

abc p

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA  
DE CELULOSE E PAPEL

CURSO DE PREPARAÇÃO DA MASSA

Coordenação de EULINO ALVES AFFONSO

- DIRETOR DE ENSINO -

Depto. de Silvicultura - ESALQ - UNESP  
Caixa Postal 247  
13413-970 - Piracicaba, SP, Brasil

— PASTA MECÂNICA —

- WOŁODYMIR GALAT -

## — PASTA MECÂNICA —

Se submetermos à ação abrasiva de uma pedra esmeril um pedaço de madeira na presença de certa quantidade de água, obteremos, como resultado, uma mistura de aspecto turvo que, após uma filtração, constitui-se em uma massa pastosa (pasta mecânica). Entretanto, poderíamos verificar logo em seguida, que não seria, praticamente, possível confeccionar qualquer tipo de papel com a mesma, porque contém somente serragem e “farinha”. Não seria isto, portanto, a pasta mecânica sobre a qual pretendemos falar.

Do ponto de vista papeleiro - tecnológico - consideramos a pasta mecânica como sendo um material fibroso, obtido a partir da madeira pelo processo mecânico ou mecano-químico, que contém 40-55% de material que ainda conserva a estrutura fibrosa com que se apresenta na madeira. O restante denominamos “finos”, os quais praticamente não possuem nem aspecto, tampouco características de fibras normais. Existe, no entanto, uma parte de finos, constituída de componentes da parede celular de qualidade razoavelmente boa e necessária para uma formação de folha de papel. A camada secundária da parede celular é constituída de uma série de subcamadas que, durante um tratamento apropriado (desfibramento) podem soltar-se, constituindo parte de finos. Devido à sua forma e capacidade de aderência, estes finos constituem um importante componente da pasta mecânica, responsável pelo enchimento do espaço entre-fibras, como também pela união entre as mesmas e, conseqüentemente, resistência física do papel formado.

Ao lado dos finos, a pasta mecânica contém ainda uma pequena fração de resinas (especialmente quando usamos determinadas espécies de madeiras, com alto teor

das mesmas). É um componente indesejável, porque contribui para alisamento dos rebolos durante o processo de desfibramento, causa depósitos e quebras nas máquinas de papel e, finalmente, sendo um composto hidrófobo, prejudica a ligação entre-fibras (fiber bonding) durante a formação da folha de papel. Devido ao seu rendimento alto, o preço da pasta mecânica, em relação aos das celuloses, é relativamente muito baixo, quase na ordem de 1 para 2, o que não indica que a pasta é um produto inferior. Para fabrico de papel jornal, por exemplo, é praticamente, insubstituível:

Sob o ponto de vista de resistência mecânica, a pasta mecânica é uma matéria prima de qualidade inferior à celulose.

Em se tratando de papel de imprensa, a resistência mecânica é de importância secundária. As características de opacidade, maciez, absorvência, aliadas a um baixo custo, fazem da pasta mecânica, a matéria prima de maior importância.

O maior consumidor de pasta é a indústria gráfica para periódicos, visto que 75 a 80% de papel jornal é constituído da mesma, sendo que a celulose constitui a parte complementar. Deve-se frisar o fato de que a printabilidade melhora com o aumento da % da pasta mecânica. A razão disto é muito simples. Quando, durante a impressão, a tinta é transferida para o papel, este absorve óleo mineral, permanecendo na superfície a camada de corante (carvão vegetal no caso). Especialmente quando a impressão é feita a alta velocidade (nas rotativas modernas), a absorção deve ser mais rápida ainda. Conforme prática, confirmada pelos dados e citações na literatura, unicamente a pasta mecânica pode preencher tais requisitos. Agora, uma boa qualidade da pasta mecânica proporciona uma rápida absorção de tinta, sem no entanto, permitir que a mesma chegue a transparecer do lado oposto. Em outras palavras: a estrutura capilar do papel jornal deve ser controlada de modo que permita uma rápida absorção de tinta, sem uma penetração exagerada (excessiva). Pelas mesmas razões, a pasta mecânica tem aplicações em outros tipos de papéis, como por exemplo papel couché, tornando o papel mais absorvente, capaz de receber melhor e maior quantidade de tinta. Em papéis de seda (tissue) a pasta mecânica é apreciada também pelas propriedades que acabamos de expor.

Como terceiro consumidor da pasta, podem ser considerados papelões e cartolinas, onde a alta corpulência, que os deixa mais duros e rígidos, é da maior importância.

Podemos citar também outras boas propriedades de pasta (isto do ponto de vista do fabricante de papel):

- a) pode ser usada tal qual, sem necessidade de um preparo especial, como refino, etc...;
- b) deságua facilmente na tela das máquinas;
- c) pode ser prensada facilmente até consistências elevadas;
- d) não encolhe demasiadamente durante a secagem;
- e) pode ser fornecida bastante limpa, livre de rejeitos, ou aglomerados de fibras;
- f) é bastante uniforme.

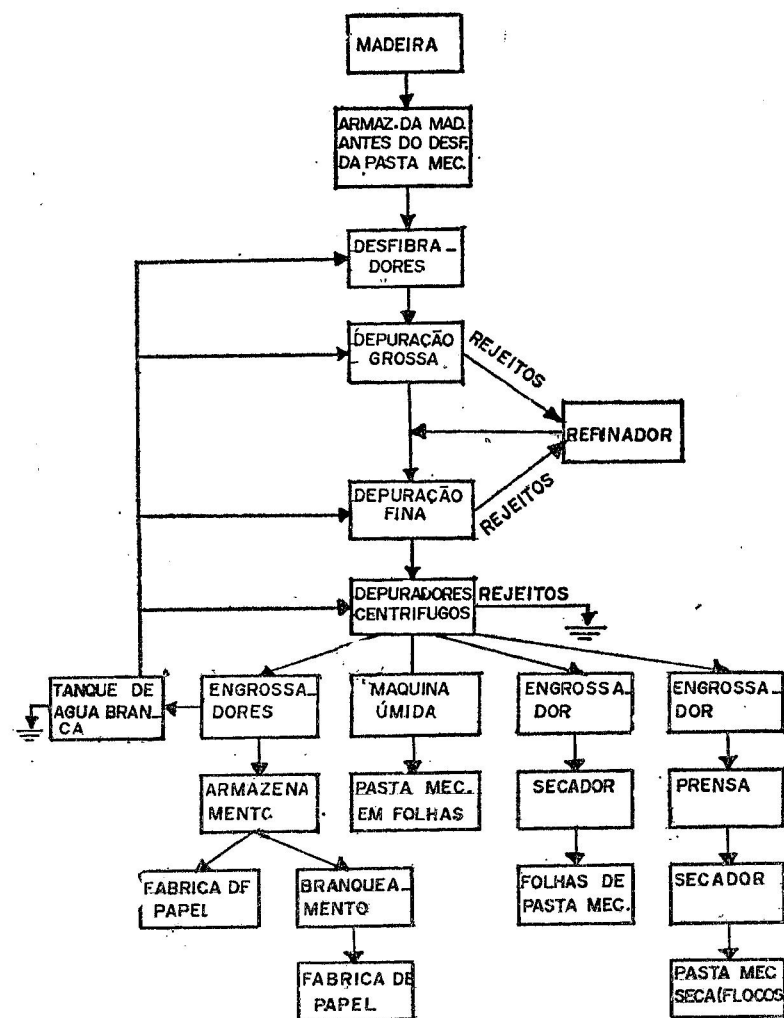
Por outro lado, a pasta mecânica tem também as suas desvantagens:

- a) é dificilmente dimensionável;
- b) sua alvura é limitada;
- c) quando exposta à luz solar ou armazenagem prolongada, mesmo alvejada, torna-se amarelada e quebradiça e perde parcialmente suas qualidades de absorção, não podendo ser recomendado seu uso para livros ou publicações;
- d) sua capacidade de alveamento é limitada; não pode ser usada como componente para papéis, onde se requer alta resistência física.

## TIPOS E USOS DA PASTA MECANICA

A classificação da pasta mecânica é feita geralmente de acordo com os fins para os quais é manufaturada. Não há limites bem definidos entre cada tipo, a não ser, quando feitos pelos processos diferentes. Sendo assim, poder-se-ia apresentar uma tentativa de classificar as pastas mecânicas.

	PASTA MECÂNICA	PASTA MECANO-QUÍMICA
	Espécie de coníferas: pinheiro do Paraná, Eliotti, Taeda e outros de fibra longa.	Eucalipto e outras espécies de latifólias.
LASCAS	Desfibramento direto nos desfibradores convencionais, seguido da depuração, engrossamento e alveamento.	Pré - impregnação com NaOH, Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , NaHSO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> a frio ou a quente, com pressão ou por difusão. Depuração, lavagem e alveamento.
CAVACOS	Uma eventual vaporização de cavacos. Refinação em refinadores cônicos ou de disco em 2 ou mais estágios. Depuração e alveamento.	Pré - impregnação com NaOH, Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , NaHSO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . Refinagem em refinadores cônicos ou de disco seguida da depuração, lavagem e alveamento.
Aplicação e Usos	Papel para imprimir em geral e periódicos em especial; papel especial tipo toalha e embrulho, papalões e cartolinas diversas, produtos moldados (caixas, copos, suporte de ovos), fósforos, chapas acústicas, etc...	



Processo de Fabricação de Pasta Mecânica

Convém esclarecer que os pré-tratamentos de madeira para obtenção de pasta mecano-química podem ser feitos a quente ou a frio, sob pressão ou pela difusão. Existem diversos processos em funcionamento satisfatório, sobre o que trataremos no momento oportuno.



Quanto ao rendimento destes processos, poderíamos dizer que variam entre 95-97% para processos mecânicos e 80-90% para processos mecano-químicos. As perdas podem ser atribuídas à dissolução dos carboidratos de baixo peso molecular, volatilização de algumas substâncias aromáticas e 3-4% de fibras finas que perdem-se juntamente com uma parte de águas brancas.

## DESFIBRADORES

A pasta mecânica é fabricada em máquinas apropriadas, denominadas desfibradores.

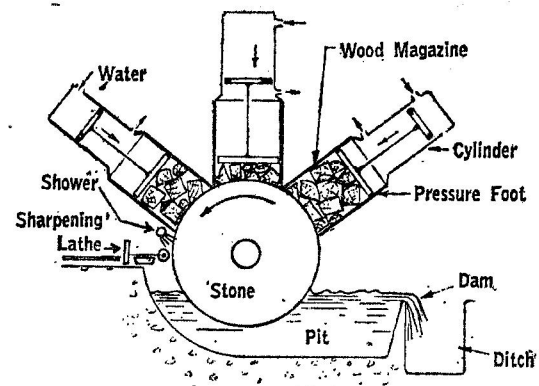
Em quase todos os tipos de desfibradores encontramos o mesmo princípio de funcionamento, que poderia ser resumido em 4 partes fundamentais:

- Pedra-rebolo em movimento rotativo,
- Depósito para madeira,
- Chuveiros para reduzir a temperatura e evacuar a pasta produzida,
- Dispositivo para afiação (tornar rugosa a superfície do rebolo).

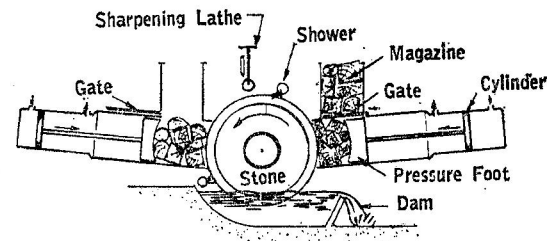
A principal diferença entre vários tipos, consiste na diferença entre os depósitos para madeira, ou melhor, na maneira de comprimir à madeira contra o rebolo em movimento. Assim temos:

- a) Desfibrador de bolsa simples (3 ou mais bolsas),
- b) Desfibrador Great Northern,
- c) Desfibrador de correntes (Chain Grinder),
- d) Desfibrador de corôa (Ring Grinder),
- e) KMW - Hydra-Grinder,
- f) Desfibrador rotativo.

a) **Desfibrador de Bolsas**, é um dos tipos mais antigos. Pode haver 2,3 ou 4 bolsas. A madeira é introduzida nas bolsas manualmente, sendo comprimida com pistões movidos hidráulicamente. A medida que a madeira é consumida, o curso do pistão chega até a pedra e volta, para se proceder o novo carregamento da bolsa. Sua produção, portanto, é intermitente bastante reduzida (12-15 t/dia de pasta) e a mão de obra para carregamento bastante elevada. Não se adapta à alimentação automática.

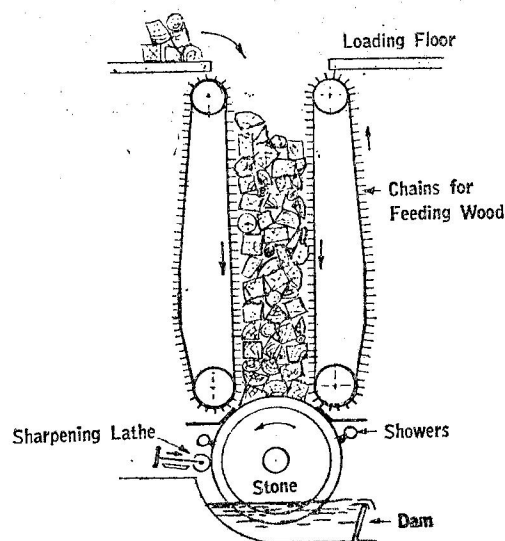


b) **Great Northern Grinder**. É também um desfibrador de 2 bolsas, montadas em sentidos opostos, possuindo cada uma mais um depósito reserva, montado na parte superior da bolsa. Quando o pistão recua, a madeira do depósito-reserva desce para a bolsa, iniciando um novo ciclo de desfibramento. A estrutura deste tipo de desfibradores é bastante forte, suas dimensões inclusive a capacidade de produção bastante variáveis, atingindo 80 t/dia. É um típico desfibrador americano de funcionamento intermitente, proporcionando boas condições para alimentação automática.

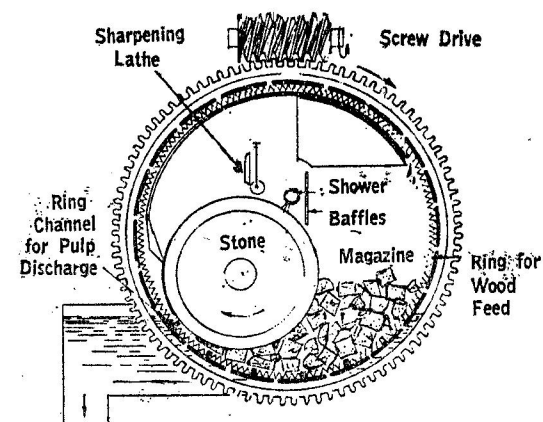


c) **Chain Grinder**. Desfibrador de correntes ou Statigschleifer. De fabricação alemã (Voith), este desfibrador é de produção contínua, sendo muito comum nos países europeus.

A alimentação, que pode ser facilmente automatizada, é feita através de uma única bolsa. Existem duas correntes alimentadoras que fazem comprimir a madeira contra a pedra. Devido ao seu caráter de operação contínua, (não existe relaxamento na aplicação de carga) oferece excelentes condições para automatização de alimentação, como também a mais uniforme qualidade da pasta produzida.



d) **Desfibrador de Anel (Ring Grinder)**. Baseando-se num princípio de compressão de madeira completamente diferente, este desfibrador possui uma coroa (um anel) de ferro fundido, móvel, com uma espécie de engrenagem, dentro da qual, em posição excêntrica, gira o rebolo. Ambos, isto é, coroa e a pedra, giram no mesmo sentido, porém, com diferente frequência de rotações: a primeira com 1 revolução/hora e a segunda 240 rpm. A madeira é colocada na bolsa que se forma entre o anel (coroa) e a pedra. É um desfibrador contínuo, porém, apresenta dificuldades no que diz respeito à alimentação automática. O espaço reduzido que ocupa é uma de suas vantagens.



e) **Hydra Grinder - Desfibrador KMW** É um desfibrador tipo "Chain Grinder", porém, sem corrente. A compressão da madeira é feita por um sistema de sapatas (um par de cada lado do depósito) que, trabalhando alternadamente, comprimem a madeira contra a pedra de uma maneira contínua e uniforme. É construído em várias dimensões (de 1,0 até 2,50 m de largura útil), havendo um acionamento de até 8000 HP. Muitos consideram o Hydra-Grinder como sendo a última palavra em matéria de desfibradores.

f) **Desfibrador Rotativo**. Foi desenvolvido por Piere Bersano, Itália, sendo que o princípio do seu funcionamento difere completamente dos desfibradores convencionais.

Consiste em uma série de engrenagens cônicas arranjadas em várias seções, de modo que atribuem à lasca um movimento rotativo, fazendo com que esta avance para a frente. O desgaste (desfibramento) da madeira é feito de seção em seção pelas próprias engrenagens, em camadas (ao avançar a lasca torna-se cada vez mais fina, até o desgaste total).

Por enquanto a divulgação sobre o novo desfibrador foi pouca e quase nada sabemos a respeito do rendimento, energia aplicada e qualidade da pasta do mesmo.

Podemos adiantar apenas que pode trabalhar somente com a madeira selecionada, reta, roliça, o que, sem dúvida alguma, representa uma desvantagem.

A capacidade de produção dos desfibradores varia também de acordo com o tipo e especificação: de 7-14 t/dia para um desfibrador de bolsa, por exemplo, até 80-100 t/dia para Great Northern ou Hydra.

A comparação entre os vários tipos de desfibradores, como também a escolha do melhor tipo para uma determinada indústria não é muito fácil. Devem ser levados em consideração, neste caso, vários fatores, entre os quais, espécie de madeira a ser utilizada, as exigências do mercado em relação ao papel produzido, custo de mão de obra etc... Um fator importante é também a manutenção dos mesmos.

## PEDRA OU REBOLO

É a peça n.º 1 no desfibrador.

Inicialmente, foram levados em consideração apenas rebolos de pedra natural (espécie de arenito), os quais, no entanto, devido às suas características naturais, apresentaram sérias desvantagens, tais como: dimensões limitadas, ciclo de afiação muito curto, qualidade deficiente da pasta produzida.

Apesar de serem usadas ainda hoje em mais de 80 pequenas fábricas no Paraná, Santa Catarina e São Paulo, todas as fábricas de porte maior usam os rebolos artificiais.

Na Alemanha, por volta de 1920, surgiram os primeiros rebolos artificiais fundidos em concreto, contendo uma composição especial de carbureto de silício e quartzo com bauxita, com uma granulação apropriada para cada tipo de pasta produzida a espécie de madeira utilizada. São conhecidos hoje os rebolos de Hercules (Alemanha) e Norrona (Noruega).

As firmas americanas Norton e Carborundum estão confeccionando tipos especiais de rebole de cerâmica. Consistem estes de uma sólida estrutura-base de concreto armado, sobre a qual acham-se embutidos os segmentos de uma mistura especial de carbureto de silício e óxido de alumínio, junto com uma liga de feldspato e argila, curados a 1000°C. Existem várias qualidades destes rebolos, no que diz respeito ao tamanho de grânulos, distância entre os mesmos, liga utilizada, dureza, densidade etc...

Os rebolos de concreto são mais baratos, durabilidade de 1 1/2 - 2 1/2 anos e com um ciclo de afiação mais curto (2-3 dias aproximadamente).

Rebolos de cerâmica são mais caros porém, com uma durabilidade de 3-5 anos e com ciclo de afiação ao redor de 5-6 dias em média. Apresentam uma vantagem sobre os de cimento, no caso de reparos da superfície, quando danificada, pelo tratamento inadequado ou acidente durante montagem ou trabalho. Enquanto os segmentos nos rebolos de cerâmica podem ser simplesmente substituídos, os rebolos de concreto não possuem esse recurso.

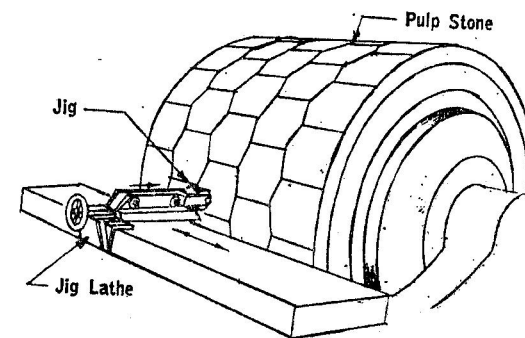
A escolha de rebolos para uma instalação de pasta mecânica merece todo carinho e cuidados especiais. Devem ser levados em consideração diversos fatores as espécies de madeira a serem utilizadas, qualidades de pasta produzida, manutenção mecânica e outros. Frequentemente utiliza-se duas ou mais qualidades de rebole diferentes, a fim de obter uma mistura adequada ou mesmo verificar qual é que melhor se adapta às determinadas condições locais.

## AFIAÇÃO

Os rebolos, quando em produção, devem ser afiados periodicamente. Conforme já mencionado anteriormente, os de concreto cada 1-3 dias e os de cerâmica cada 4-5 dias ou pouco mais.

O processo de afiação consiste em imprimir na superfície do rebolo, através de uma ferramenta apropriada, uma espécie de ranhuras, tornando-o ao mesmo tempo mais cilíndrico.

A ferramenta utilizada neste caso, é um cilindro de aço que chamamos de carretilha, em cuja superfície encontram-se as ranhuras de inclinação e distâncias já padronizadas, considerando que a distância entre as ranhuras e grau de inclinação das mesmas em relação ao eixo, tem grande influência sobre a qualidade da pasta produzida.



A carretilha n.º 10 x 1 1/2 indica, por exemplo, 10 ranhuras por polegada e 1 1/2 polegada o comprimento da projeção ortogonal da ranhura sobre a base. Em outras palavras, o primeiro algarismo indica a frequência de ranhuras e o segundo, o grau de inclinação das mesmas.

A função de ranhuras é muito importante e pode ser resumida no seguinte:

a) diminuem a superfície de contato do rebôlo em relação da madeira (com o aumento da quantidade de ranhuras por polegada aumenta a pressão específica do desfibramento), fator este de grande importância para obtenção de boa qualidade da pasta.

b) introduzem a água para dentro da zona de desfibramento.

c) retiram a pasta produzida para fora da referida zona; alguns autores, no entanto, afirmam que a pasta é levada para fora através da força centrífuga e água, e não das ranhuras.

d) contribuem para refinação da pasta.

A operação de afiação propriamente dita, é fácil porém, exige o máximo cuidado por parte do operador. Uma afiação mal feita pode causar a produção excessiva de rejeito ou, então, muitos finos, responsáveis pela baixa qualidade da pasta produzida.

Entre alguns indícios, que servem para se proceder afiação de um determinado rebôlo, podem ser citados: tempo de trabalho, grau de refinação da pasta (°SR ou CSF), consumo específico de energia, diminuição da produção. A maior parte das indústrias guia-se pela determinação de grau de refinação ° SR ou CSF) - Um teste de execução simples e, principalmente, rápido.

Há pesquisadores, no entanto, que atribuem a maior influência na qualidade da pasta à qualidade dos rebolos (sua composição principalmente) e não à carretilha ou maneiras de afiação dos mesmos.

**DEPURAÇÃO** - A pasta mecânica, após ser evacuada do "Grinder Pit" é submetida a um tratamento de purificação, ou como é chamado industrialmente - depuração. Esta operação tem por finalidade separar a pasta em duas frações: aceite e rejeito. O primeiro deve conter fibras de boa qualidade, apropriadas para fabricação do produto final (por exemplo papel imprensa). O segundo consiste de pequenos

cavacos de madeira e aglomerados de fibras, como também de certas impurezas como areia, casca etc...

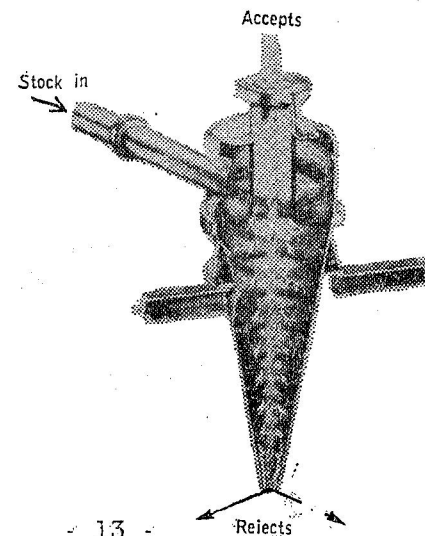
A depuração propriamente dita passa-se em duas fases.

Inicialmente a pasta é submetida à peneiração grossa, geralmente nas peneiras vibratórias tipo Johnson ou similares, cuja furação é de 4-5mm de diâmetro. Essas peneiras vibratórias podem ser planas ou cilíndricas, de baixa ou alta frequência. Alis Chalmers e Ahlfors, por exemplo, são outras planas, enquanto Lindblad e Lindgreen representam as do tipo cilíndrico. O aceite é dirigido então, para depuradores de peneiras finas e rejeito, ao redor de 2% sobre volume inicial de madeira, submetido a um tratamento de recuperação que será relatado à parte.

Os primeiros depuradores eram do tipo peneira plana (simples ou placas ranhuradas), todas vibratórias.

Hoje em dia pode-se admitir que mais de 80% da pasta produzida mundialmente é depurada nos depuradores centrífugos, podendo-se distinguir dois tipos fundamentais: não pressurizados e pressurizados (estes últimos de conceito mais moderno e em fase crescente de introdução).

Existem vários modelos e diversas fabricações de depuradores não pressurizados, a maioria dos quais consiste de peneiras cilíndricas (fixas ou móveis), dentro dos quais há a entrada da pasta convenientemente diluída (ao redor de 0,5%). Devido à força centrífuga, criada pelo rotor interno ou, então, à própria peneira, as fibras dirigem-se para peneira e atravessam os respectivos orifícios.



A teoria da depuração pode ser resumida em poucas palavras. Quando em repouso, as fibras em suspensão aquosa são, dispostas desordenadamente em todas as direções. No entanto, quando esta mistura fica animada de um movimento rotativo (giratório) dentro de um cilindro, como é o caso de um depurador centrífugo, as fibras tendem alinhar-se paralelamente ao sentido do fluxo.

Quanto maior for a velocidade periférica, tanto maior será o grau de alinhamento das fibras. Mesmo na camada formada dentro do cilindro o maior alinhamento dá-se na sua parte externa.

Admitindo-se que o peso específico das fibras finas é igual ao da água e o das grossas (rejeito) inferior em relação à mesma, podemos compreender mais facilmente que estas últimas constituem a parte interna da camada e atuam, em parte, como peneiras também.

As fibras caminham juntamente com a água. Agora, devido à pressão da força centrífuga criada, uma parte dessa mistura passa pelos orifícios existentes na parede do cilindro, sendo que de acordo com o diâmetro dos mesmos, é permitida apenas a passagem para fibras de um determinado tamanho.

Um rotor ou outro dispositivo de pás encarrega-se de fazer avançar esta camada, beirando todo o comprimento da peneira, e descarregá-la na outra extremidade, como sendo rejeito.

Conforme já mencionamos anteriormente, existem vários tipos de depuradores, entre os quais podemos citar alguns, como: depurador Cowam, Waterous, Voith, Rottrom, Bauer, Bifar, Hydrofoel etc...

Os depuradores pressurizados, por sua vez, apresentam algumas vantagens a mais:

- trabalham com a consistência mais alta, o que significa redução do equipamento auxiliar (bombas, tanques, engrossadores etc...),
- melhor engrossamento,
- redução do volume de águas brancas.

A escolha dos mesmos para uma instalação de pasta mecânica deve ser feita cuidadosamente, levando-se em con-

sideração as qualidades finais de pasta, como também capacidade, eficiência e facilidades da montagem e manutenção.

Grande importância tem adquirido ultimamente o uso dos limpadores centrífugos - os chamados pulp-cleanners por exemplos Bauer-Cleaner, Vortex-Cleaner, Centri-Cleaner e outros como Dirtec, Vortrap, Vorject). Todos eles baseiam-se no mesmo princípio, cujo efeito podemos apreciar num Vortex-Cleaner.

**REFINAÇÃO** - Enquanto o aceite das peneiras finas é encaminhado para a próxima fase de fabricação, o engrossamento, os rejeitos (da peneira vibratória e das peneiras finas) são o caso de atenção especial.

Conforme pudemos apreciar anteriormente, as fibras possuem uma estrutura bastante complexa: micro-fibrilas formam as fibrilas e estas constituem fibras.

Inicialmente, todas as teorias sobre refinação de fibras referiam-se única e exclusivamente a uma ação mecânica. Durante um desfibramento ou refinação as fibras libertaram as fibrilas, cujo entrelaçamento era responsável pela resistência física do papel.

Esta teoria foi completada, em seguida, pela teoria segundo a qual durante o processo de refinação (ou desfibramento) havia uma formação ao redor da fibra de uma substância coloidal de semi-celuloses, responsável pela colagem entre as fibras. O fenômeno recebeu o nome de "hidratação".

A teoria moderna admite, porém, o fato de que a ligação entre as fibras é conseguida através das ligações residuais das pontes de hidrogênio, sendo que a ampliação do contato entre as fibras (conseguido através da refinação) proporciona a maior capacidade destas ligações.

Deve-se admitir, entretanto, que o melhor efeito da refinação é proporcionado por uma série de causas, entre as quais a ação mecânica, hidratação e ligações residuais são as principais.

Estas seriam algumas considerações sobre a estrutura da fibra, bem como teoria de refinação.



Voltando ao nosso assunto, porém, o rejeito das peneiras vibratórias - rejeito grosso, contendo cavacos e fragmentos de lascas, é enviado para um desintegrador, após o qual ou pode ser aproveitado na fabricação de celulose ou, então, refinado e enviado novamente para depuradores de peneiras finas. Este último processo, de aproveitamento integral de rejeito na fabricação de pasta, está sendo utilizado cada vez mais frequentemente, em vista de novas técnicas e aperfeiçoamentos nos processos de refinação.

Rejeito fino (das peneiras finas,) aproximadamente 10% sobre a produção total, é refinado nos refinadores cônicos ou de disco, e finalmente, depurado em um ou dois estágios nos depuradores e limpadores centrífugos.

Antes da refinação propriamente dita, o rejeito deve ser engrossado, para aproximadamente 5% de consistência, fato êste muito importante para uma boa eficiência da instalação. Com isto podemos reduzir o volume dos tanques, capacidade de bombas e o mais importante, melhor efeito de moagem.

Do outro lado, refinando-se o rejeito de uma só vez (de uma passagem somente) podemos causar a degradação (destruição) parcial de fibras boas - aceitáveis.

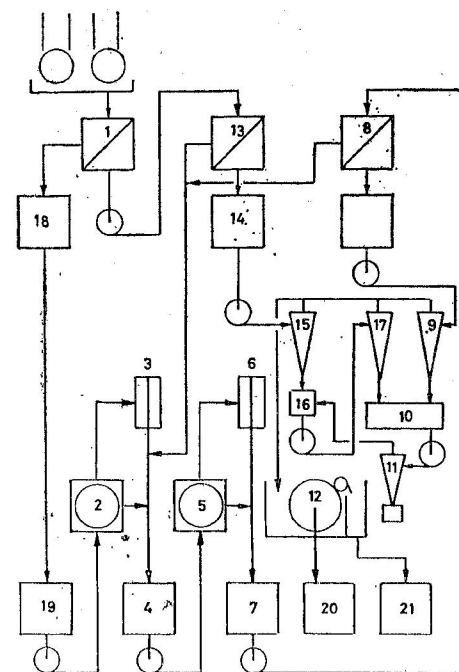
A técnica consiste em refinar uma parte do rejeito, depurar em seguida as fibras aceitáveis, submetendo o resto à nova refinação seguida de nova depuração. E assim sucessivamente.

Os refinadores utilizados normalmente para rejeito de pasta mecânica são do tipo cônico (por exemplo Jordan, Johnsonn, Jylhafiner, etc...) embora é comum de se encontrar em uso, os de discos (por exemplo Bauer, Spront Waldron etc...).

#### Alguns tipos de refinadores:

De Facas	Cônicos	Discos
Holandesa	Johnsonn	Bauer
Niagara	Jordan	Spront Waldron
Jones-Bertram	Jylhafiner	Vortex
Victory		Reisten

A fim de têmos uma idéia melhor sobre o funcionamento deste sistema de refinação e depuração de rejeito, convém apreciarmos em detalhes o fluxograma típico conforme figura.



1. Peneiras grossas - 2. Engrossador, rejeitos da peneira grossa - 3. Refinador, rejeitos da peneira grossa - 4. Tanque, rejeitos do depurador primário - 5. Engrossador, rejeitos do depurador primário - 6. Refinador, rejeitos do depurador primário - 7. Tanque, rejeitos refinadores - 8. Depuradores secundários - 9. Separadores Centrífugos para os depuradores secundários de massa aceita - 10. Tanque, refugos do separador centrífugo - 11. Separadores centrífugos do estágio secundário - 12. Engrossadores de pasta mecânica - 13. Depuradores primários - 14. Tanque, depuradores primário de massa aceita - 15. Separadores centrífugos para os depuradores primários de massa aceita - 16. Tanque, rejeitos dos separadores centrífugos - 17. Separadores centrífugos do Estágio Secundário - 18. Desintegrador, rejeitos da peneira grossa - 19. Tanque, rejeitos do desintegrador da peneira grossa - 20. Tanque de água de retorno - 21. Tanque, pasta mecânica engrossada.

**Engrossamento e Armazenamento** - O aceite, depois dos depuradores centrífugos, com uma consistência de 0,4 a

0,5% é encaminhado para um sistema de engrossadores, onde este último aumenta para 5,6%. Os engrossadores são de um modo geral do tipo gravitacional, constituídos de um cilindro rotativo, revestido com uma tela de bronze ou inox de 30-35 mesh e montado dentro de uma bacia de madeira, metálica ou de cerâmica.

Encontram-se operando também os engrossadores mais aperfeiçoados, a vácuo. Denominam-se também lavadores ou filtros a vácuo. A capacidade de engrossamento destes filtros é aproximadamente 2 t/m<sup>2</sup>/dia. A finalidade de engrossamento consiste em reduzir o volume da pasta e consequentemente, o volume de tanques necessários para seu armazenamento. Como a maioria de pastas necessita de um alvejamento posterior, o engrossamento contribui antecipadamente para o ajuste de consistência necessária para esta operação.

A água, denominada água branca, eliminada durante a operação engrossamento é utilizada novamente nos chuveiros dos desfibradores, peneiras vibratórias, depuração e refinação em geral.

Teóricamente deve haver uma demanda de água, isto porque a madeira entra para a fabricação com aproximadamente 40-30% de umidade a pasta mecânica abandona a instalação com 95-96%. Esta falta é suprida geralmente pela água branca proveniente das máquinas de papel ou, senão, com água fresca.

Os tanques de armazenamento, situado geralmente embaixo dos engrossadores ou filtros, devem ser suficientemente grandes para poderem proporcionar uma suficiente capacidade de estoques (especialmente durante paradas de máquinas de papel para manutenção). Existem ao contrário, opiniões de alguns autores que, conjugam a queda de qualidade da pasta com o excessivo tempo de armazenamento.

Os tanques para consistência média (de 4-6%) são providos de agitadores, a fim de assegurarem uma boa homogeneização de pasta produzida e, ao mesmo tempo, evitar a formação de zonas paradas - estagnadas, propícias à putrefação e fermentação em geral. Os tanques para consistências mais elevadas, geralmente de forma alta, não possuem agitação e sim uma rósca sem fim e uma série de chuveiros na sua parte inferior para retirar a pasta das mesmas. Se a pasta produzida não é consumida na própria indústria e deve ser transportada, a técnica é um pouco di-

ferente. O engrossamento é feito em filtros a vácuo até 12%, em seguida uma prensa de rosca sem fim até 40-45%. O enfardamento é a fase final da operação. Existem também, para esta finalidade, máquinas formadoras que possuem engrossadores a vácuo, seguindo-se de 2 cilindros-prensas, cortador e embalador de folhas automáticos. Conteúdo seco final é de 45-56%.

Para transporte a longas distâncias, ou estocagem mais prolongada, ou em países de clima quente, há necessidade de secar a pasta até 90-92% de conteúdo seco. Esta operação é feita nas máquinas com cilindros aquecidos a vapor. O moderno processo de secagem flash-drying consiste na passagem da pasta através de duas torres, nas quais são injetados gases quentes, provenientes de um combustor a óleo. Pasta mecânica entra na primeira torre com 40-45% de consistência, enfrentando a temperatura inicial de 200°C. A consistência aumenta para 60-70%. Após a segunda torre a pasta fica seca ao ar (aproxim. 8% de umidade).

**Testes de Controle** - Todo esforço e orientação na escolha dos métodos de controle devem ser feitos no sentido de proporcionar uma produção da pasta mecânica de qualidade aceitável pelas máquinas de papel, mais uniforme e de custo mais baixo possíveis. Neste sentido é que deve ser organizado o sistema de controle no laboratório. O que é necessário saber sobre as qualidades de uma pasta mecânica pode ser resumido em poucos itens:

- a) grau de refinação (%SR ou CSF),
- b) resistência física (seca e/ou úmida),
- c) filtrabilidade,
- d) comprimento de fibras e distribuição das mesmas,
- e) alvura e impurezas.

Visto que a pasta mecânica é constituída de uma mistura de fibras longas, curtas, finas, aglomerados de fibras etc..., todas elas provenientes de vários desfibradores acondicionados diferentemente, deve-se escolher cuidadosamente o tipo e quantidade (frequência) de testes a serem executados pelo pessoal de controle. Apesar de parecer isto tão claro, não existe uma opinião uniforme a respeito e cada indústria, praticamente, aplica os testes e sistema de controle de melhor conveniência, de menor custo, adaptados às suas condições locais-específicas.

Segundo a prática e de acordo com várias citações da literatura profissional sobre o assunto, os teste de maior aplicação seriam os seguintes:

- a) °SR ou CSF,
- b) resistência à tração (sêca e|ou úmida),
- c) classificação de fibras,
- d) contrôle de alvura.

Infelizmente, todos estes testes nem sempre são suficientes para avaliar devidamente a qualidade da pasta produzida, especialmente no que diz respeito ao seu comportamento nas máquinas, como componente principal do papel imprensa. O mais difícil, neste caso, seria a maneira de interpretá-los devidamente, justificando e prevendo em tempo, o comportamento da pasta nas máquinas e o bom desempenho das mesmas. Existe uma corrente de substituir estes tradicionais testes de laboratório por outros, mais representativos e eficientes. Convém citar aqui o interessante trabalho de O. L. Forgacs, segundo o qual existem dois fatores L e S (Lenghe e Shape Factor) capazes de representar melhor a qualidade e, sobretudo, prever comportamento da pasta nas máquinas durante a fabricação de papel para imprimir, papelões, cartolinas, etc...

Vários pesquisadores estão tentando introduzir estes novos testes, porque a idéia, sem dúvida alguma, é prometedora, faltando ainda muito trabalho e pesquisa para coroála de êxito.

Quanto a maiores detalhes sobre este assunto, como também a descrição mais detalhada de métodos tradicionais de controle, não comportaria esta aula, tempo e o lugar para fazê-los.

Com a colaboração do Colégio Industrial de Artes  
Gráficas do SENAI - União - Prefeitura

Composto e impresso nas oficinas da:

EMPRESA GRÁFICA E PUBLICITÁRIA SUZANENSE LTDA. - Rua Monsenhor Nuno, 641 - SUZANO