue até os pontos de consumo ou as pistolas partículas contaminadas por água ou óleo de compressão.

Vantagens das pistolas airless

- Velocidade de aplicação extremamente alta;
- Permite rápida cobertura de grandes áreas;
- Alta deposição de produto;
- Baixo overspray, reduzindo a perda;
- Aplicação de materiais com alta viscosidade.

Desvantagens das pistolas airless

- Alta vazão de produto;
- Falta de um fácil controle de vazão;
- Opera com pessoal qualificado.

✓ Cabines de pintura

Na escolha do modelo, o marceneiro precisa verificar as opções existentes no mercado e a manutenção que cada uma exige. A escolha deve ser feita em função da carga de trabalho e da necessidade de qualidade desejada ao móvel. Outro fator muito importante durante a escolha do modelo é o tipo de produto utilizado durante a aplicação, pois produtos com maior tempo de catalisação prejudicarão o rendimento da cabine com filtros.

- **Cabine com filtro seco:** recomendada para pequenas empresas que não possuem cabine alguma e pretendem melhorar o ambiente de pintura. O ar saturado é direcionado a um filtro seco, constituído de lâminas dispostas em forma de labirinto, normalmente de fibra de vidro ou papelão.

Este sistema retém aproximadamente 70% das partículas. Para uma pequena produção é uma boa alternativa, pois tem um custo menor. Envolve um investimento menor de implantação, mas quando utilizada por um período maior do que 4 horas ao dia torna sua manutenção (troca de filtros) mais cara do que uma cabine com cortina de água. Uma desvantagem deste tipo de cabine é que ela filtra apenas as partículas sólidas durante a pintura.

- **Cabine com cortina d'água:** esta cabine envolve um investimento maior de implantação, mas proporciona uma utilização em larga escala, com um custo adicional de manutenção mais alto, pois neste sistema é necessário que a água sofra uma decantação em tanques de filtragem, para que seu PH, fique dentro dos limites aceitáveis pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAN) e possa assim ser devolvida ao meio ambiente sem contaminar os lençóis freáticos.

Apresentam um desempenho bem melhor em comparação à cabine com filtro seco absorvendo as partículas sólidas que não ficaram retidas na primeira barreira de filtragem.

O ar é extraído do ambiente e purificado por meio de uma cortina d'água, que retém as partículas contaminantes, que através de produtos apropriados fazem com que estas partículas

fiquem separadas da água, retidas em filtros, que devem ser limpos periodicamente garantindo assim que as partículas de pó, depois de coletadas, não retornem ao ambiente de pintura. 6.9 Máquinas de Movimentação Máquinas que transportam peças ou conjuntos de peças apoiadas sobre pallets, facilitando a logística durante o processo de fabricação.

- **Carro hidráulico:** Serve para carregar e transportar grandes cargas com facilidade e segurança, é ideal para movimentação de cargas paletizadas, dispensando o uso de mão de obra especializada. Sua estrutura é leve, porém robusta, construída em aço soldado.

Possui um sistema hidráulico de suspensão com um pistão protegido por cromo duro e retentores especiais. Possui uma válvula de descida lenta, podendo também possuir uma válvula de segurança para qualquer limite ou excesso de carga. Possui rodas com eixo oscilante sob a bomba e rodízios fixos sob os garfos, com rolamentos de esferas blindados. As rodas e rodízios são em nylon, ferro ou poliuretano. Sua capacidade de carga varia de acordo com o modelo, que pode chegar até 4.000 Kg, ou mais na fabricação de modelos especiais sob encomenda. 6.10 Máquinas de Uso Geral Máquinas que servem de apoio ao processo de fabricação, considerando segurança e limpeza do ambiente fabril.

- **Exaustor ou aspirador industrial:** É utilizado principalmente para captação e/ou separação de partículas resultantes de operações com lixadeiras, serras, cabines de pintura, entre outros. Pode ser fixo com tanques de armazenamento dos resíduos ou móvel onde os resíduos são coletados em sacos plásticos e após descartados para sua reutilização. Ambos os modelos possuem sacos ou mangas de tecido, localizados na parte superior do equipamento com a função de liberar o ar aspirado para dentro do reservatório sem que este libere as partículas coletadas.

3.11. O MÓVEL SOB ENCOMENDA

Para a fabricação de um móvel sob encomenda é necessária uma visita na casa do cliente para dimensionamento do móvel, elaboração e apresentação do projeto ao cliente. Também deverá ocorrer um acompanhamento da produção até a entrega final do produto.

Este tipo de processo de fabricação exige muita atenção do projetista ou marceneiro durante a visita na casa do cliente, pois qualquer erro nas dimensões do móvel compromete a margem de lucro prevista agregada ao produto executado.

Vantagens da fabricação do móvel sob encomenda

- O cliente financia a fabricação, dando entrada através de pagamentos antecipados;
- Fabricação de móveis personalizados;
- O móvel ocupa melhor o espaço da residência;
- Produto com maior durabilidade e resistência;
- Maior rentabilidade por unidade fabricada;
- Estrutura administrativa enxuta;
- Versatilidade do marceneiro.

Desvantagens da Fabricação do Móvel sob Encomenda

- Excesso de operações manuais;
- Normalmente, a empresa não dispõe de máquinas de alta produtividade;
- Aquisição de matéria-prima e insumos em pequenas quantidades, dos intermediários, cujo preço é sempre mais alto;
- Difícil reposição de mão-de-obra especializada;
- Baixa produtividade;
- Produto com excesso de matéria-prima, o que aumenta seu valor;
- Projetos especiais elaborados por profissionais.

3.12. ESTRUTURAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE MÓVEIS SOB ENCOMENDA

Durante a fase de levantamento de dados, para o estudo do *layout* a ser aplicado, deve-se levar em consideração diversos aspectos:

- Que peças e produtos serão fabricados;
- Que quantidades serão produzidas;
- Principais matérias-primas, acessórios e insumos que serão manipulados na fábrica;
- Tamanho dos lotes fabricados;
- Máquinas e equipamentos que a empresa dispõe;
- Quais os métodos e processos utilizados;
- Analisar o pavilhão e o leiaute existente;
- Existem equipamentos, paredes ou setores que não podem ser alterados;
- Quanto o empresário dispõe ou deseja investir na organização.
- Analisar os métodos atuais e definir os métodos que serão utilizados;
- Que outras máquinas e equipamentos serão necessários;
- Definir tipo de transporte interno para movimentar o material em processo de fabricação;
- Definir as necessidades de estoques, métodos de armazenagem;

- Calcular e dimensionar nova área a ser utilizada: prever onde situar a entrada de matéria prima, setores de produção, setores auxiliares, sanitários e expedição;
- Desenhar a planta baixa do pavilhão e equipamentos;
- Pré-estabelecer corredores de circulação;
- Iniciar o posicionamento dos equipamentos, seguindo o fluxo do processo definido.

O número de possibilidades existentes para arranjar uma área de produção é muito grande, precisa-se analisar bem e criar as alternativas a fim de escolher e definir a que melhor satisfaça a produção da empresa.

Modelos de Marcenarias

Para um melhor entendimento da estruturação de uma fábrica de móveis sob medida, criou-se dois modelos de marcenarias (A - B), juntamente com seus *layouts*, exemplificando assim toda sistemática durante o processo de instalação e estruturação das mesmas.

Setores criados nos modelos da Marcenaria A e B:

- Máquinas;
- Construção e montagem dos móveis;
- Acabamento (Pintura);
- Montagem final e expedição;
- Almoxarifado;
- Administração.

✓ **Marcenaria A**

Este primeiro modelo de marcenaria foi criado para um pavilhão com 20 m de comprimento por 15 m de largura e 5 m a 6 m de altura. O pavilhão tem na parte superior um pequeno escritório, onde deve funcionar a área administrativa. Este espaço destina-se a receber os clientes e acomodar a parte administrativa da empresa.

No modelo da Marcenaria A, a empresa trabalhará praticamente com painéis, pois a fábrica não tem as máquinas desempenadeira, desengrossadeira e destopadeira (máquinas necessárias para trabalhar madeira maciça).

Máquinas e principais processos de fabricação usados no modelo A:

Nº	Máquinas e Equipamentos	Processos
1	Serra circular (apoio)	Serrar peças na largura
2	Serra circular esquadrejadeira	Serrar os painéis e peças na largura e comprimento
3	Serra de fita	Fazer cortes curvos
4	Tupia	Fazer rebaixas, ranhuras, boleados, fresados, etc.

5	Furadeira horizontal e ou vertical	Executar furos nas faces e topos
6	Serra circular meia esquadria	Fazer cortes á 45 graus, pequenos cortes em diversos tipos de ângulos.
7	Lixadeira de cinta	Lixar as faces e algum tipo de bordas
8	Bancada	Local onde o marceneiro construirá os móveis
9	Setor e Cabine de pintura	Aplicar tingimentos, fundos e lacas e vernizes
10	Mesa lixamento ou bancada	Lixar fundos

Com o modelo de Marcenaria A, em razão do espaço disponível, pode-se trabalhar no máximo com os seguintes profissionais, para manter a empresa produtiva:

Quantidade	Setor /Função
1	Diretor Comercial (gerencia as vendas, administração, entrega dos produtos)
1	Diretor Industrial (gerencia a produção, fabrica junto se necessário)
1	Operador de máquinas
2	Marceneiro profissional
1	Marceneiro semi-profissional
1	Auxiliar de marcenaria
1	Pintor
1	Auxiliar de pintura
1	Marceneiro montador para entregar os produtos na casa do cliente.
1	Secretária/telefonista/desenhista

✓ **Marcenaria B**

Este segundo exemplo de marcenaria foi criado para um pavilhão com 35 m de comprimento por 15 m de largura e 5 m a 6 m de altura.

O pavilhão também tem na parte superior um pequeno escritório, onde deve funcionar a área administrativa. A empresa poderá produzir móveis com madeira maciça ou com painéis, tendo também uma área disponível para estocar a madeira.

Máquinas e principais processos de fabricação usados no modelo B:

Produção de Móveis Com Madeira Maciça		
Nº	Máquinas e Equipamentos	Processos
1	Serra destopadeira	Pré-serrar madeira maciça no comprimento
2	Desempenadeira	Desempenar face e borda
3	Serra circular	Serrar peças na largura
4	Desengrossadeira	Fazer a espessura das peças
5	Serra circular esquadrejadeira	Serrar as peças no comprimento exato
6	Serra de fita	Fazer cortes curvos
7	Tupia	Fazer rebaixas, ranhuras, boleados, fresados, etc.
8	Furadeira horizontal oscilante e ou vertical	Executar furos nas faces e topos
9	Respigadeira	Fazer espigas nas peças (quando previsto)
10	Serra circular meia esquadria	Fazer cortes á 45graus, pequenos cortes em diversos tipos de ângulos.
11	Lixadeira de bordas	Lixar bordas das peças
12	Lixadeira de cinta	Lixar as faces e algum tipo de bordas
13	Bancada	Local onde o marceneiro construirá os móveis
14	Setor e Cabine de pintura	Aplicar tingimentos, fundos e lacas e vernizes
15	Mesa lixamento ou bancada	Lixar fundos
16	Secagem do verniz	Local para armazenar os móveis recém pintados

Produção de Móveis Com Painéis		
Nº	Máquinas e Equipamentos	Processos
1	Serra circular (apoio)	Serrar peças na largura
2	Serra circular esquadrejadeira	Serrar os painéis e peças na largura e comprimento
3	Serra de fita	Fazer cortes curvos
4	Tupia	Fazer rebaixas, ranhuras, boleados, fresados, etc.
5	Furadeira horizontal e ou vertical	Executar furos nas faces e topos
6	Serra circular meia esquadria	Fazer cortes á 45graus, pequenos cortes em diversos tipos de ângulos.
7	Lixadeira de bordas	Lixar bordas das peças
8	Lixadeira de cinta	Lixar as faces e algum tipo de bordas
9	Bancada	Local onde o marceneiro construirá os móveis
10	Setor e Cabine de pintura	Aplicar tingimentos, fundos e lacas e vernizes
11	Mesa lixamento ou bancada	Lixar fundos
12	Secagem do verniz	Local para armazenar os móveis recém pintados

Neste modelo de marcenaria B, pode se trabalhar no máximo com os seguintes profissionais:

Quantidade	Setor /Função
1	Diretor comercial (gerencia vendas, administrativo e entrega dos produtos)
1	Diretor industrial (gerencia a produção e compras)
1	Operador de máquinas
2	Marceneiro profissional
2	Marceneiro semi-profissional
2	Auxiliar de marcenaria
1	Pintor
2	Auxiliar de pintura
1	Marceneiro montador para entregar os produtos na casa do cliente.
1	Secretária/telefonista/desenhista/
14	Total

Obs.: quando a empresa produzir móveis com painéis já acabados possuindo revestimentos a base de melamina tanto no modelo da marcenaria A ou da B, o processo de fabricação fica mais simplificado.

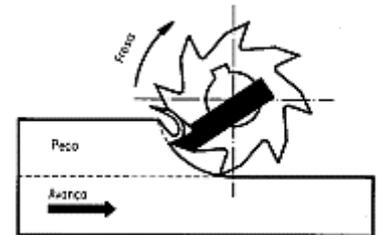
Nº	Máquinas e Equipamentos	Processos
1	Serra circular esquadrejadeira	Serrar os painéis e peças na largura e comprimento
2	Serra de fita	Fazer cortes curvos
3	Tupia	Fazer rebaixas, ranhuras, fresados, etc.
4	Furadeira horizontal e ou vertical	Executar furos nas faces e topos
5	Serra circular meia esquadria	Fazer cortes á 45graus, pequenos cortes em diversos tipos de ângulos.
5	Bancada	Local onde o marceneiro construirá os móveis

Obs.: Para os modelos de marcenaria, aqui levantados, foram consideradas empresas de pequeno porte, considerando a realidade brasileira, situação em que temos trabalhado na maioria dos casos. É possível a proposta de uma marcenaria de maior tecnologia. Neste caso, a indicação comporia máquinas de Controle Numérico Computadorizado e vários outros insumos envolvendo automação industrial.

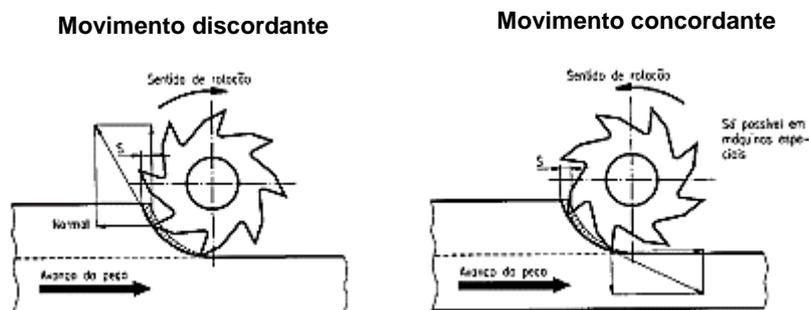
4. PROCESSOS ESPECÍFICOS

4.1. FRESAGEM

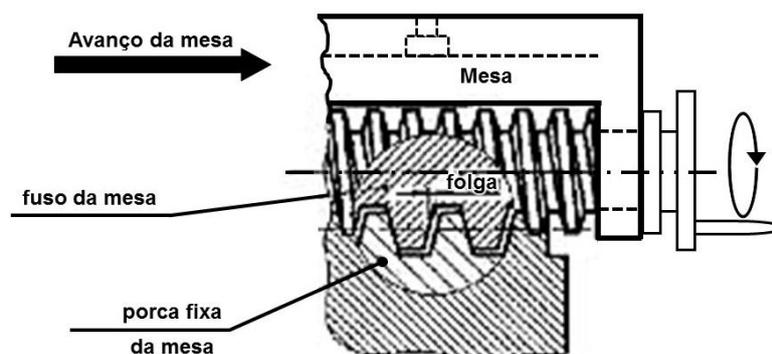
As peças a serem usinadas podem ter as mais variadas formas. Este poderia ser um fator de complicação do processo de usinagem. Porém, graças à máquina fresadora e às suas ferramentas e dispositivos especiais, é possível usinar qualquer peça e superfícies de todos os tipos e formatos. A operação de usinagem feita por meio da máquina fresadora é chamada de fresagem, que é um processo de usinagem mecânica, feito por fresadoras e ferramentas especiais chamadas fresas. Consiste na retirada do excesso de metal ou sobremetal da superfície de uma peça, a fim de dar a esta uma forma e acabamento desejados, feito pela combinação de dois movimentos, efetuados ao mesmo tempo. Um dos movimentos é o de rotação da ferramenta, a fresa, e o outro é o movimento da mesa da máquina, onde é fixada a peça a ser usinada. É o movimento da mesa da máquina ou movimento de avanço que leva a peça até a fresa e torna possível a operação de usinagem. Veja o esquema ao lado.



O movimento de avanço pode levar a peça contra o movimento de giro de dente da fresa. É chamado movimento discordante. Ou pode também levar a peça no mesmo sentido do movimento do dente da fresa. É o caso do movimento concordante



A maioria das fresadoras trabalha com o avanço da mesa baseado em uma porca e um parafuso. Com o tempo e desgaste da máquina ocorre uma folga entre eles. Veja figura abaixo.



No movimento concordante, a folga é empurrada pelo dente da fresa no mesmo sentido de deslocamento da mesa. Isto faz com que a mesa execute movimentos irregulares, que prejudicam o acabamento da peça e podem até quebrar o dente da fresa. Assim, nas fresadoras dotadas de sistema de avanço com porca e parafuso, é melhor utilizar o movimento discordante. Para tanto, basta observa o sentido de giro da fresa e fazer a peça avançar contra o dente da ferramenta. Como outros processos, a fresagem permite trabalhar superfícies planas, convexas, côncavas ou de perfis especiais. Mas tem a vantagem de ser mais rápido que o processo de torneiar, limar, aplainar. Isto se deve ao uso da fresa, que é uma ferramenta multicortante.

✓ **Fresadora**

As máquinas fresadoras são classificadas geralmente de acordo com a posição do seu eixo-árvore em relação à mesa de trabalho é o lugar da máquina onde se fixa a peça a ser usinada. O eixo-árvore é a parte da máquina onde se fixa a ferramenta. As fresadoras classificam-se em relação ao eixo-árvore em horizontal, vertical e universal. A fresadora é horizontal quando seu eixo-árvore é paralelo à mesa da máquina.

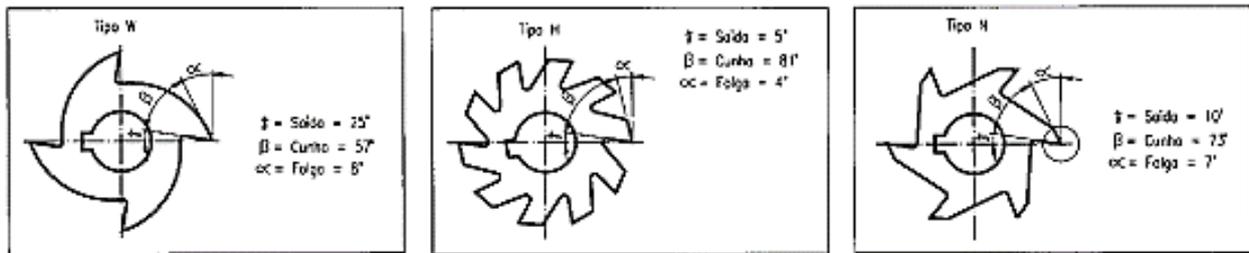
Fresa: A fresa é dotada de facas ou dentes multicortantes. Isto lhe confere, uma vantagem sobre outras ferramentas: quando os dentes não estão cortando, eles estão se refrigerando. Isto contribui para um menor desgaste da ferramenta.

A escolha da ferramenta é uma das etapas mais importantes da fresagem. Ela está relacionada principalmente com o tipo de material a ser usinado. Ao escolher uma fresa, deve-se levar em conta se ela é resistente ao material que será usinado. Os materiais são mais ou menos resistentes. Assim, uma fresa adequada à usinagem de um material pode não servir para a usinagem de outro.

Escolhendo a fresa: Então como escolher a ferramenta adequada? Para começar, você deve saber que os dentes da fresa formam ângulos. Estes por sua vez formam a cunha de corte.

<p style="text-align: center;">Recordar é aprender</p> <p>São ângulos da cunha de corte o ângulo de saída (γ), de cunha (β) e de folga (α).</p>

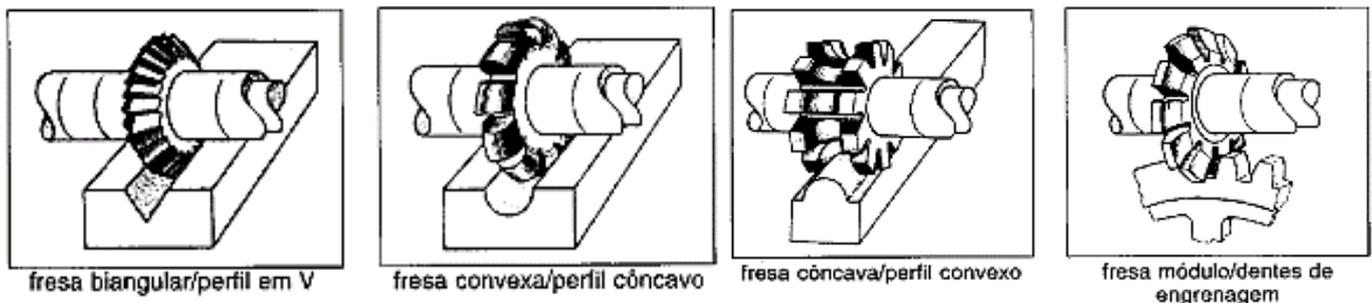
Pois bem, são os ângulos β dos dentes da fresa que dão a esta maior ou menor resistência à quebra. Isto significa que quanto maior for a abertura do ângulo β , mais resistente será a fresa. Inversamente, quanto menor for a abertura do ângulo β , menos resistente a fresa será. Com isto, é possível classificar a fresa em: tipos W, N e H. Veja figuras a seguir.



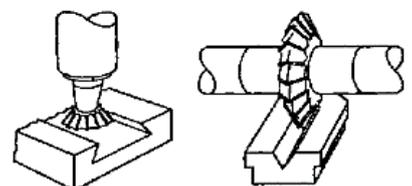
Percebeu que a soma dos ângulos α , β e γ em cada um dos tipos de fresa é sempre igual a 90° ? Então você deve ter percebido também que, em cada um deles, a abertura dos ângulos sofre variações, sendo porém o valor do ângulo de cunha sempre crescente.

Pois bem, a partir desta observação e de acordo com o material a ser usinado, você já pode escolher a fresa adequada ao seu trabalho. A fresa tipo W, por ter uma abertura de ângulo de cunha menor ($\beta = 57^\circ$), é menos resistente. Por isso ela é recomendada para a usinagem de materiais não ferrosos de baixa dureza como o alumínio, o bronze e plásticos. A fresa tipo N ($\beta = 73^\circ$) é mais resistente que a fresa tipo W e por isso recomendada para usinar materiais de média dureza, como o aço com até 700N/mm^2 de resistência à tração. Finalmente, a fresa tipo H ($\beta = 81^\circ$) é mais resistente que a fresa W e a fresa N. Portanto, é recomendada para usinar materiais duros e quebradiços como o aço de maior resistência que os interiores. Ainda quanto às fresas tipo W, N e H, você deve estar se perguntando porque uma tem mais dentes que outra. A resposta tem a ver com a dureza do material a ser usinado. Suponha que você deve usinar uma peça de aço. Por ser mais duro que outros materiais, menor volume dele será cortado por dente da fresa. Portanto, menos cavaco será produzido por dente e menos espaço para a saída será necessário. Já maior volume por dente pode ser retirado de materiais mais moles, como o alumínio. Neste caso, mais espaço será necessário para a saída de cavaco.

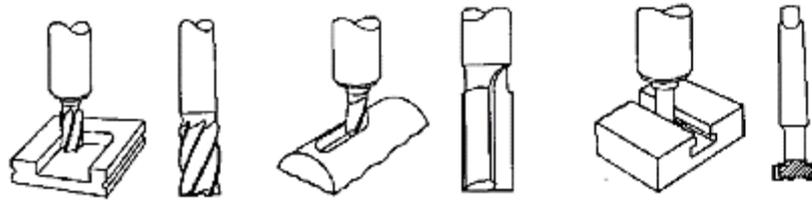
Fresas de perfil constante: são fresas utilizadas para abrir canais, superfícies côncavas e convexas ou gerar engrenagens entre outras operações. Veja alguns tipos dessas fresas e suas aplicações.



Fresas planas: trata-se de fresas utilizadas para usinar superfícies planas, abrir rasgos e canais. Veja a seguir, fresas planas em trabalho e suas aplicações.



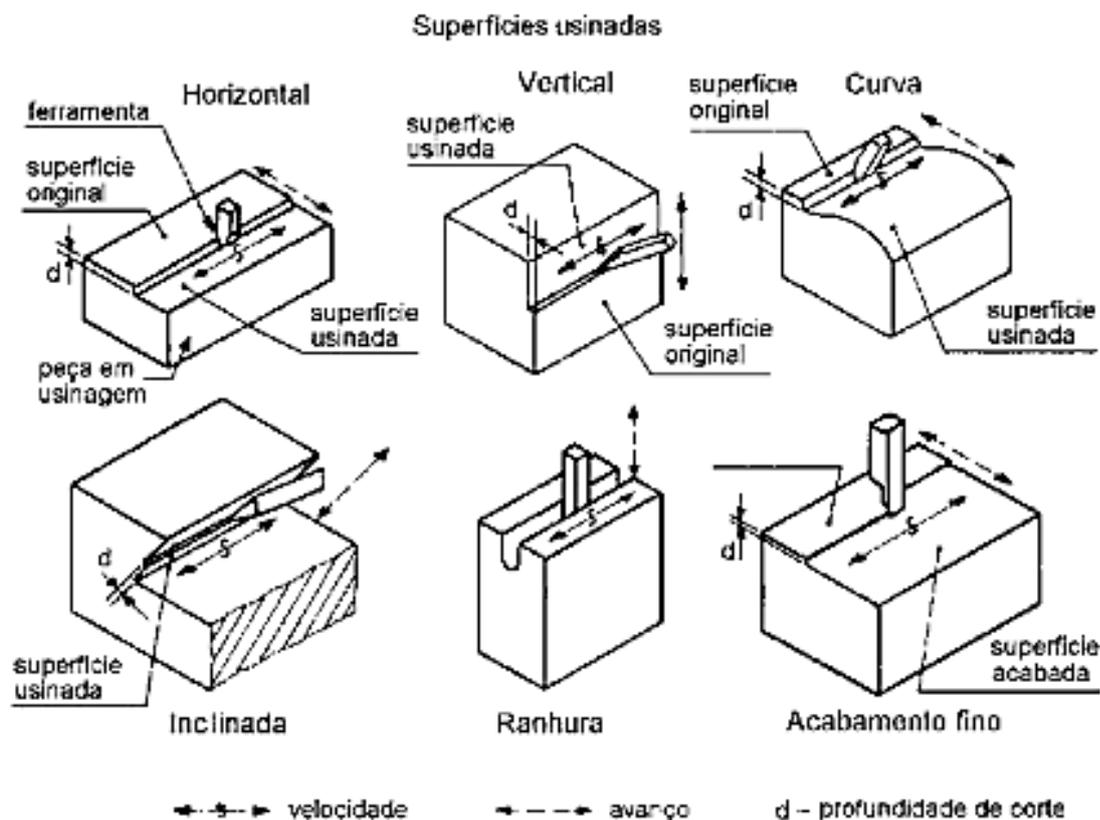
Fresas para rasgos: As fresas para rasgos são utilizadas para fazer rasgos de chavetas, ranhuras retas ou em perfil T, como as das mesas das fresadoras e furadeiras.



✓ **Aplainamento**

Já pensou se tivesse que limar manualmente uma carcaça de um motor de navio? Provavelmente você começaria a tarefa e seus netos a terminariam, tal seria a quantidade de material a ser retirado. No mundo da mecânica, existem tarefas que devem ser realizadas, mas que seriam uma verdadeira "missão impossível" se não houvesse a ajuda de uma máquina. Assim, mesmo operações tão simples como limar podem ser executadas mecanicamente.

O que é aplainamento? Para "limar" aquela carcaça de motor de navio não é necessário gastar esforço físico. Basta uma máquina que realiza um grupo de operações chamado de aplainamento. Aplainamento é uma operação de usinagem feita com máquinas chamadas plainas e que consiste em obter superfícies planas, em posição horizontal, vertical ou inclinada. As operações de aplainamento são realizadas com o emprego de ferramentas que têm apenas uma aresta cortante que retira o material com movimento linear.

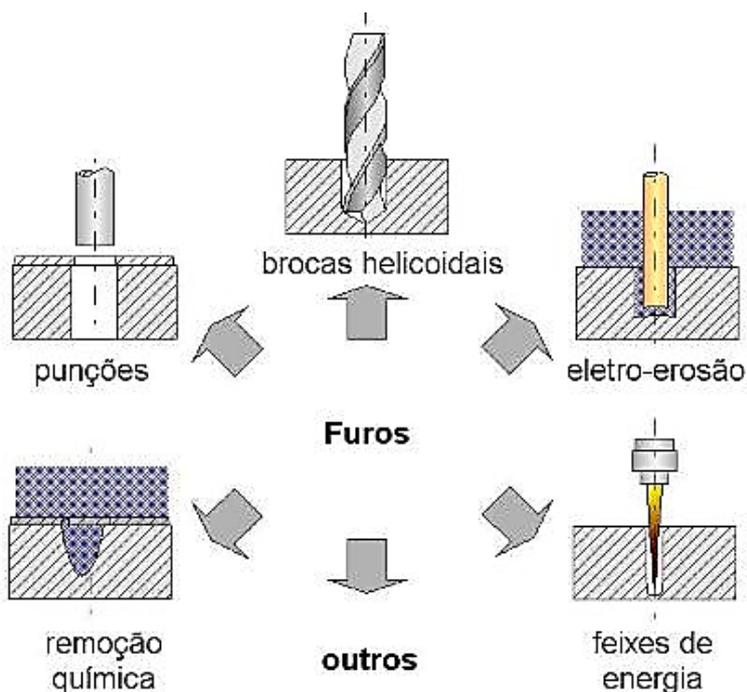


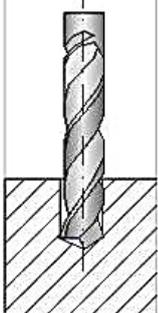
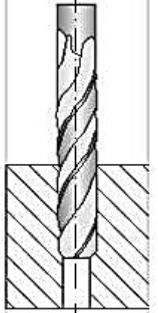
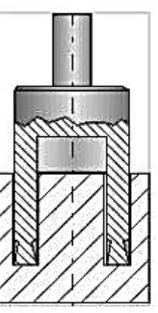
O aplainamento é uma operação de desbaste. Por isso, e dependendo do tipo de peça que está sendo fabricada, pode ser necessário o uso de outras máquinas para a realização posterior de operações de acabamento que dão maior exatidão às medidas.

O aplainamento apresenta grandes vantagens na usinagem de réguas, bases, guias e barramentos de máquinas, porque passada da ferramenta é capaz de retirar material em toda a superfície da peça. Nas operações de aplainamento, o corte é feito em um único sentido. O curso de retorno da ferramenta é um tempo perdido. Assim, esse processo é mais lento do que o fresamento, por exemplo, que corta continuamente.

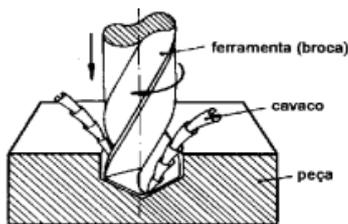
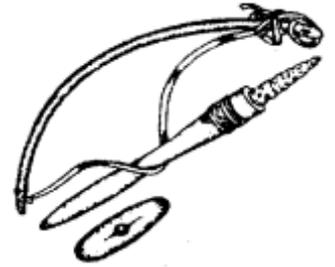
✓ **Furação**

Vamos estudar uma operação muito antiga. Os arqueólogos garantem que ela era usada há mais de 4000 anos no antigo Egito, para recortar blocos de pedra. Ela é tão comum que você já deve ter visto alguém realizar essa operação várias vezes. Até mesmo você pode tê-la executado para instalar uma prateleira, um varal, um armário de parede... Ou, pior ainda, ela foi feita por seu dentista...no seu dente!



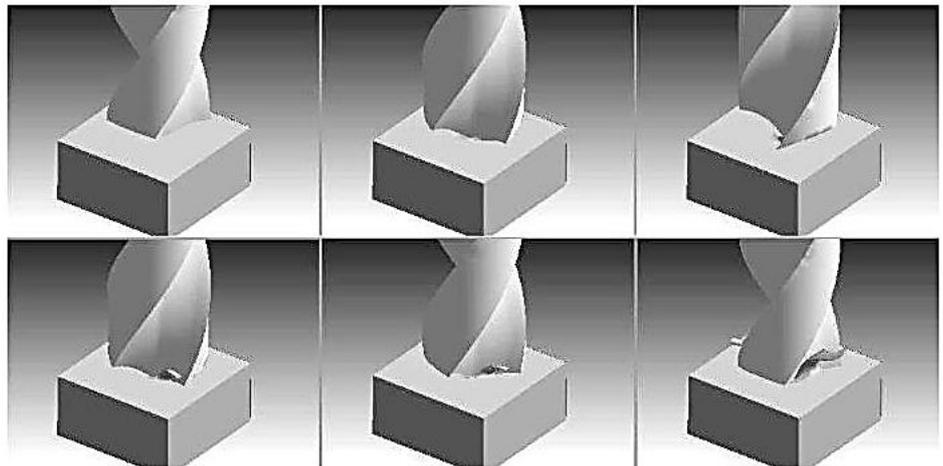
Furação em chelo	Furação com pré-furo	Trepanação
		

Apesar de bastante comum, esta operação exige alguns conhecimentos tecnológicos específicos com relação às máquinas e ferramentas usadas para executá-la. O que os egípcios faziam para cortar blocos de pedra era abrir furos paralelos muito próximos uns dos outros. Para este fim, eles usavam uma furadeira manual chamada de furadeira de arco. Por incrível que pareça, 4000 anos depois continuamos a usar esta operação que consiste em obter um furo cilíndrico pela ação de uma ferramenta que gira sobre seu eixo e penetra em uma superfície por meio de sua ponta cortante. Ela se chama furação.

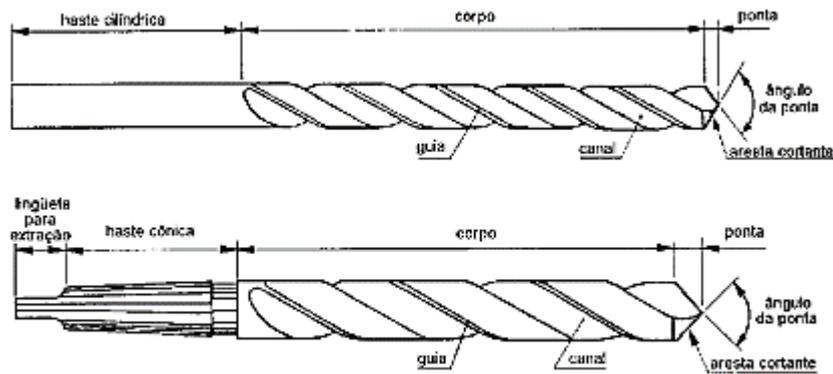


Essa operação de usinagem tem por objetivo abrir furos em peças. Ela é, muitas vezes, uma operação intermediária de preparação de outras operações como alargar furos com acabamentos rigorosos, serrar contornos internos e abrir roscas.

A ferramenta que faz o trabalho de furação chama-se broca. Na execução do furo, a broca recebe um movimento de rotação, responsável pelo corte, e um movimento de avanço, responsável pela penetração da ferramenta.



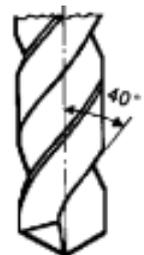
Brocas: Na maioria das operações de furar na indústria mecânica são empregadas brocas iguais às aquelas que usamos em casa, na furadeira doméstica. Ou igual àquela que o dentista usa para cuidar dos seus clientes: a broca helicoidal. A broca helicoidal é uma ferramenta de corte de forma cilíndrica, fabricada com aço rápido, aço-carbono, ou com aço-carbono com ponta de metal duro. A broca de aço rápido pode também ser revestida com nitreto de titânio, o que aumenta a vida útil da ferramenta porque diminui o esforço do corte, o calor gerado e o desgaste da ferramenta. Isso melhora a qualidade de acabamento do furo e aumenta a produtividade, uma vez que permite o trabalho com velocidades de corte maiores. Para fins de fixação e afiação, ela é dividida em três partes: haste, corpo e ponta.



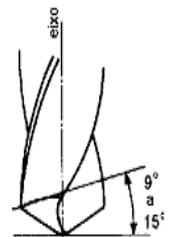
A haste é a parte que fica presa à máquina. Ela pode ser cilíndrica ou cônica, dependendo de seu diâmetro e modo de fixação. O corpo é a parte que serve de guia e corresponde ao comprimento útil da ferramenta. Tem geralmente dois canais em forma de hélice espiralada.

A ponta é a extremidade cortante que recebe a afiação. Forma um ângulo de ponta que varia de acordo com o material a ser furado. A broca corta com as suas duas arestas cortantes como um sistema de duas ferramentas. Isso permite formar dois cavacos simétricos. A broca é caracterizada pelas dimensões, pelo material com o qual é fabricada e pelos seguintes ângulos:

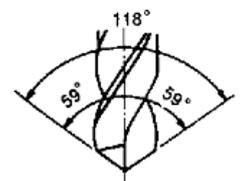
a) ângulo de hélice (indicado pela letra grega γ lê-se gama) - auxilia no desprendimento do cavaco e no controle do acabamento e da profundidade do furo. Deve ser determinado de acordo com o material a ser furado: para material mais duro: ângulo mais fechado; para material mais macio: ângulo mais aberto. É formado pelo eixo da broca e a linha de inclinação da hélice.



b) ângulo de incidência ou folga (representado pela letra grega α e, lê-se alfa) - tem a função de reduzir o atrito entre a broca e a peça. Isso facilita a penetração da broca no material. Sua medida varia entre 6 e 15° . Ele também deve ser determinado de acordo com o material a ser furado: quanto mais duro é o material, menor é o ângulo de incidência.



c) ângulo de ponta (representado pela letra grega σ , lê-se sigma) - corresponde ao ângulo formado pelas arestas cortantes da broca. Também é determinado pela dureza do material a ser furado.

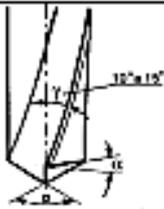
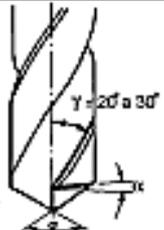
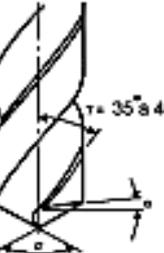


É muito importante que as arestas cortantes tenham o mesmo comprimento e formem ângulos iguais em relação ao eixo da broca ($A = A'$).

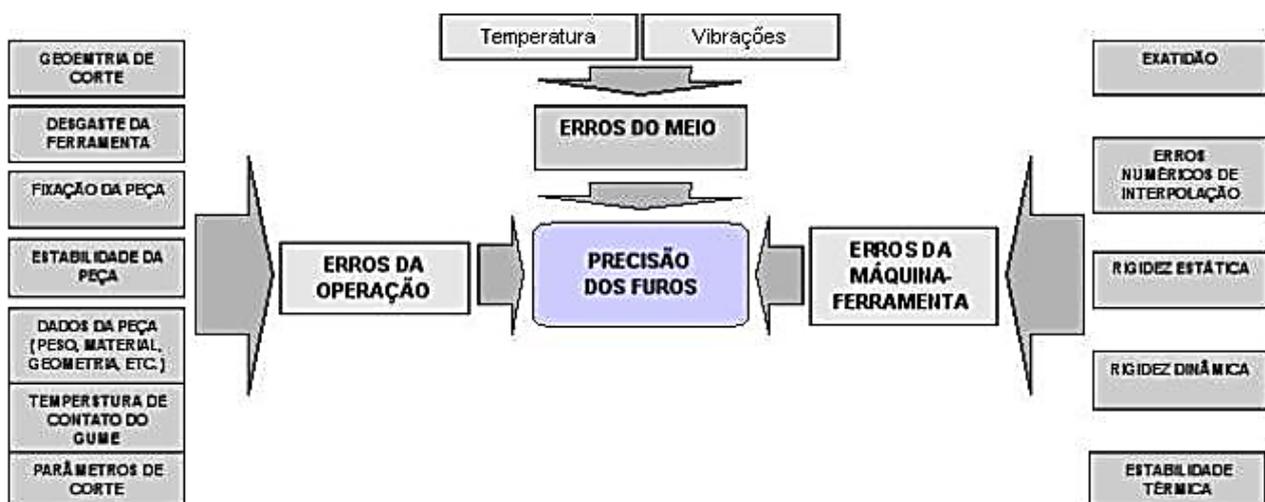


Tipos de brocas

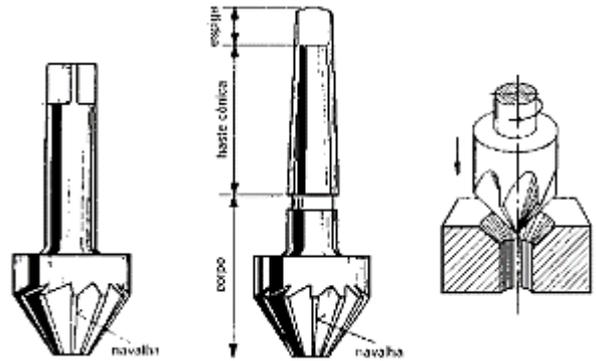
Da mesma forma como os ângulos da broca estão relacionados ao tipo de material a ser furado, os tipos de broca são também escolhidos segundo esse critério. O quadro a seguir mostra a relação entre esses ângulos, o tipo de broca e o material.

Ângulos da Broca	Classificação quanto ao ângulo de hélice	Ângulo da ponta (σ)	Aplicação
	Tipo H – para materiais duros, tenazes e/ ou que conduzem cavaco curto (descontínuo).	80° 118° 140°	Materiais prensados, ebonite, náilon, PVC, mármore, granito. Ferro fundido duro, latão, bronze, celeron, baquelite, Aço de alta liga.
	Tipo N – para materiais de tenacidade e dureza normais.	130° 118°	Aço alto carbono. Aço macio, ferro fundido, latão e níquel.
	Tipo W – para materiais macios e/ ou que produzem cavaco longo.	130°	Alumínio, zinco, cobre, madeira, plástico.

Fatores que influenciam na qualidade da furação



Escareadores e rebaixadores: nas operações de montagem de máquinas, é necessário embutir parafusos que não devem ficar salientes. Nesse caso, a furação com uma broca comum não é indicada. Para esse tipo de trabalho usam-se ferramentas diferentes de acordo com o tipo de rebaixo ou alojamento que se quer obter.



Assim, para rebaixos cônicos, como para parafusos de cabeça escareada com fenda, emprega-se uma ferramenta chamada de escareador. Essa ferramenta apresenta um ângulo de ponta que pode ser de 60, 90 ou 120° e pode ter o corpo com formato cilíndrico ou cônico.

Roda, roda, gira... Você já parou para pensar em quanto sua vida depende de parafusos, pinos, rebites e da qualidade das montagens dos muitos conjuntos mecânicos que nos cercam ou que são responsáveis pela fabricação de tudo o que usamos? Pois é, furar, escarear, rebaixar são operações capazes de deixar tudo "redondinho".

Estudaremos juntos as máquinas que permitem o uso dessas ferramentas e a realização dessas operações. Na aula anterior foi visto que a operação de furar é muito antiga. Para realizá-la, é necessário ter não só uma ferramenta, mas também uma máquina que possa movimentá-la. Até o começo deste século, os mecanismos usados para furar não eram muito diferentes da furadeira de arco que você viu na aula anterior.

Porém, a evolução dos materiais de construção iniciada pela Revolução Industrial, exigiu que outros mecanismos mais complexos e que oferecessem velocidades de corte sempre maiores fossem se tornando cada vez mais necessários. Assim, surgiram as furadeiras com motores elétricos que vão desde o modelo doméstico portátil até as grandes furadeiras multifusos capazes de realizar furos múltiplos.

Afinal, o que é uma furadeira? Furadeira é uma máquina ferramenta destinada a executar as operações como a furação por meio de uma ferramenta chamada broca. Elas são:

1. Furadeira portátil - são usadas em montagens, na execução de furos de fixação de pinos, cavilhas e parafusos em peças muito grandes como turbinas, carrocerias etc., quando há necessidade de trabalhar no próprio local devido ao difícil acesso de uma furadeira maior. São usadas também em serviços de manutenção para extração de elementos de máquina (como parafusos, prisioneiros, pinos). Pode ser elétrica e também pneumática.

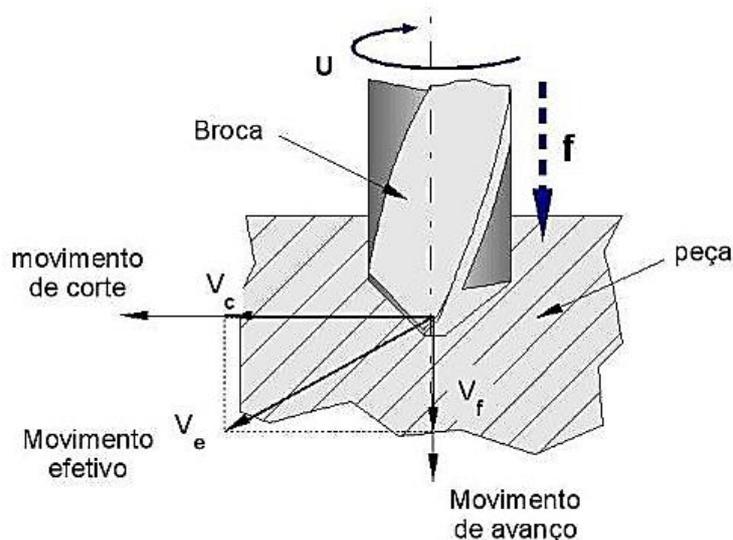
2. Furadeira de coluna - é chamada de furadeira de coluna porque seu suporte principal é uma coluna na qual estão montados o sistema de transmissão de movimento, a mesa e a base. A

coluna permite deslocar e girar o sistema de transmissão e a mesa, segundo o tamanho das peças.

A furadeira de coluna pode ser:

a) de bancada (também chamada de sensitiva, porque o avanço da ferramenta é dado pela força do operador) - por ter motores de pequena potência é empregada para fazer furos pequenos (1 a 12 mm). A transmissão de movimentos é feita por meio de sistema de polias e correias.

b) de piso - geralmente é usada para a furação de peças grandes com diâmetros maiores do que os das furadeiras de bancada. Possuem mesas giratórias que permitem maior aproveitamento em peças de formatos irregulares. Possuem, também, mecanismo para avanço automático do eixo árvore. Normalmente a transmissão de movimentos é feita por engrenagens.



Furadeira radial: é empregada para abrir furos em peças pesadas, volumosas ou difíceis de alinhar. Possui um potente braço horizontal que pode ser abaixado e levantado e é capaz de girar em torno da coluna. Esse braço, por sua vez, contém o eixo porta-ferramentas que também pode ser deslocado horizontalmente, ao longo do braço. Isso permite furar em várias posições sem mover a peça. O avanço da ferramenta também é automático.

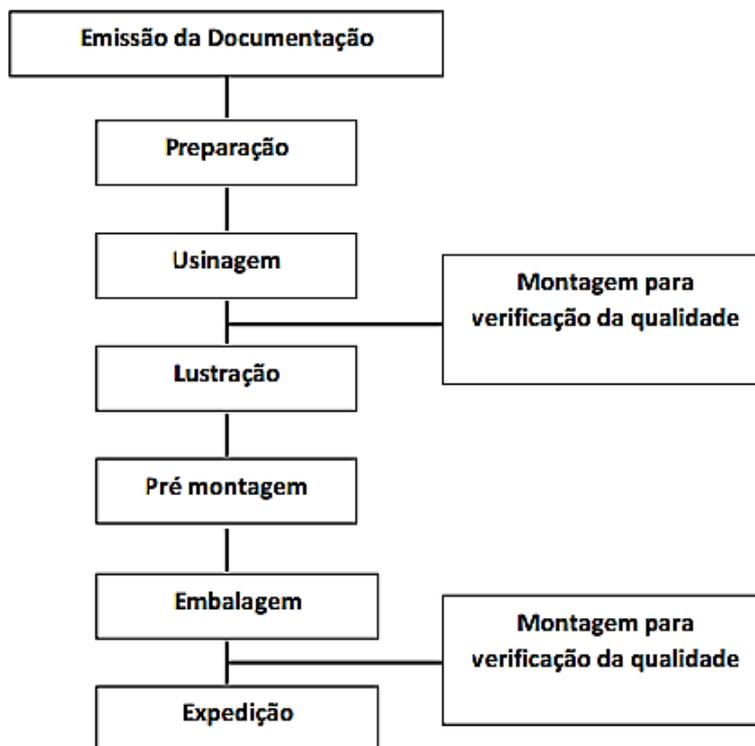
Furadeiras especiais - podem ser:

a) Furadeira múltipla - possui vários fusos alinhados para executar operações sucessivas ou simultâneas em uma única peça ou em diversas peças ao mesmo tempo. É usada em operações seriadas nas quais é preciso fazer furos de diversas medidas.

b) Furadeira de fusos múltiplos - os fusos trabalham juntos, em feixes. A mesa gira sobre seu eixo central. É usada em usinagem de uma peça com vários furos e produzida em grandes quantidades de peças seriadas.

5. FÁBRICA DE MÓVEIS

As fábricas são geralmente distribuídas em: setores (centro de custo), centro de trabalho (máquina). É preciso definir os recursos deste centro de trabalho (mão de obra e maquinário), e é preciso também definir as operações de cada centro de trabalho. Para entender melhor todo o caminho que forma o ciclo de produção, podemos visualizar a seguir um melhor detalhamento dos processos de produção:



No intervalo dos processos, existem inúmeros controles para garantir o fluxo contínuo dentro da fábrica e, conseqüentemente, os prazos de entrega aos clientes. Um processo de produção é um sistema de ações que estão interrelacionadas de forma dinâmica e que estão orientadas para a transformação de determinados elementos. Como tal, os elementos de entrada (conhecidos como fatores) passam a ser elementos de saída (produtos), na sequência de um processo em que é incrementado o seu valor. Convém destacar que os fatores são os bens que são utilizados com fins produtivos (as matérias-primas).

Os produtos, por sua vez, estão destinados à venda ao consumidor ou aos armazéns. As ações produtivas são as atividades desenvolvidas no âmbito do processo, podem ser ações imediatas (que geram serviços que são consumidos pelo produto final, independentemente do seu estado de transformação) ou ações mediatas (que geram serviços que são consumidos por outras ações ou atividades do processo).

Por outro lado, ainda que exista uma grande quantidade de tipologias de produtos, podemos mencionar as principais: os produtos finais, que oferecem os mercados onde a organização interatua, e os produtos intermédios, podendo ser utilizados como fatores noutra ou noutra ações que constituem o mesmo processo de produção.

Os processos produtivos, por sua vez, podem ser classificados de diversas formas. Consoante o tipo de transformação experimentada, podem ser técnicos (alteram as propriedades intrínsecas das coisas), de modo (modificações de seleção, forma ou modo de disposição das coisas), de lugar (deslocamento das coisas no espaço) ou de tempo (conservação ao longo do tempo). Conforme o modo de produção, o processo pode ser simples (sempre que a produção tenha por alvo uma mercadoria ou um serviço de tipo único) ou múltiplo (sempre que os produtos sejam tecnicamente interdependentes).

5.1. CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÕES A PROCESSOS DE PRODUÇÃO

O Layout ou arranjo físico de uma empresa abrange a localização física dos recursos e ferramentas a se utilizar, determinando sua forma e aparência. Estabelecido a partir do estudo do sistema de informações relacionado com a distribuição dos móveis, equipamentos e pessoas, o espaço físico organizacional influi no trabalho desenvolvido pelos indivíduos dentro da empresa.

Apesar de ser aquilo que a maioria das pessoas notaria quando entrasse na empresa, a grande preocupação de um estudo deste tipo é manter o fluxo otimizado entre os papéis e pessoas, ao invés do simples aspecto de visualmente adequado. Basicamente, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas e equipamentos e posicionamento de todo o pessoal da empresa. Também determina a maneira a qual os recursos são transformados, tais como materiais, informações e clientes, que fluem através da operação.

Qualquer mudança, até mesmo as pequenas, pode afetar o fluxo de materiais e pessoas no sistema. São três os tipos básicos de layout. Muitas variações e combinações destes três tipos podem ser feitas, de acordo com as necessidades. Layout Posicional: por posição fixa, ou por localização fixa do material. Usado para montagens complexas. Os materiais ou componentes principais ficam em um lugar fixo. Layout Funcional: por processo. Agrupam-se todas as operações de um mesmo “tipo” de processo. Layout Linear: por linha de produção, ou por produto. Os materiais é que se movem. Uma operação próxima à anterior e os equipamentos são dispostos de acordo com a sequência de operações.

BENEFÍCIOS

Alguns dos benefícios que uma consultoria nessa área traz são: obter um fluxo de informações eficiente; obter um fluxo de trabalho eficiente; utilizar melhor a área disponível; facilitar

a supervisão e a coordenação; reduzir a fadiga do empregado; isolar elementos insalubres (ruídos, vapores, iluminação, etc.); aumentar a flexibilidade para as variações necessárias; clima favorável para o trabalho (motivação); impressionar favoravelmente clientes e visitantes.

Logística: é a parte do processo da cadeia de suprimento que planeja, implementa e controla o eficiente e efetivo fluxo e estocagem de bens, serviços e informações relacionadas, do ponto de origem ao ponto de consumo, visando atender aos requisitos dos consumidores. Sua missão é colocar as mercadorias ou os serviços certos no lugar e no instante corretos e na condição desejada, ao menor custo possível.

BENEFÍCIOS: Pelo fato dos custos logísticos alcançarem por cerca 22% das vendas, é de vital importância para qualquer organização, o controle e a otimização de sistemas logísticos. Se o objetivo dessa administração é alcançado, a empresa se torna mais competitiva, pois tem o controle dos sub-processos que adicionam valor de “lugar” e “tempo” aos produtos, podendo adequá-los a realidades distintas.

A rapidez no processo do pedido à entrega, a qualidade no manuseio do produto e um pós-venda eficiente, são algumas características da boa administração de sistemas logísticos.

Mapeamento de processo: objetiva captar as atividades relativas a determinado processo da empresa cliente, organizá-las em ordem funcional, gerando um fluxograma de atividades, havendo uma posterior descrição em relação às tarefas, responsáveis, duração, frequência, etc.

BENEFÍCIOS Identificar os processos críticos dentro da organização Estabelecer uma linguagem de fácil entendimento para todos os colaboradores em diferentes níveis dentro da organização, através de fluxogramas; Compreender o potencial da organização; Otimizar os processos de negócios; Rotear os processos para pessoas certas, dentro de suas competências e responsabilidades; Identificar gargalos e atividades repetitivas que não agregam valor; Realocação de cargos que não agregam a estrutura organizacional; Redução de desperdícios dos mais diversos tipos; Evitar perdas de conhecimentos por rotatividade de pessoal e/ou sistemas de informação.

ALGUNS CONCEITOS IMPORTANTES:

5.2. USINAGEM DA MADEIRA

Segundo LIMA [199-] citado por SILVA (2002) o objetivo de usinar a madeira não é somente cortá-la, mas produzir uma forma desejada quanto às dimensões e à qualidade da superfície, tão exato e econômico quanto possível. Os principais defeitos no processo de usinagem da madeira estão ligados a quatro fontes básicas, sendo:

- Variações das propriedades da madeira;
- Condições das máquinas - relacionado diretamente aos desgastes dos componentes das máquinas que alteram o seu funcionamento. Os principais aspectos a serem considerados são a manutenção, o balanceamento e o alinhamento do eixo porta ferramentas;
- Ferramentas de corte - relacionado ao estado de conservação do gume de corte e a escolha da ferramenta mais adequada;
- treinamento do operador - a regulagem e o ajuste correto das máquinas é função do grau de conhecimento do operador sobre todas as regulagens existentes que afetam diretamente a qualidade da superfície usinada (SILVA, 1996, citado por SILVA, 2002) .

Segundo BET (1999) citado por SILVA (2002), as condições como tipo de máquina utilizada, desgaste da ferramenta, vibrações indesejadas, parâmetros de usinagem empregados e até mesmo o operador da máquina refletem de alguma maneira na geometria da superfície. Todo esse conjunto de informações fornece uma ferramenta muito útil para o controle de qualidade do processo de fabricação.

Processo de fresamento periférico

O fresamento periférico, popularmente conhecido como aplainamento no processo de usinagem da madeira, caracteriza pela remoção de cavacos na operação de desbaste ou acabamento de superfície.

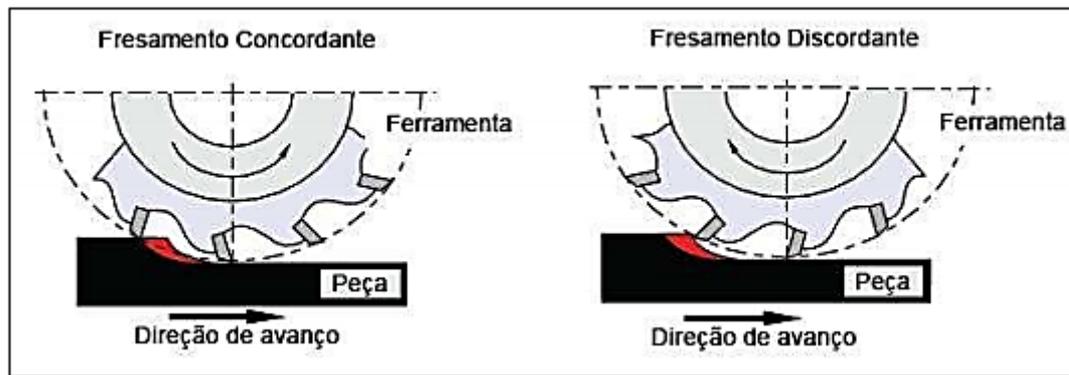
Para SILVA (2002), o fresamento periférico, é um processo de usinagem destinado à obtenção de superfícies regradadas, geradas por um movimento retilíneo alternativo da peça ou da ferramenta. Segundo GONÇALVES (2000) citado por LUCAS FILHO (2004), a máquina de fresamento é composta basicamente de conjunto de cabeçote, porta ferramentas com lâminas de corte e suportes de fixação.

A fresa é uma ferramenta cilíndrica provida de dentes cortantes paralelos à superfície a ser usinada. Através do movimento combinado entre a rotação da ferramenta e o deslocamento da peça é possível produzir uma superfície plana ou com forma determinada. Os movimentos relativos entre o avanço da peça e sentido de giro de corte da ferramenta são classificados em discordante e concordante (FIGURA 1), (GONÇALVES, 2000, citado por LUCAS FILHO, 2004).

Para CAMARGO (200-), no primeiro caso, o movimento de corte da ferramenta e movimento de avanço do material a ser usinado encontram-se opostamente sincronizados. No segundo, os movimentos encontram-se no mesmo sentido.

Uma das vantagens do fresamento concordante é produzir peças com melhor acabamento final, porém o fresamento discordante é ainda o mais utilizado devido à menor periculosidade para o operador e o menor uso de potência de corte.

Movimentos de corte



De acordo BIANCHI (1996) citado por LUCAS FILHO (2004), o movimento da ferramenta de corte em relação à peça apresenta respectivamente componentes de velocidade de corte e avanço resulta um cicloide, sendo que a velocidade de giro da ferramenta é maior que a velocidade de avanço de peça.

No fresamento periférico, os ângulos de saída (ataque) e de incidência mudam continuamente em função da profundidade de corte. O ângulo de ataque aumenta e de incidência diminui conforme a aresta executa o percurso efetivo de corte. Também, a aresta cortante muda a direção de corte relativo à direção das fibras continuamente até emergir a peça.

A espessura do cavaco produzido vai de uma espessura mínima, no momento do contato, até a máxima, onde a ferramenta emerge da madeira (CAMARGO, 200-) Em LUCAS FILHO (2004), as facas das fresas podem ser soldadas ou montadas por meio de parafusos no corpo da ferramenta. Quando parafusadas, as laminas são mais fáceis de serem afiadas, no entanto, necessitam de um alinhamento extremamente preciso no momento de sua montagem sobre o corpo do cabeçote.

Processo de corte com serras circulares

As serras circulares apresentam uma grande variedade de diâmetro, espessuras de disco, número e formato de dentes, dependendo de seu emprego. Quanto maior o diâmetro da ferramenta, maior é sua espessura. São considerados como discos finos, aqueles que apresentam a espessura igual ou menor que o diâmetro dividido por 200, (GONÇALVES, 2000, citado por LUCAS FILHO, 2004).

No processo de corte de madeiras, as serras circulares são utilizadas em vários tipos de corte como o desdobro, destopo, refilagem e perfilagem. ROCHA (2002) alerta a importância do uso adequado de equipamentos que utilizam serras circulares, pois a geração de serragem é muito maior que em serras fitas, devido ao fio de corte ser mais espesso. Porém, como as serras circulares são equipamentos que atingem velocidades de corte maiores que as serras fitas, existe

a alternativa de se utilizar equipamentos com dois eixos, que permitem reduzir o diâmetro do disco e conseqüentemente a espessura de corte.

As serras podem ser fabricadas com dentes fixos ou cambiáveis. As de dentes fixos são geralmente confeccionadas através do processo de estampagem, que define o formato dos dentes, os quais são posteriormente travados e afiados. Quanto às serras de dentes cambiáveis, vários modelos são fabricados para aplicações especiais. O mais usual são as serras de dentes soldados.

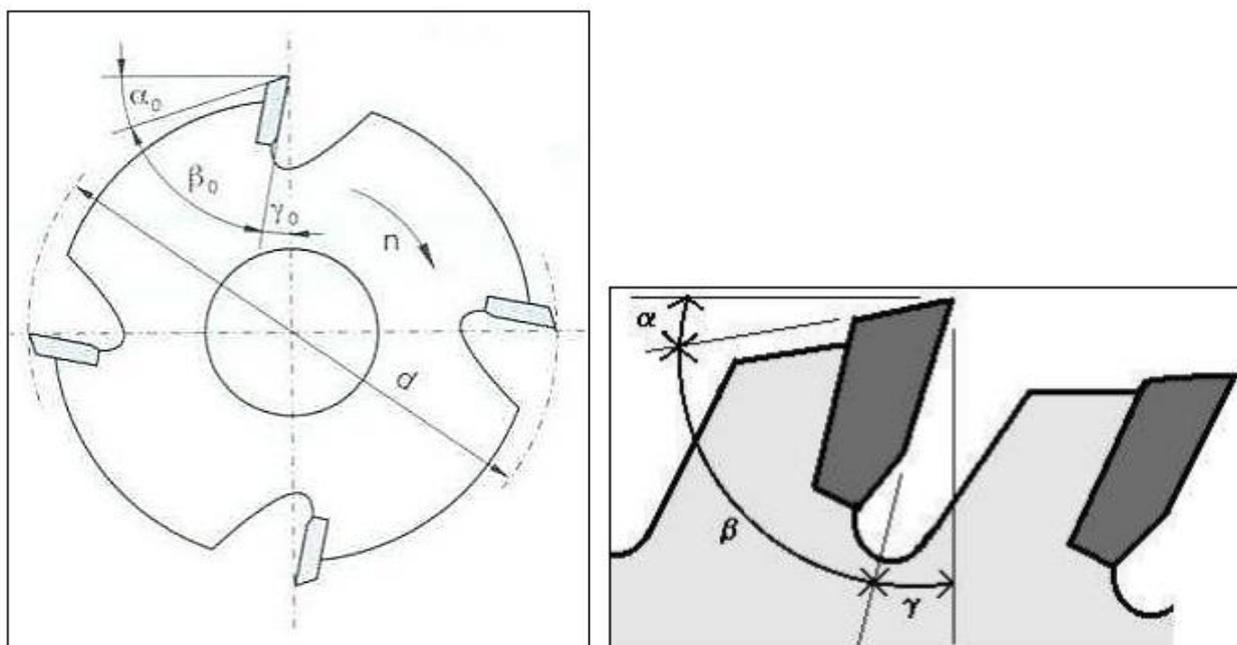
As mais comuns encontradas no mercado são as denominadas de serras de dentes com ponta de metal duro. Nas serras de dentes com metal duro, as pastilhas são soldadas em rebaixos preparados na superfície frontal dos dentes da lâmina e posteriormente afiadas.

O processo mais utilizado de fixação das pastilhas é a soldagem por indução com adição de lâmina de prata, (GONÇALVES, 2000, citado por LUCAS FILHO, 2004). De acordo com STOETERAU (2007) a widia é a liga mais utilizada no processo de usinagem devido as suas ótimas características de trabalho como dureza elevada, ótima resistência à compressão, resistência a temperatura de até aproximadamente 1000°C (mesma dureza que o aço rápido à temperatura ambiente) e velocidades de corte superiores que as ligas fundidas e aços rápidos.

Geometria da ferramenta

FARIAS (2000) citado por SILVA (2002), ressalta que a geometria das ferramentas possui uma grande influência sobre o acabamento da superfície da peça usinada e sobre a vida da ferramenta. Para BONDUELLE (2001), os conhecimentos dos ângulos característicos das ferramentas de corte fornecem subsídios para prever porções da qualidade da superfície usinada.

Nas figuras a seguir encontram-se desenhados respectivamente os principais ângulos de uma fresa e de um dente de uma serra circular.



O ângulo de ataque ou de saída (γ) é o ângulo relacionado com a superfície de saída (face) da ferramenta, sobre a qual escoo o material da peça (cavaco). Segundo STEMMER (2001) citado por LUCAS FILHO (2004), o ângulo de saída de cavaco influi decisivamente na força e na potência necessária para ao corte, na resistência da ferramenta, na qualidade do acabamento do corte e no calor gerado pelo processo de usinado. Para madeiras duras de alta densidade e resistência, é necessário adotar um ângulo menor que madeiras macias de baixa densidade (REVAL, 2004).

Em modo geral, quanto maior o ângulo de ataque, menor o esforço de corte necessário, porém, menor a rigidez do gume cortante, e menor a qualidade superficial da peça usinada (GONÇALVES, 2000).

Também, para maiores velocidades de avanço são exigidos um maior ângulo de saída (STEMMER, 2001, citado por LUCAS FILHO, 2004). O QUADRO 1 apresenta uma relação de valores recomendados para ângulos de saída em função do tipo trabalho e de madeira empregada para serras circulares.

Tipo de corte	Tipo de Madeira	Ângulo de Saída (γ)
Longitudinal	Madeira verde de baixa massa específica	20° a 25°
	Madeira seca, média e alta massa específica	15° a 20°
Transversal	Madeira verde de baixa massa específica	15°
	Madeira Seca, média e alta massa específica	10°
	Destopamento pendular	5° a -5°

O ângulo de incidência ou livre (α) é formado por uma reta que tangencia a ponta do gume e por outra que tangencia suas costas passando pela ponta. Este ângulo se torna necessário para evitar atritos que aumentam o esforço de usinagem.

Quanto maior for o ângulo, melhor será sua penetração na madeira. Porém se muito grande, o gume se torna enfraquecido, podendo ocorrer quebras no gume da ferramenta. Se for muito pequeno, o gume pode não penetrar de adequadamente, dificultando o avanço da peça (ROCHA, 2002). Para AMORIM (2003) o ângulo de incidência menor que podem causar sobreaquecimento na ferramenta e forte desgaste do gume, ocasionando mau acabamento. Também causa a perda da resistência da ferramenta devido à redução do ângulo de cunha da ferramenta. Para a maioria dos fabricantes de serras circulares, seu valor ideal está entre 5 e 15 (BONDUELLE, 2001).

O ângulo de Cunha (β) é formado pela ponta do gume, determinando a sua resistência. Deve ser suficientemente grande para garantir a rigidez do dente. Seu valor varia entre 35 para madeiras macias e 65 para madeiras duras(ROCHA, 2002).

Segundo BONDUELLE (2001), a variação deste ângulo prediz a resistência do dente frente ao ataque na madeira e é dependente do tipo de material e da metodologia empregados na sua fabricação.

Grandezas físicas no processo de corte

A “rugosidade” do estado de superfície é definida pelo avanço por dente caracterizado pela grandeza normalizada fz .

O avanço por dente definido como o passo das marcas deixadas na madeira e esta grandeza é, na maioria das vezes, visível nas superfícies usinadas. Então ele se torna o fator que vai determinar o estado da superfície. Quanto menor o avanço por dente, melhor será o acabamento, porém, maior será o desgaste da ferramenta. Sempre existe essa correlação entre qualidade e rapidez do desgaste dos gumes, (BONDUEELE, 2001). O avanço por dente pode ser calculado

pela equação:
$$fz = \frac{1000 \times Vf}{n \times Z} \quad (1)$$

Onde: fz = avanço por dente em mm;

Vf = velocidade de avanço em m/min;

n = rotação do motor RPM;

Z = número de gumes ativos da ferramenta.

De acordo com BONDUELLE (2001), um avanço por dente recomendado para operações de aplainamento ou fresamento deve estar entre $1 \text{ mm} < fz < 1,8 \text{ mm}$. Esse intervalo corresponde ao melhor compromisso “qualidade/desgaste”. O valor de 1 mm gera um acabamento melhor do que o valor 1,8 mm, mas o desgaste será um pouco mais rápido para o primeiro valor. Já para a operação de corte de acabamento e de precisão com serra circular, os valores recomendados do avanço por dente devem estar entre $0,08 \text{ mm} < fz < 0,25 \text{ mm}$ para o corte longitudinal (refilagem).

A seguir se encontra a classificação da qualidade dos acabamentos para fresas, desempenho e desengrosso em função dos valores de avanço por dente. Já no quadro 2 estão listados os valores de avanço por dente para corte, em serra circular, de diferentes materiais.

Classificação da qualidade dos acabamentos para fresas, desempenho e desengrosso, em função dos valores do avanço por dente (fz).

Avanço por dente (fz), em mm	Qualidade do acabamento
0,3 a 0,8	Fino
0,8 a 2,5	Médio
2,5 a 5,0	Grosso

Valores indicados para o avanço por dente (fz) em função dos tipos de materiais a serem seccionados em serras circulares.

Avanço por dente (fz), em mm	Tipo de material a ser usinado
0,2 a 0,9	corte longitudinal em madeira macia
0,1 a 0,2	corte transversal em madeira macia
0,05 a 0,15	madeira dura
0,1 a 0,25	chapa aglomerada
0,05 a 0,12	chapas duras de fibras
0,05 a 0,1	chapas folheadas
0,02 a 0,05	chapas revestidas com material sintético

A velocidade de avanço (V_f) é definida em função da produtividade desejada. Pode ser calculado como o comprimento da peça a ser usinado dividido pelo tempo que ela leva para ser usinada. Pode ser interpretada pela fórmula: $V_f = \frac{c}{t} (2)$

Onde: V_f = velocidade de avanço em m/min;
 c = comprimento da peça a ser usinado em m;
 t = tempo necessário para usinagem da peça e min.

A velocidade de avanço depende de fatores como o tipo de madeira, teor de umidade, potência disponível e altura de corte (GONÇALVES, 2000) citado por SILVA (2002). A velocidade de corte (velocidade com que os dentes da ferramenta tocam na peça) é calculada em função do diâmetro da ferramenta (extremidade) e da rotação do motor da máquina de corte. No QUADRO 4 se encontram as recomendações de valores de V_c para diferentes tipos de madeira e derivados.

Calcula-se pela seguinte equação (REVAL, 2004): $V_c = \frac{\pi \times D \times n}{60000} (3)$

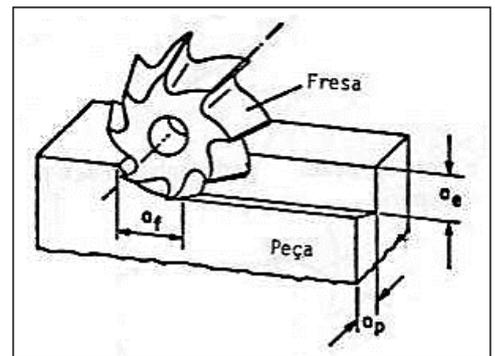
Onde: V_c = velocidade de corte em m/s;
 D = diâmetro da ferramenta em mm;
 n = rotação do motor em RPM.

Material	Velocidade de Corte (Vc)
Madeira de coníferas	70 a 100
Madeira de folhosas (macias a médias)	50 a 80
Madeira de folhosas muito duras	30 a 60
Aglomerado e compensado	40 a 70
Aglomerado denso (d > 720kg/m ³)	35 a 50
Madeira comprimida (900 < d < 1400kg/m ³)	30 a 60

Outra grandeza importante é a penetração da ferramenta. Ela pode ser medida no plano de trabalho. A penetração pode ser passiva, de trabalho e de avanço. A penetração passiva (a_p) é a quantidade que a ferramenta penetra na peça, medida perpendicularmente ao plano de trabalho.

No fresamento periférico corresponde à largura de corte. A penetração de trabalho (a_e) é a quantidade que a ferramenta penetra na peça, medida no plano de trabalho e perpendicular à direção de avanço. A penetração é importante nas operações de fresamento e retificação.

A penetração de avanço (a_f) é a grandeza de penetração da ferramenta, medida na direção de avanço.

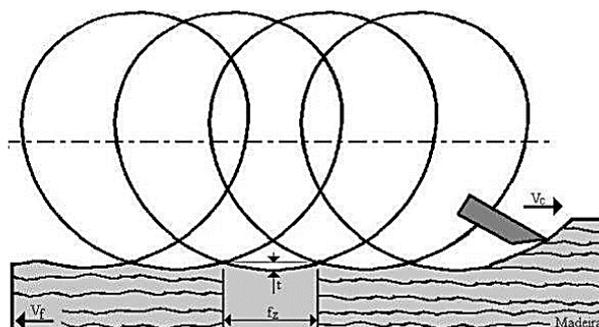


Esquema ilustrando as grandezas de penetração (STEMMER, 1995, citado por LUCAS FILHO, 2004). CAMARGO (200-) descreve que para o processo de aplainamento, é possível calcular a profundidade do arco ciclóide, também conhecido como profundidade da marca de faca,

pela seguinte equação:
$$t = \frac{fz^2}{4 \times D} \quad (4)$$

- Sendo:
- t = profundidade da marca da faca (ou do arco ciclóide) em mm;
 - fz = avanço por dente em mm;
 - D = diâmetro da fresa em mm.

A figura ilustra a formação do arco ciclóide, e as grandezas de usinagem relacionadas num aplainamento.

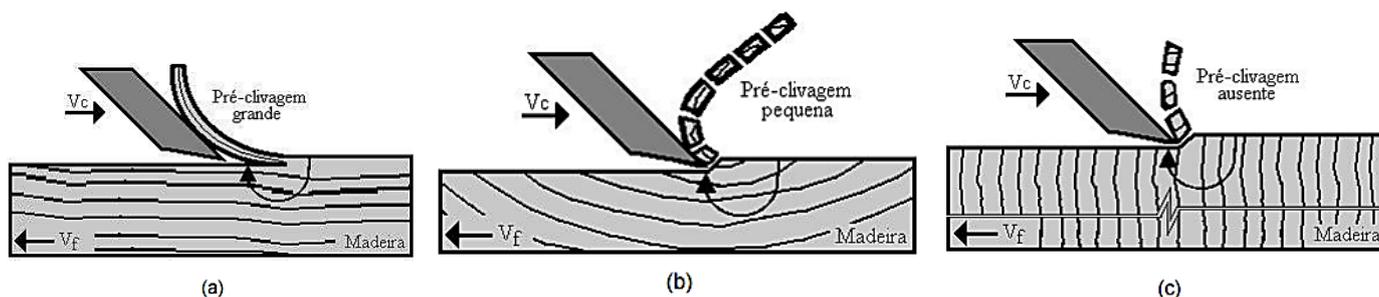


Grandezas de usinagem de um aplainamento: avanço por dente (f_z), profundidade do arco colóide (t), velocidade de corte (V_c) e velocidade de avanço (V_f) (adaptação de WEISSENSTEIN, 2000 citado por SILVA, 2002).

Fenômeno de pré-clivagem Segundo CETMAM/SENAI (1996) citado por SILVA (2002), o fenômeno da pré-clivagem ocorre pela separação que a madeira sofre devido sua estrutura interna, que tende a acompanhar as forças impostas pelos gumes após o início do corte.

Ele é também conhecido por pré-rachamento, pois a madeira ao invés de ser incisada por pressão é separada ao longo das fibras por rachaduras, antes mesmo do seu corte propriamente dito. A pré-clivagem possui magnitudes diferentes em função do tipo de corte sendo considerada de grande intensidade no corte longitudinal, de baixa no corte transversal e inexistente no corte de topo.

Para o beneficiamento da madeira, o efeito da pré-clivagem possui duplo sentido, isto é, poderá ter caráter positivo para a manutenção da afiação dos gumes de corte, ou caráter negativo devido ao fato de produzir superfícies mais ásperas porque o desbaste não é separado de forma plana, e sim rasgado.



Fonte: (CETMAM/SENAI, 1996, citado por SILVA, 2002)

Magnitudes das pré-clivagens na madeira, em função da usinagem, sendo:

a = corte longitudinal;

b = corte transversal;

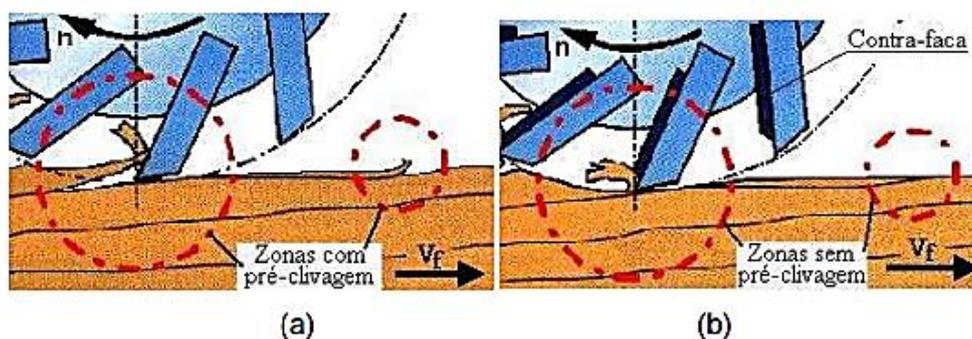
c = corte no topo,

V_c = velocidade de corte das facas e

V_f = velocidade de avanço da madeira.

Segundo BONDUELLE ET AL. (2002) citado por SILVA (2002), as magnitudes da pré-clivagem podem ser reduzidas, mas não eliminadas, uma vez que fazem parte da estrutura da madeira. Os procedimentos empregados para redução das magnitudes das pré-clivagens são, entre outros, a variação dos ângulos característicos da ferramenta de corte e o uso de contra-facas. Neste sentido, na Figura pode ser observada a melhoria da qualidade da superfície usinada com

o auxílio da contra-faca. Nota-se que na usinagem foi executada sem as contra-facas e apresentam regiões, em destaque, de forte pré-clivagem, fato não observado na FIGURA.



Em destaque as regiões de pré-clivagem e as qualidades obtidas. (adaptação LEITZ, 2001, citado por SILVA, 2002).

Uso de contra-facas para redução da pré-clivagem na madeira, sendo:

a = usinagem sem as contra-facas;

b = usinagem com as contra-facas;

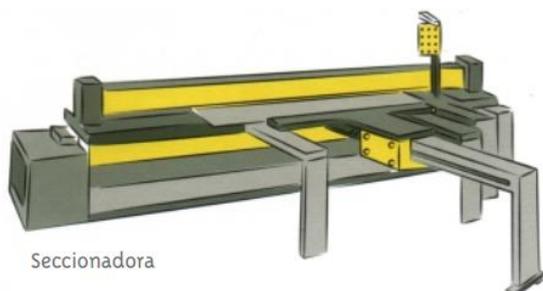
n = frequência de rotação do eixo porta facas e

V_f = velocidade de avanço da peça de madeira.

A colocação das contra-facas é executada no peito do dente sobre o ângulo de ataque, sem alterar sua grandeza, pois a contra-faca não atinge a ponta (gume) do dente. As contra-facas promovem a ruptura do cavaco em formação, evitando o rachamento contínuo ao longo do plano de fendilhamento paralelo ao comprimento das fibras.

Usinagem do MDF

O MDF sem revestimento, MDF BP ou MDF FF podem ser cortados em serras esquadrejadeiras manuais, seccionadoras, perfiladeiras duplas, automáticas, etc. Em qualquer equipamento, utilize discos de serra calçados com metal duro (widea). Lembre-se que, para um corte de boa qualidade, alta produtividade e baixo custo, é necessária a combinação de três fatores: tipo de serra, velocidade de corte ou periférica e de avanço. Você pode utilizar serra de fita para obter peças circulares ou curvas.



Seccionadora



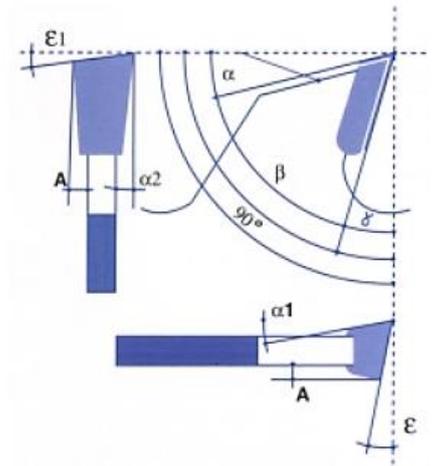
Serra esquadrejadeira manual



Serra de fita

DISCO DE SERRA

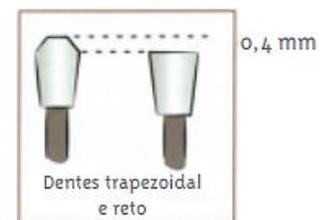
O número de dentes, o diâmetro do disco e o tipo de dente estão associados à qualidade de corte desejada e ao tipo de equipamento a ser utilizado. Cuidado nas reafiações para que não sejam alterados os ângulos característicos dos dentes do disco de serra, o que poderá comprometer a qualidade do corte.



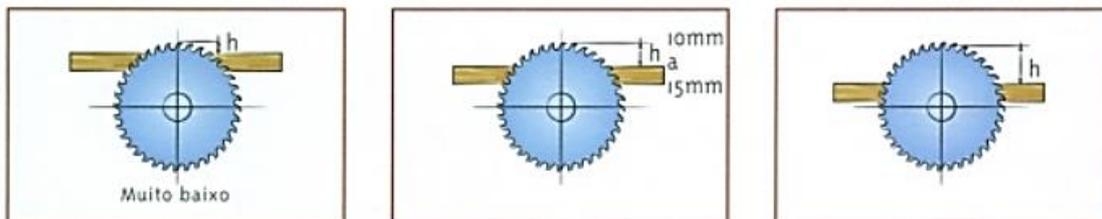
γ = ângulo de ataque	10° a 15°
α = ângulo de saída	10° a 15°
β = ângulo de cunha	55° a 75°
ϵ = ângulo de inclinação tangencial	10° a 15°

SERRA MANUAL

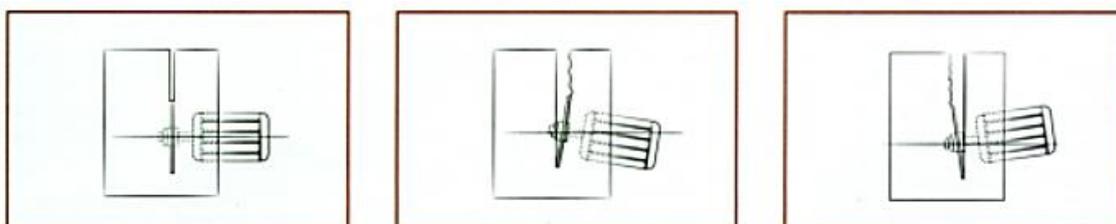
A esquadrejadeira manual, sem riscador, é recomendada para o MDF. Para o MDF BP e MDF FF, o uso de discos de serra com dentes do tipo reto-trapezoidal, diâmetro 250 mm e 72 dentes, ou diâmetro 300 mm e 96 dentes, produz corte de excelente qualidade.



a) Posição da serra: Recomenda-se trabalhar com a serra numa altura (h) de 10 a 15 mm acima da chapa. Altura maior ou menor altera o ângulo de saída do dente da serra, com perda da qualidade de corte.

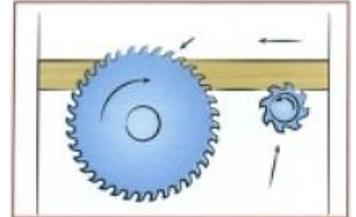


b) Posicionamento do eixo da serra: O eixo da serra deve estar em perfeita perpendicularidade com o plano de corte, para evitar lascamentos e desvios na linha de corte.



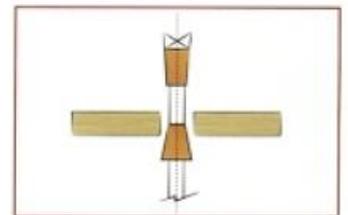
EQUIPAMENTOS DOTADOS DE RISCADOR

O MDF, sem qualquer revestimento, em geral é apenas pré-cortado no início do processo, não sendo então necessária uma qualidade de corte muito boa. Entretanto, após seu revestimento com lâminas de madeira, acabamento por pintura, etc., onde as duas faces estão acabadas, a qualidade de corte passa a ser fundamental. Para isso, o uso dos equipamentos dotados de riscador é muito importante. A qualidade de corte dos produtos MDF, FF e MDF BP está, também, diretamente relacionada à utilização do riscador. Ele evita o lascamento provocado na saída da serra principal.

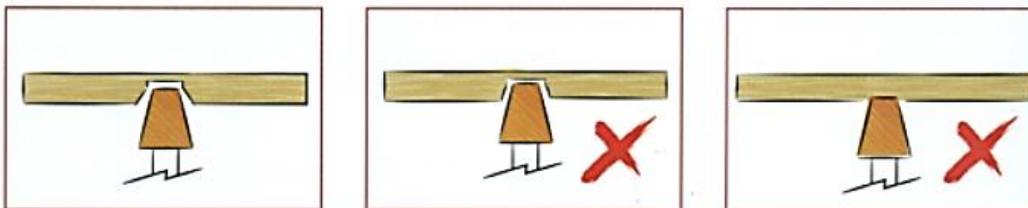


Alguns cuidados devem ser observados em relação ao riscador:

a) O eixo de corte do riscador deve ser ajustado em perfeito alinhamento com o eixo da serra principal, como mostrado ao lado.



b) A profundidade de corte do riscador deve ser a mínima possível, mas o suficiente para facilitar o corte principal, dando o acabamento na face inferior do material.



VELOCIDADE DE CORTE

A velocidade de corte, ou velocidade periférica, é a velocidade em m/s com que os dentes da serra percorrem o círculo e permitem o arrancamento dos cavacos. Ela é a função da rotação do eixo e do diâmetro da serra.

$$V_p = \frac{3,14 \times D \times M}{60}$$

Onde: V_p = Velocidade periférica (m/s)
 D = Diâmetro da serra (m)
 M = Rotação do eixo (rpm)

Recomenda-se para o MDF, faixa de velocidade de 30 a 35 m/s ou acima de 55 m/s. A tabela abaixo apresenta a relação entre o diâmetro da serra, a velocidade periférica e as rotações por minuto do eixo da máquina.

m /s	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
DIÂMETRO	ROTAÇÃO POR MINUTO									
250	2.290	2.680	3.060	3.430	3.820	4.200	4.590	5.350	6.110	6.880
300	1.910	2.230	2.550	2.850	3.180	3.500	3.820	4.460	5.100	5.730
350	1.630	1.910	2.180	2.450	2.730	3.000	3.280	3.820	4.370	4.910
400	1.430	1.670	1.910	2.140	2.390	2.630	2.870	3.340	3.820	4.300

Faixa recomendada para o MaDeFibra FF e MaDeFibra BP

Faixa em que não se deve trabalhar

Faixa recomendada para o MaDeFibra FF e MaDeFibra BP

VELOCIDADE DE AVANÇO

Também chamada de rendimento de corte é a velocidade com que o material avança em direção à serra durante o corte. A regulagem dessa velocidade determina a qualidade de acabamento do corte da chapa. Cada dente deve fazer o seu próprio corte por inteiro. O avanço lento demais faz com que o dente, ao invés de cortar, deslize sobre a chapa, provocando rapidamente a perda do fio e a queima do material. O avanço rápido demais ocasionará o esforço excessivo do motor e cortes imperfeitos com lascamentos na saída da serra. Essa é uma das variáveis que influem significativamente na qualidade de corte desejada e na durabilidade dos discos de serra. Pela fórmula a seguir poderá ser calculada essa velocidade e demais variáveis que se correlacionam com a mesma.

$$A = \frac{e \times rpm \times Z}{1000}$$

Onde: A = avanço em m/min
 rpm = rotação da máquina
 Z = nº de dentes na serra
 e = espessura do cavaco - mm

OBS.: recomenda-se para “e” valores situados entre 0,06 e 0,3 mm, dependendo da qualidade de corte desejada

DOBragem (Folding)



Processo bastante utilizado na indústria eletroeletrônica, especialmente na confecção de gabinete de TV e caixas de som. Consiste em executar um canal em forma de V em peças produzidas com madeira de fibra previamente cortadas e, de preferência, revestidas numa das faces com filme vinílico ou outro material flexível. O canal é executado na face sem revestimento, mediante uso de fresas com dentes de 90° ou, então, de duas serras dispostas contrariamente, a 45° (encontram-se no mercado equipamentos adequados a esse tipo de operação). Em seguida, aplica-se adesivo nos vincos e dobra-se a peça

USINAGEM

Apresenta excelente performance quando submetido a usinagens para obtenção de perfis emoldurados e trabalhos diretamente sobre a sua superfície. Assim pode-se obter peças fabricadas com uma única placa, sem emendas, encabeçamentos ou encaixes, tais como portas, frentes de gavetas, tampos, etc.



FURAÇÃO

Não existe qualquer restrição ao tipo de equipamento ou broca a ser usado na furação do MDF, MDF FF e MDF BP, desde furadeira elétrica manual até uma automática, brocas comuns de aço rápido ou metal duro poderão ser utilizadas. Para as chapas revestidas, por se tratarem de produtos acabados, é recomendável em certos equipamentos o uso de calços e sapatas de pressão na saída da broca, para evitar lascamentos nas bordas dos furos.



COLAGEM

Por ser um produto derivado da madeira, podemos utilizar os adesivos normalmente empregados para madeira natural: PVA (cola branca), contato (tipo Cascola*), ureia formaldeído (tipo Cascamite*) e outros. Lembramos que esses adesivos são empregados para colagens no MDF natural (cru), como revestimentos, colagem de peças entre si e outras. Para revestimento do

MDF com lâmina de madeira, laminado plástico ou outro revestimento, proceda a um lixamento grosseiro na superfície para provocar ranhuras e aumentar a capacidade de aderência. No caso do MDF FF e MDF BP que apresentem suas superfícies revestidas, sendo necessário fazer a colagem de algum detalhe, proceda da seguinte forma: - desgaste o revestimento da chapa para que o adesivo possa atingir o substrato; - lembre-se que pingos ou escorrimentos de cola na superfície acabada devem ser removidos imediatamente com um imediatamente pano limpo; - no caso de PVA e ureia formaldeído, use um pano umedecido com água; - no caso de cola de contato, use um pano umedecido com gasolina, aguarrás ou outro removedor de cola. Assim evitam-se manchas e adesões indesejadas entre as peças. Não utilize de maneira nenhum produto abrasivo, tais como saponáceos, esponja de aço, Scotch Brite* e outros.



TORNEAR

O MDF pode sofrer torneamento. Para essa operação devemos observar o diâmetro das peças a serem obtidas: menor que as “espessuras” padrões das chapas - poderemos obter diretamente, torneando o material, e maior que as “espessuras” padrões das chapas - deveremos fazer blocos mediante colagem (cola de madeira à base de PVA ou U.F.), cuja quantidade de chapas estará ligada ao diâmetro da peça a ser obtida. A qualidade do torneamento será dada em função da ferramenta de desbaste, rotação do torno e lixamento.

FIXAÇÃO COM PARAFUSOS

Para fixação de painéis em MDF, MDF FF e MDF BP utilizam-se parafusos especiais, tais quais para madeira aglomerada (tipo MITTOFIX).

São parafusos de haste reta, rosca soberba e com maior espaçamento entre filetes, que asseguram a fixação adequada ao produto. Antes de colocar o parafuso, fazer pré-furação com diâmetro igual ao do corpo do parafuso. Preferencialmente fazer fixação nas faces. Quando feita nos topos, guardar uma distância mínima de 50 mm do canto.



FIXAÇÃO COM CAVILHAS

A cavilha pode ser aplicada isoladamente ou em caso de necessidade de reforço na estrutura. Convém utilizá-la em conjunto com outros dispositivos de fixação. A cola aplicada à cavilha também funciona como reforço. Portanto as cavilhas inseridas nos topos das peças devem sempre receber cola. LEMBRE-SE que os furos devem estar limpos para receber as cavilhas, que, recomenda-se, sejam estriadas. O diâmetro do furo para alojamento deve ser ligeiramente maior, permitindo a colocação manual. A profundidade da perfuração deve ser de 1 a 2 mm maior que o comprimento da cavilha. CUIDADO. Cavilhas colocadas com pressão podem causar danos no material (trincas), principalmente nos topos.



A cavilha pode ser aplicada isoladamente ou em caso de necessidade de reforço na estrutura. Convém utilizá-la em conjunto com outros dispositivos de fixação. A cola aplicada à cavilha também funciona como reforço. Portanto as cavilhas inseridas nos topos das peças devem sempre receber cola. LEMBRE-SE que os furos devem estar limpos para receber as cavilhas, que, recomenda-se, sejam estriadas. O diâmetro do furo para alojamento deve ser ligeiramente maior, permitindo a colocação manual. A profundidade da perfuração deve ser de 1 a 2 mm maior que o comprimento da cavilha. CUIDADO. Cavilhas colocadas com pressão podem causar danos no material (trincas), principalmente nos top

JUNÇÕES



Macho e fêmea



Junta rebaixada



Espiga

MDF, pelas suas características, permite qualquer tipo de junção, malhete, espiga, macho e fêmea, etc. Faça no entanto uma análise sobre os esforços que as peças sofrerão para determinar o tipo de junção; espessura da chapa a ser utilizada, etc.

ATENÇÃO. No caso de espigas é aconselhável que sejam projetadas de maneira a remover a menor quantidade de material possível. Agindo assim o “talão” da espiga ficará com mais massa, proporcionando maior resistência à junção.

OUTROS DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO



Dispositivos cilíndricos



Dispositivos trapézios



Parafuso com
porcas cilíndricas

Já amplamente difundidos no mercado para uso na madeira aglomerada, estes dispositivos são recomendados também para uso no MDF

FIXAÇÃO COM PREGOS

Utilize pregos somente quando não houver outra alternativa de fixação. Observe a distância mínima de 25 mm do canto e pregue em forma de cunha, quando a operação for realizada no topo. O diâmetro do prego não deve ser superior a 2,2 mm. É recomendável o uso de pregos estriados, para aumentar a aderência à chapa.



Não utilize pregos em chapa de espessura menor que 15 mm. Espace os pregos para evitar o efeito cunha e a delaminação.

FIXAÇÃO COM GRAMPOS

Da mesma forma que os pregos, a utilização com grampos só deve ser feita quando não houver outra forma de fixação. É importante colocar o grampo de forma angular em relação à borda. Regule o ar do grampeador de tal forma que a penetração não seja



excessiva, danificando a superfície e reduzindo a resistência da chapa. Grampos com pontas divergentes fixam melhor no material.

REVESTIMENTOS

Com suas superfícies lisas tornam-se excelentes substratos para qualquer tipo de revestimento: lâmina de madeira, laminado plástico de alta pressão, PVC, *hot-stamping* (processo de decoração, impressão, personalização, codificação ou marcação, por calor, com uma fita impressora, que transfere parcialmente sua textura para o substrato), etc. Recomenda-se para qualquer tipo de revestimento que a aplicação seja feita em ambas as faces, para obtenção de um painel balanceado, evitando empenamentos. No caso do revestimento com lâminas de madeira é desejável que seja calibrado antes da aplicação, evitando assim “comida de lixa” no processo de lixamento do painel, antes do envernizamento.

PINTURA

Pode ser facilmente acabado através de processo de pintura. Sem dúvida alguma, a facilidade que esse material oferece para essa operação o distingue dos demais painéis derivados de madeira, como o compensado ou o aglomerado. Não apresenta nenhuma dificuldade para ser acabado. As suas faces têm o mesmo, ou até melhor, comportamento que a madeira maciça e não necessitam de preparação prévia.

BORDAS E ÁREAS USINADAS

As áreas usinadas, bordas, rebaixos e relevos devem receber atenção especial, pois as fibras ficam arrepiadas. Portanto, proceda da seguinte forma:



lixe previamente as regiões usinadas com lixa grana 220/280



proceda à limpeza do pó antes de iniciar a pintura



aplique uma demão de fundo, deixe secar e lixe com lixa grana 320/360

ACABAMENTO

Inicie sempre pelos topos e partes usinadas, que deverão receber sempre uma demão a mais no fundo do que nas faces. Esse cuidado se faz necessário para que essas regiões tenham acabamento uniforme, como nas faces. Em geral as tintas e vernizes encontrados no mercado podem ser empregados no acabamento do MDF:

- base d'água
- catalisador ácido (SH)
- poliéster
- dois componentes (poliuretano)
- lacas nitrocelulose

CUIDADO. Determinados solventes utilizados em tintas são capazes de reagir com os componentes químicos que fazem parte da constituição do MDF, como a resina ureia formaldeído e a parafina. Antes de proceder ao acabamento, faça um teste numa pequena peça. Caso necessário, utilize isolante para evitar reação com a tinta a ser usada, mas atenção, isolante não é um fundo, ele impermeabiliza as fibras.

EQUIPAMENTOS

Em função do acabamento desejado e da tinta utilizada não existem restrições quanto aos equipamentos empregados para aplicações.

- Pistola
- Cortina
- Rolo mecânico
- Rolo manual
- Pincel aplique uma demão de fundo, deixe secar e lixe com lixa grana 320/360 lixe previamente as regiões usinadas com lixa grana 220/280 proceda à limpeza do pó antes de iniciar a pintura.

ACABAMENTOS ESPECIAIS

O MDF é perfeitamente indicado para acabamentos especiais, como o patinado (envelhecido), marmorizado e outros. Para isso basta ter conhecimento das técnicas específicas para sua obtenção. O MDF FF usual não é um produto indicado para receber acabamentos posteriores, sua superfície possui desmoldantes que não recebem bem envernizamentos. O produto envernizável foi desenvolvido especialmente para receber vernizes e/ou corantes em sua superfície, que modificarão brilho e/ou cor, personalizando o móvel.

Para isso algumas orientações básicas se fazem necessárias:

- a) Escove as peças até o fosqueamento de sua superfície. Essa operação removerá a gordura das mãos deixada durante o manuseio, pó, partículas de poeira, etc.
- b) Vernizes com base poliuretânica ou poliéster apresentam melhores resultados.
- c) Para o uso desse produto, consulte o seu fornecedor de tintas ou a Assistência Técnica.

ACABAMENTO DE TOPOS

Utilize fitas de borda, como as de papel resinado e as melamínicas, pintura, envernizamento, lâminas de madeira, filme de PVC ou tiras de laminado plástico, disponíveis no mercado. Ou, ainda, encabeçamento de madeira, perfis metálicos e outros tipos compatíveis com o acabamento da peça. Seja qual for o revestimento ou acabamento das superfícies, é indispensável proteger os topos contra a ação da água e da umidade, inclusive as partes não visíveis.

TINGIMENTO

Pode ser tingido, sendo recomendado utilizar sistemas que permitam aplicações conjuntas com produtos tapa-poros (seladores). Essa operação é necessária pois, por se tratar de fibras de madeira, pode ocorrer absorção diferenciada, o que ocasionará o aparecimento de manchas. Adequações finais de tonalidades são conseguidas empregando-se vernizes tingidos no acabamento final. Não são recomendados tingidores à base de água, pois poderão causar manchas, principalmente se aplicados diretamente sobre o painel. O uso de pistola de pintura proporciona melhores resultados.

IMPORTANTE. Em qualquer caso, é sempre aconselhável seguir as recomendações dos fabricantes de tintas.

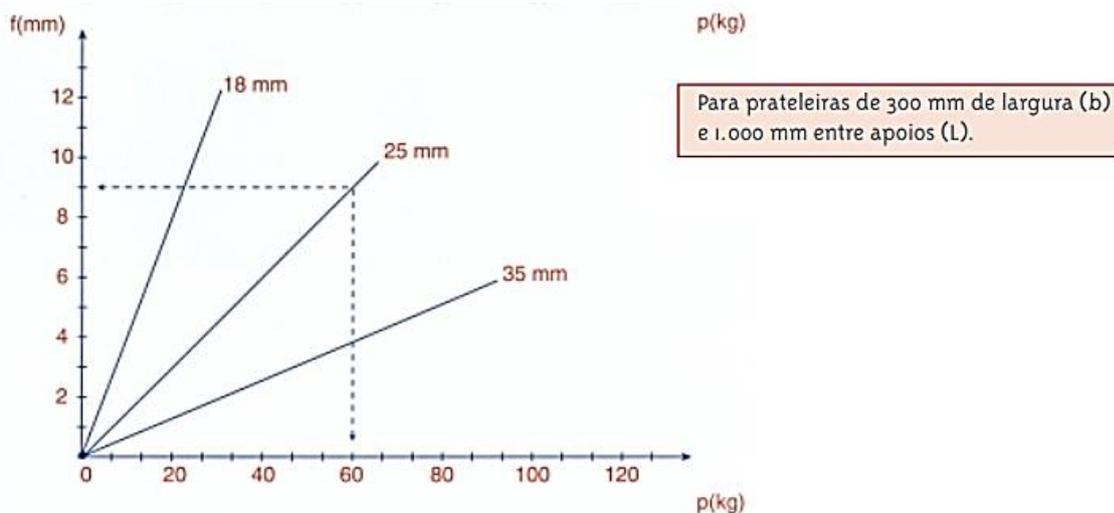
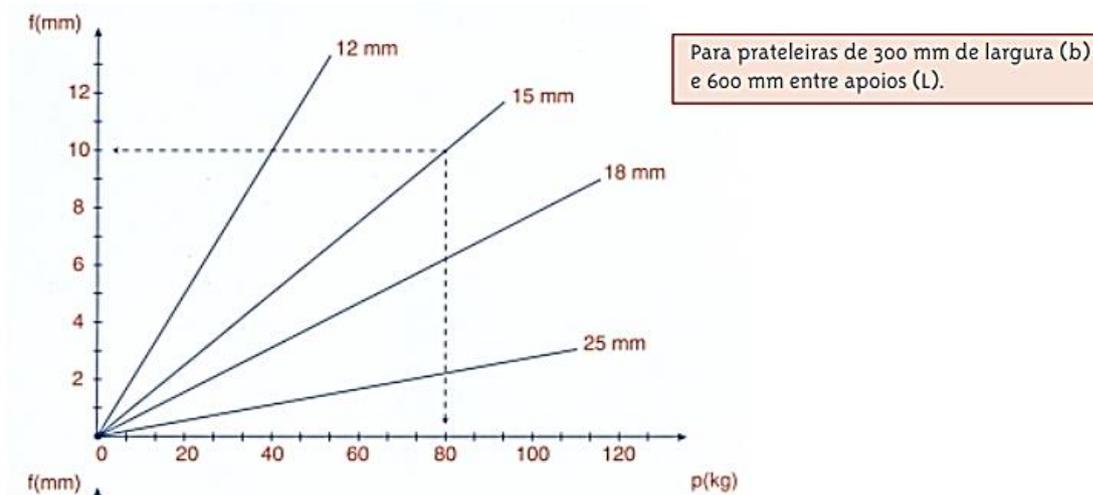
DOBRADIÇAS



Devem ser utilizadas somente dobradiças que permitam fixação na superfície, como as de copo (ou caneca). **CUIDADO.** Não é recomendável o uso de dobradiças cuja fixação se dê no topo da chapa, como as de piano, comum, de chapa, etc.

CÁLCULO DA FLECHA EM PRATELEIRAS

Os gráficos a seguir poderão ser úteis para dar indicação da flecha em prateleiras, quando submetidas a uma carga uniformemente distribuída. Por exemplo: prateleiras de estantes.



MaDeFibra - Módulo de Elasticidade (E)
12 mm = 25.500 kgf/cm ²
15 mm = 22.500 kgf/cm ²
18 mm = 22.500 kgf/cm ²
25 mm = 21.500 kgf/cm ²
35 mm = 19.500 kgf/cm ²
Obs.: Dividir por 9,81 para transformar em N/mm ²

Base para Cálculo
$f = \frac{5 \cdot p \cdot L^3 \times 9,81}{32 \cdot E \cdot b \cdot s^3}$
f = flecha (mm)
p = carga distribuída (kg)
L = distância entre apoios (mm)
s = espessura da chapa (mm)
E = módulo de elasticidade (N /mm ²)
b = largura da prateleira (mm)

REFERÊNCIAS

Processos Produtivo em Metais adaptado de: Oswaldo Luis Agostinho, Ronaldo Castro Vilella (In Memoriam) Sérgio Tonini Button - **Este texto foi preparado para disciplinas de Introdução à Engenharia de Fabricação em cursos de graduação em Engenharia Mecânica**. É uma versão revisada e ampliada de uma primeira edição elaborada em 1.989.

Processos produtivos em Plásticos adaptado de: **Processo de Transformação para Materiais Plásticos** –abiplast

Processos de Móveis adaptado de: PIVA, Ricardo Dal – **Dossiê Técnico - Processo de Fabricação de Móveis Sob Encomenda**, Centro Tecnológico do Mobiliário, CETEMO, junho 2006

Processos em MDF adaptado de: **Manual do usuário MDF** – Duratex

Este material didático foi preparado pelos técnicos do Centro de Educação Profissional Jerônimo Monteiro. Parceria SENAI / CST, Processos de Fabricação © SENAI/ES, 1999

TUBINO, Dalvio Ferreira – Planejamento e controle da Produção – Teoria e Prática São Paulo – editora Atlas S.A. 2007

Prof. Dr. Eng. Cláudio Roberto Losekann PROCESSOS DE FABRICAÇÃO I UNIDADE 1 - Universidade do Vale do Itajaí- AGOSTO/2001

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação