

# Pastas de alto rendimento

AT105 Polpa e Papel

Prof. Umberto Klock

- **A simples explicação de que a lignina atua como a única substância adesiva entre as fibras celulósicas não é satisfatória: - durante a maioria das reações que ocorrem na obtenção de polpas por processos químicos, outros compostos diferentes da lignina, que se encontram copolimerizados (interligados) são eliminados.**
- **Na obtenção de pasta mecânica, sem eliminação da lignina, a separação das superfícies ocorrem tanto entre as fibras como através das paredes celulares, quebrando as fibras.**



# Polpa e papel

- Desta forma, as características das polpas depende da forma e da quantidade de energia utilizada para separar ou subdividir as fibras.
- São utilizadas energias:
  - mecânica;
  - térmica;
  - química;
  - ou uma combinação destas.

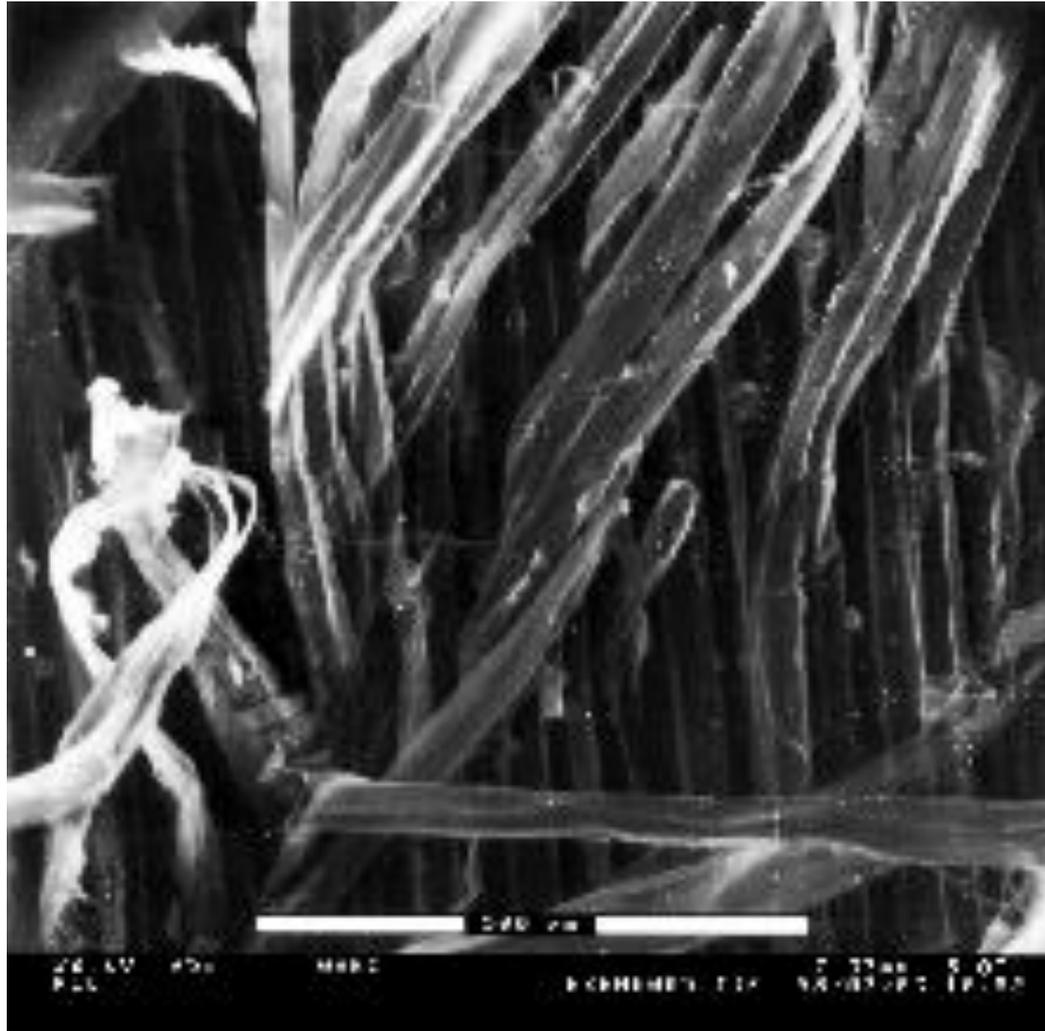
# Pasta de alto rendimento - classificação

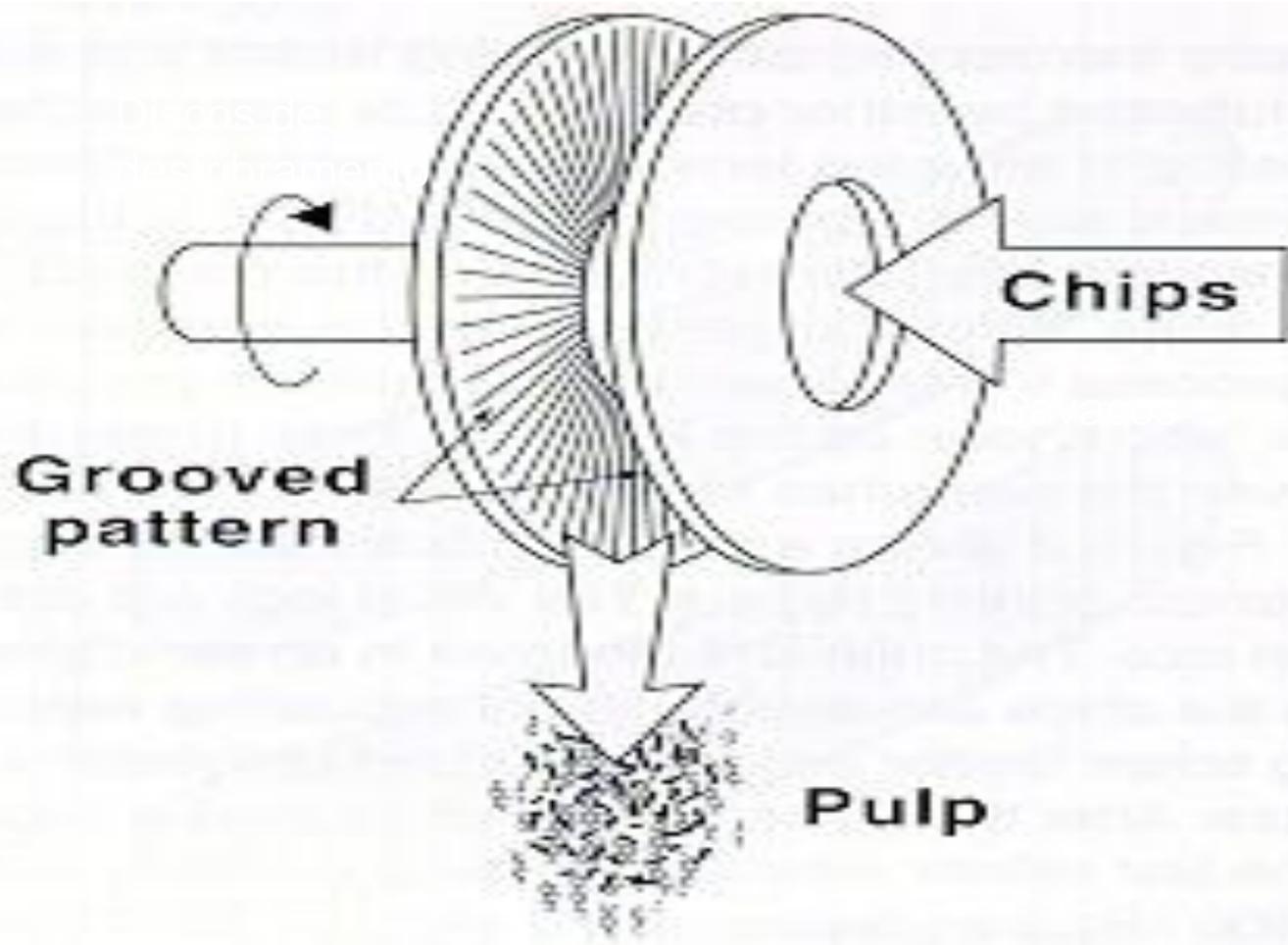
<b>Processos</b>	<b>Rendimento (%)</b>
<p><b>Mecânicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Convencional - PMC</li><li>2. De Refinador - PMR</li><li>3. Termo-mecânico – PTM</li><li>4. Químico-Termo Mecânico - PQTM</li></ol>	90 ~ 95
<p><b>Químico-mecânicos e Semi-químicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Soda a frio</li><li>2. Sulfito neutro</li><li>3. Bissulfito semi-químico</li><li>4. Sulfato semi-químico</li><li>5. Soda semi-químico</li><li>6. Outros</li></ol>	65 ~ 90

# PASTAS DE ALTO RENDIMENTO

- *PROCESSOS DE ALTO RENDIMENTO*
- *foram denominados* para caracterizar os processos cujo rendimento na transformação matéria-prima (madeira e outros materiais) em pasta fosse superior a 80%.

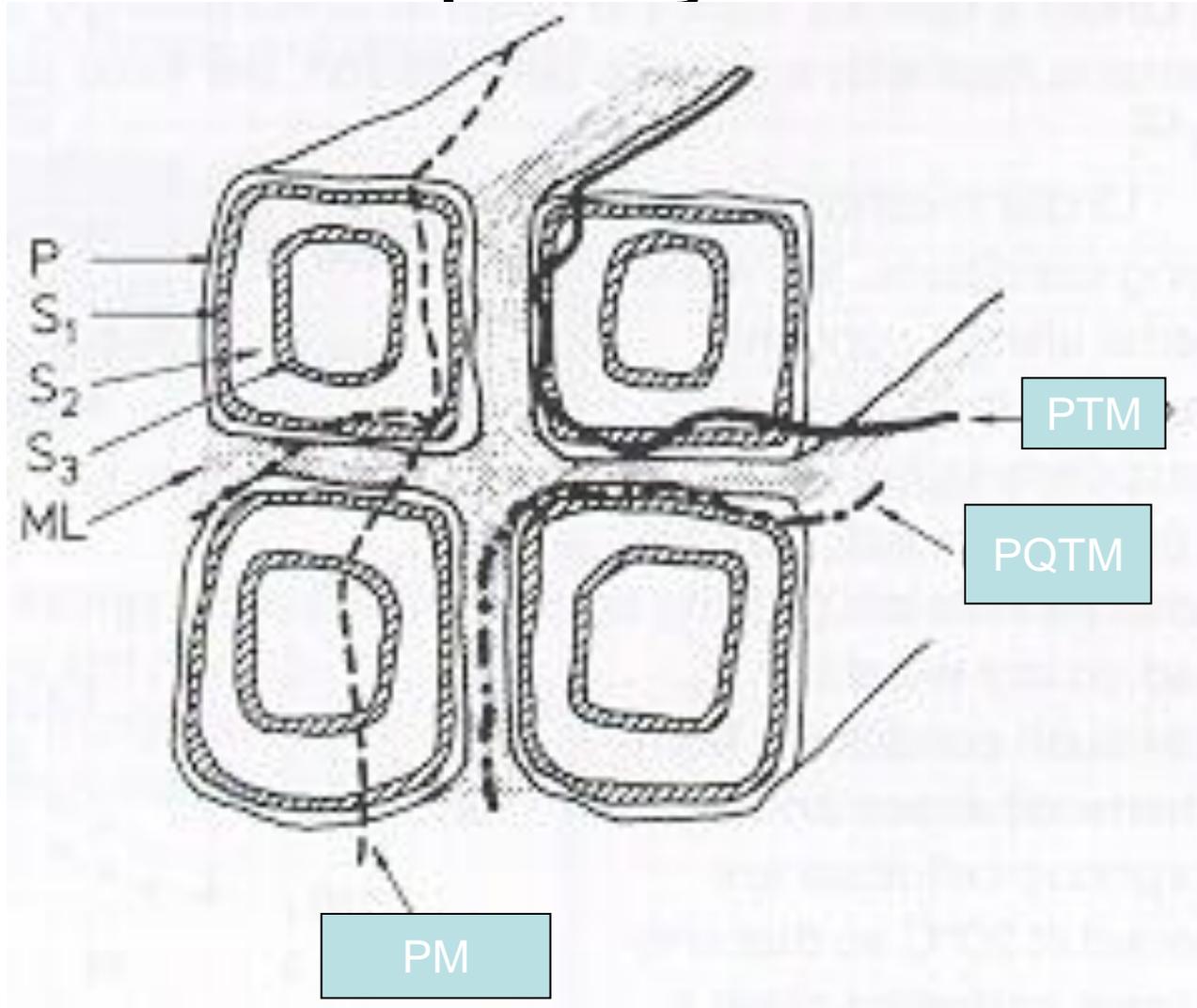
# Separação das fibras





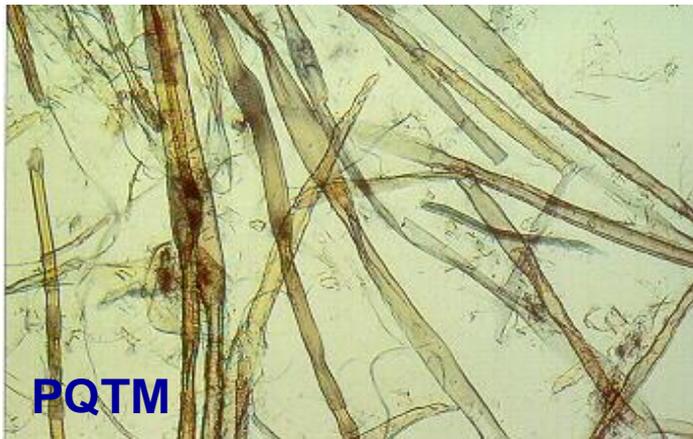
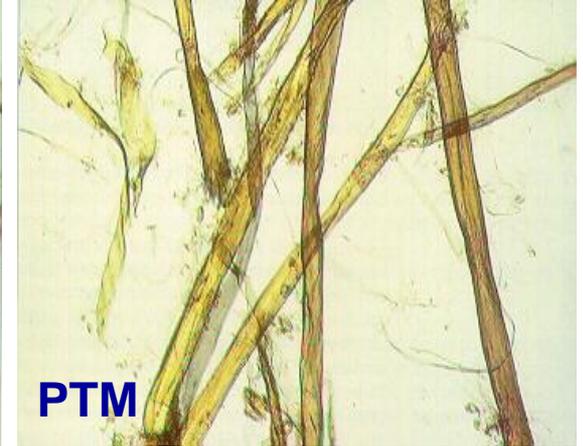
**Principio do procedimento**

# Tipos de separação das fibras



# Separação das fibras -

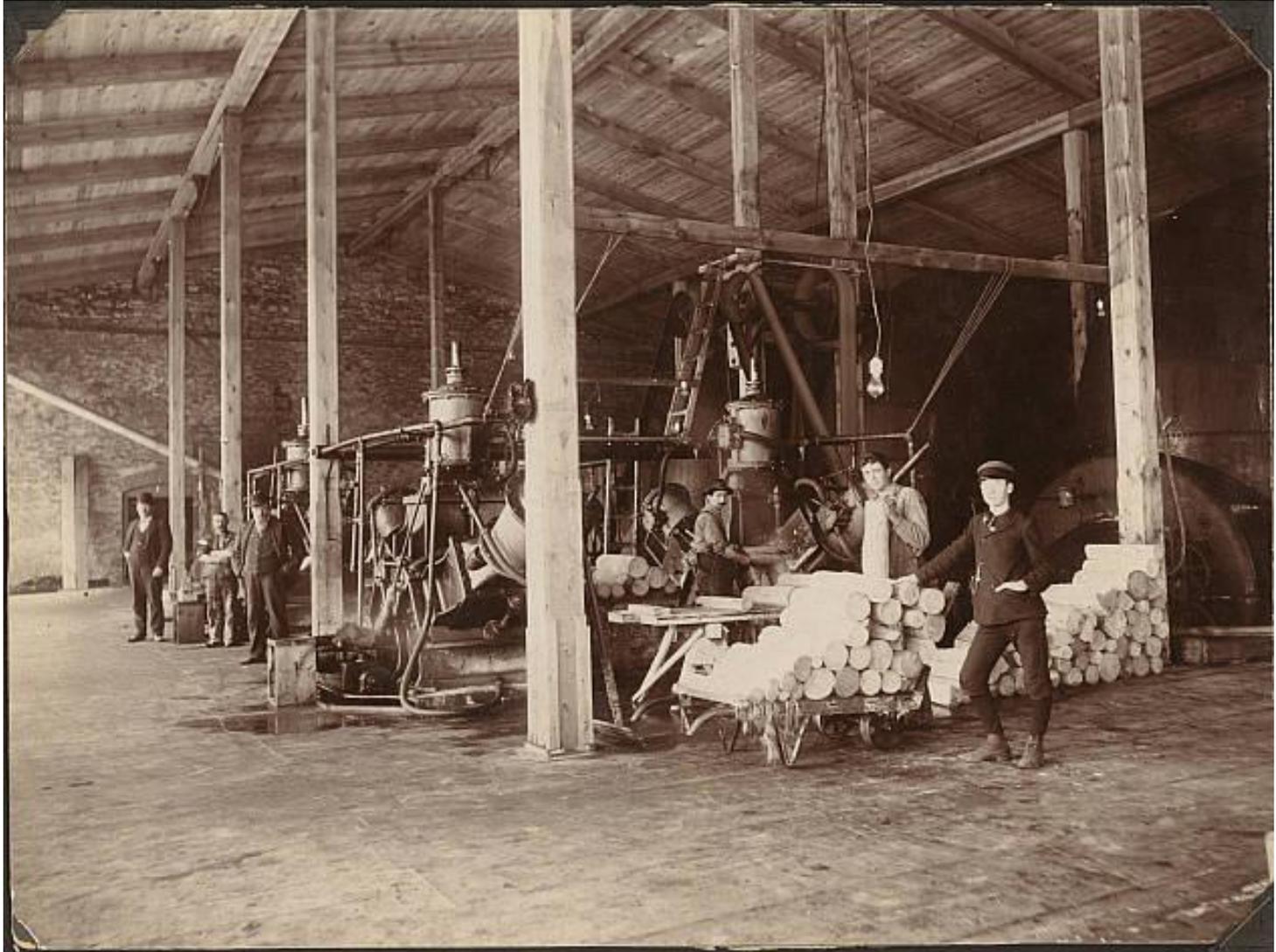
Resultados



# PASTA MECÂNICA CONVENCIONAL

- 1º Processo pasta de madeira em 1844 na Alemanha - KELLER.
- O princípio básico utilizado pela máquina era pressionar a madeira, em presença de água, contra a superfície de uma pedra esmerilhadora (princípio ainda hoje utilizado nos desfibradores de pedra ou mó).

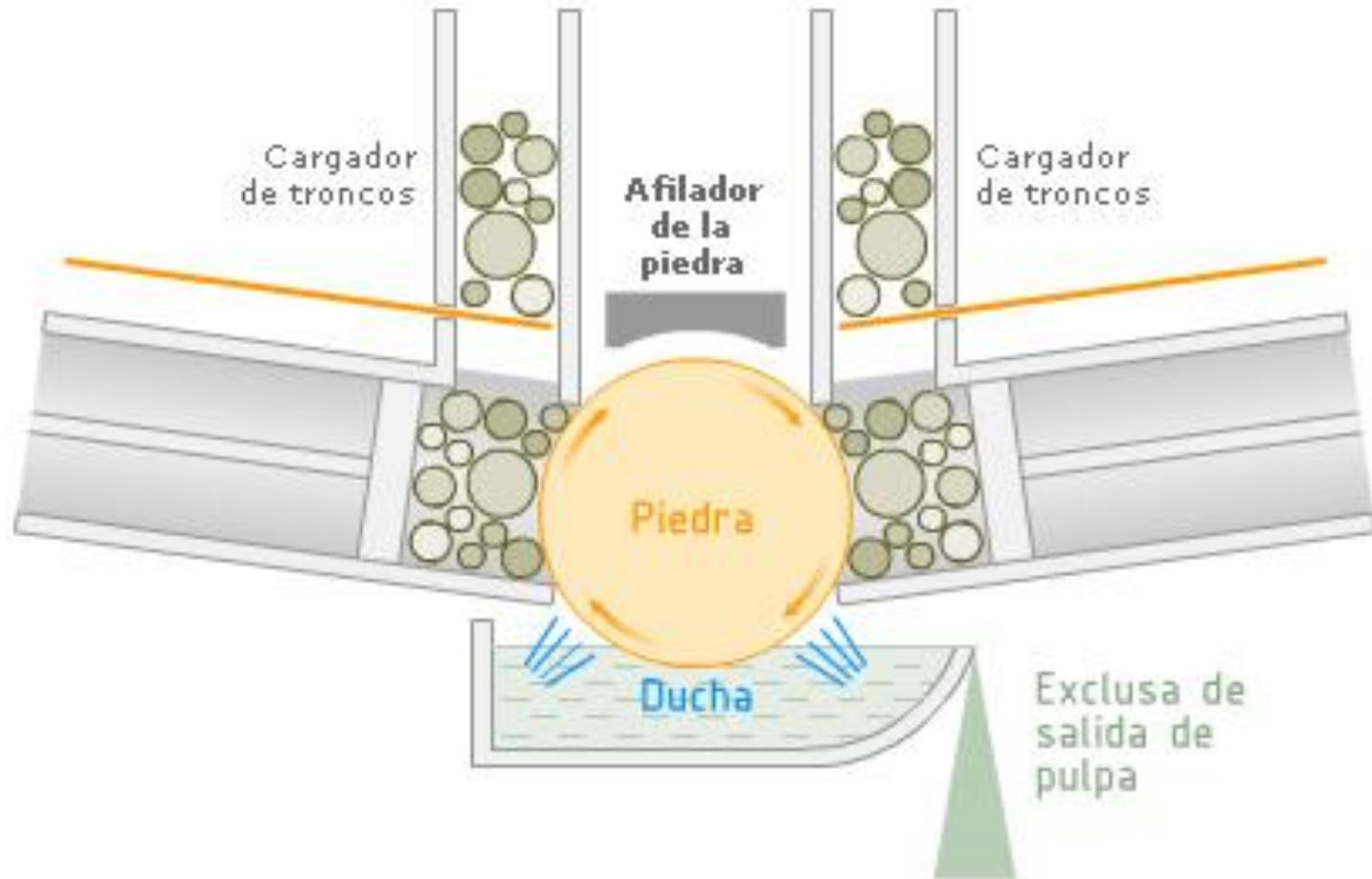
# Pasta mecânica



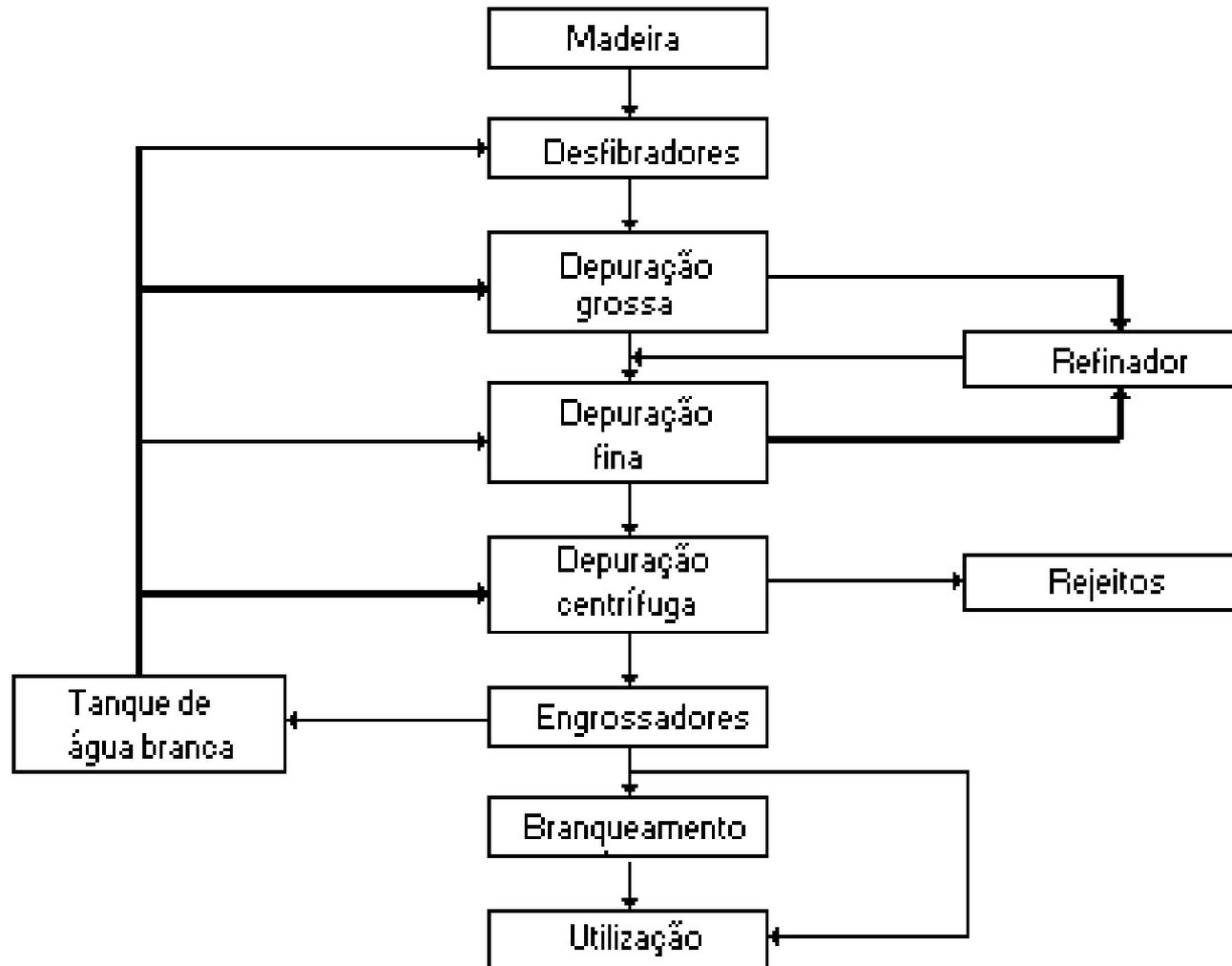
# Pasta mecânica convencional

- **PROCESSO DE FABRICAÇÃO**
- **Matéria-prima** - até pouco tempo apenas espécies de fibras longas (coníferas) eram utilizadas, com a escassez de matéria-prima novas espécies vem sendo utilizadas.
- **Eliminação da casca** - a casca traz dificuldades durante o desfibramento e na depuração, apresenta na pasta pontos escuros de difícil remoção.
- **Umidade** - madeira verde confere melhor alvura e qualidades físicas à pasta, além de melhor descascamento, umidade ideal 40% ou mais, umidade inferior a 30% provocam queda na qualidade da pasta.

# Processamento

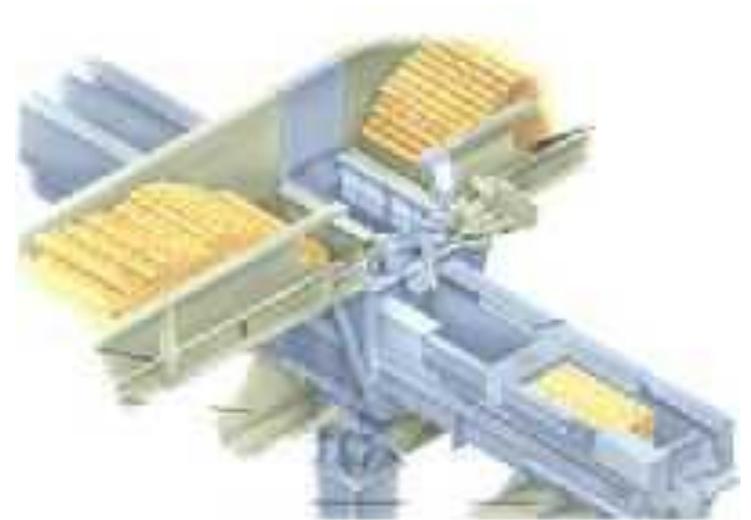


# PMC - Fluxograma



# Pasta Mecânica

- Alimentação dos desfibradores com toretes



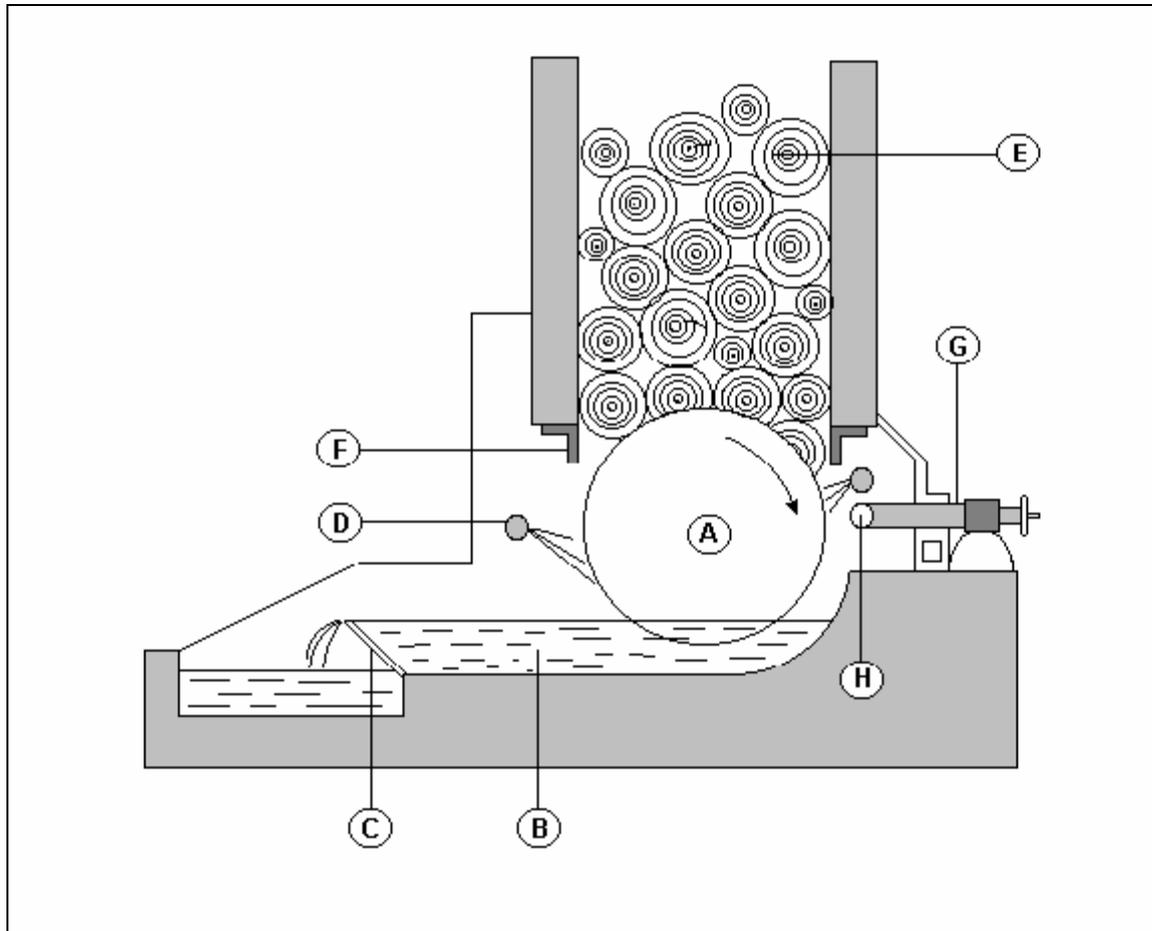
# PMC

## DESFIBRADORES

**O equipamento mais importante do processo é o desfibrador de pedra, sua alimentação pode ser manual ou automática. Em quase todos os tipos de desfibradores o mesmo princípio de funcionamento é encontrado, resumido em 4 partes principais:**

1. Pedra ou Mó - rebolo em movimento rotativo. Cujos tipos são :
  - **Pedra natural,**
  - **Concreto, e**
  - **Cerâmica.**
2. Depósito da Madeira.
3. Chuveiros para reduzir a temperatura e evacuar a pasta produzida.
4. Dispositivo de afiação (para tornar abrasiva a superfície do rebolo) - carretilhas, com formatos em ponta de diamante, ranhuras helicoidais ou retas.

# Desfibrador de bolsa



**Arranjo esquemático do desfibrador de pedra:**

**A** - Rebolo;

**B** - Cuba;

**C** - Comporta;

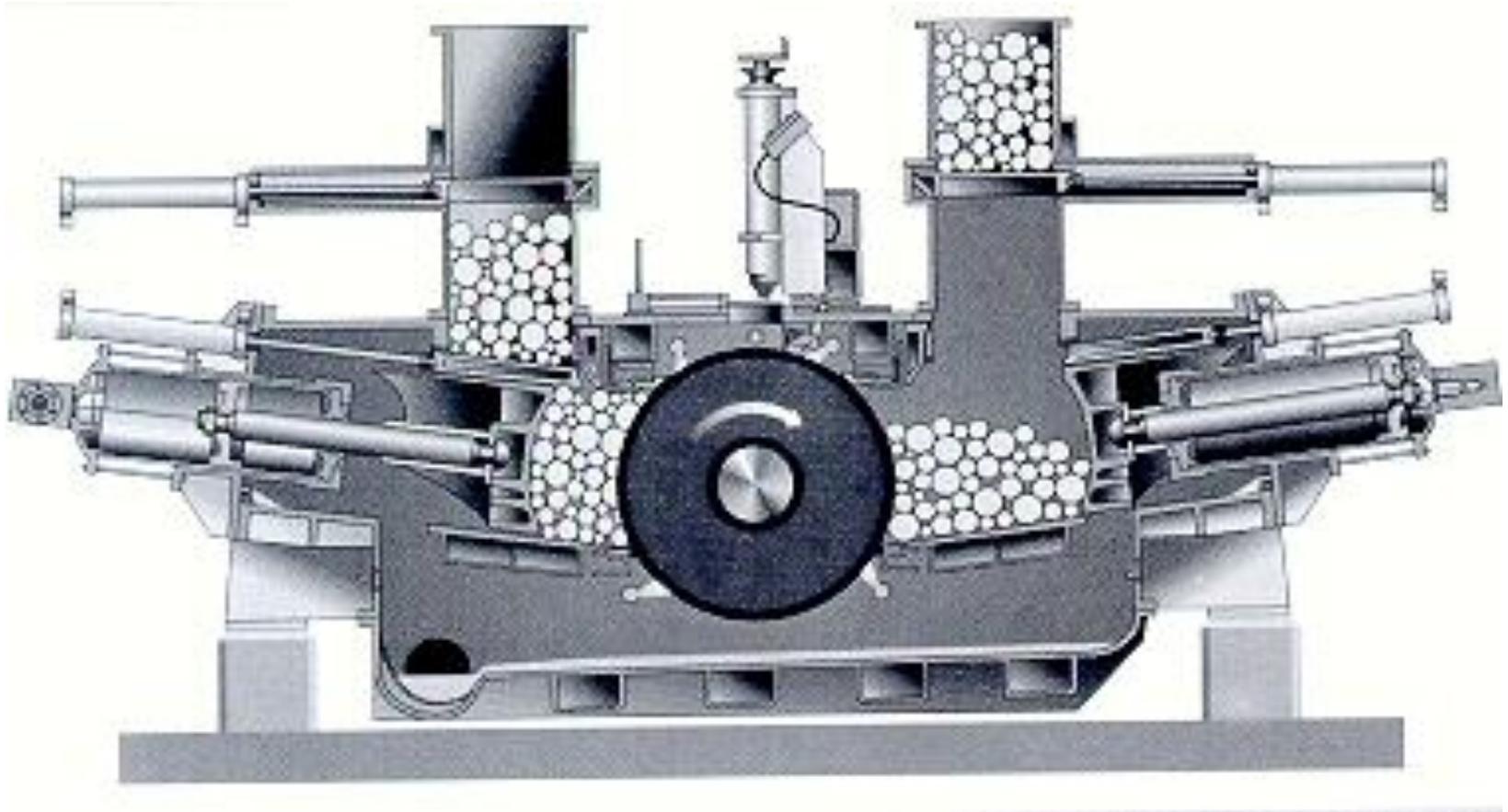
**D** - Chuveiros;

**E** - Depósito de madeira;

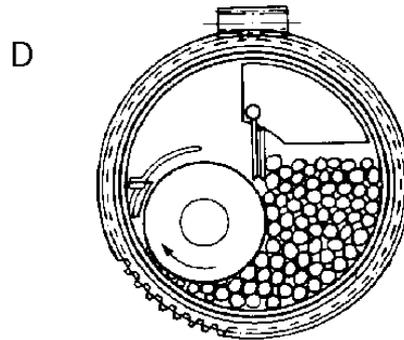
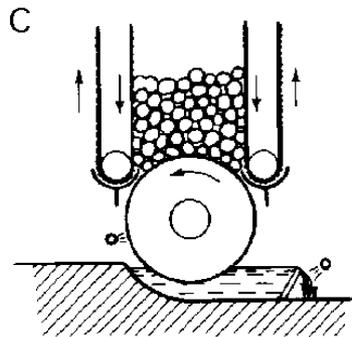
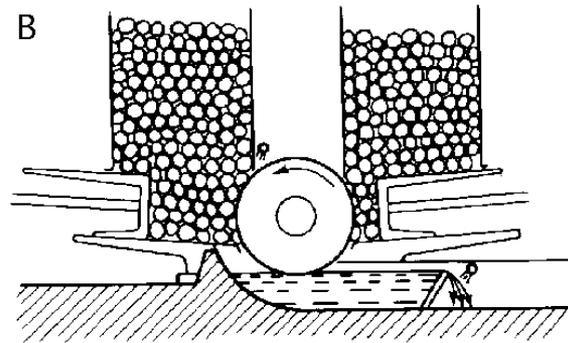
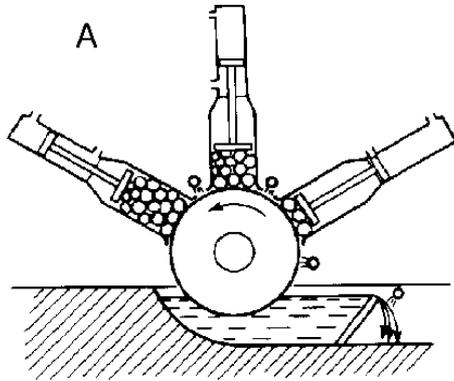
**G** - Dispositivo de afiação,

**H** - Carretilha de afiação

# Pasta Mecânica

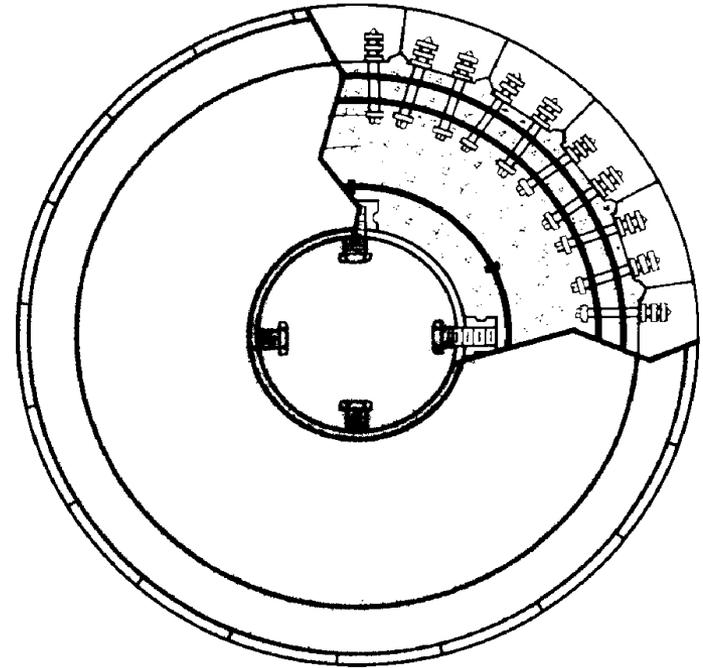
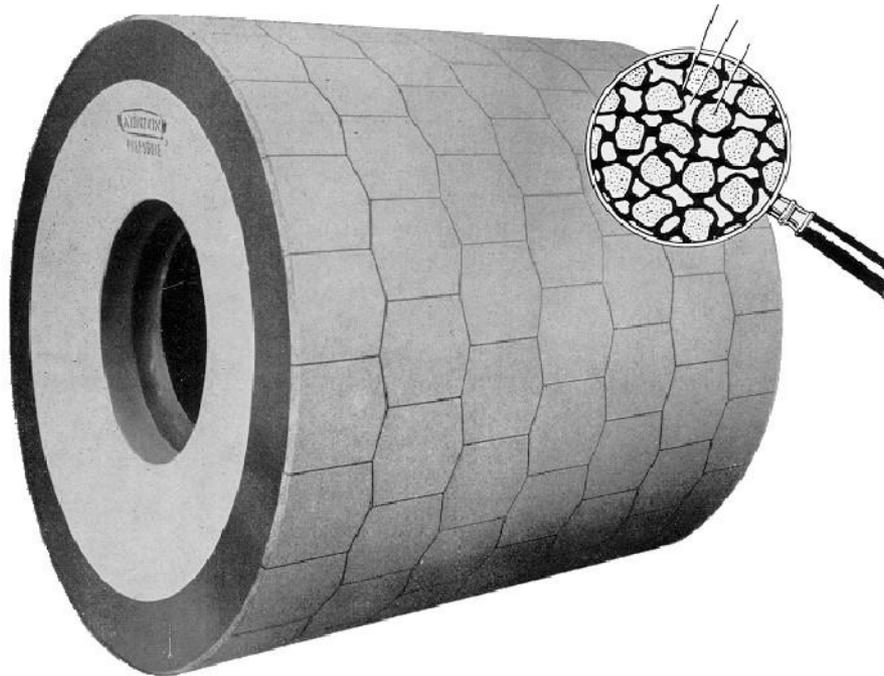


# PMC Tipos de desfibradores



- a) moinho hidráulico de três prensas,
- b) moinho Great Northern,
- c) moinho Warren de correntes
- d) moinho Roberts de anel.

# PMC – pedra artificial



Esquema de montagem das peças

# PMC - UTILIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA PASTA MECÂNICA CONVENCIONAL

- As pastas mecânicas são classificadas quanto ao processo que as produziu ou pelo fim a que se destinam, como por exemplo, pastas para:
- papel imprensa,
- papéis para impressão, para livros de bolso, catálogos, etc.
- papéis e papelões, papel de parede, etc.
- papéis para embalagem, sacos, papelão ondulado, cartões para embalagem de alimentos, etc.
- papéis sanitários, toalha, etc.
- moldados.

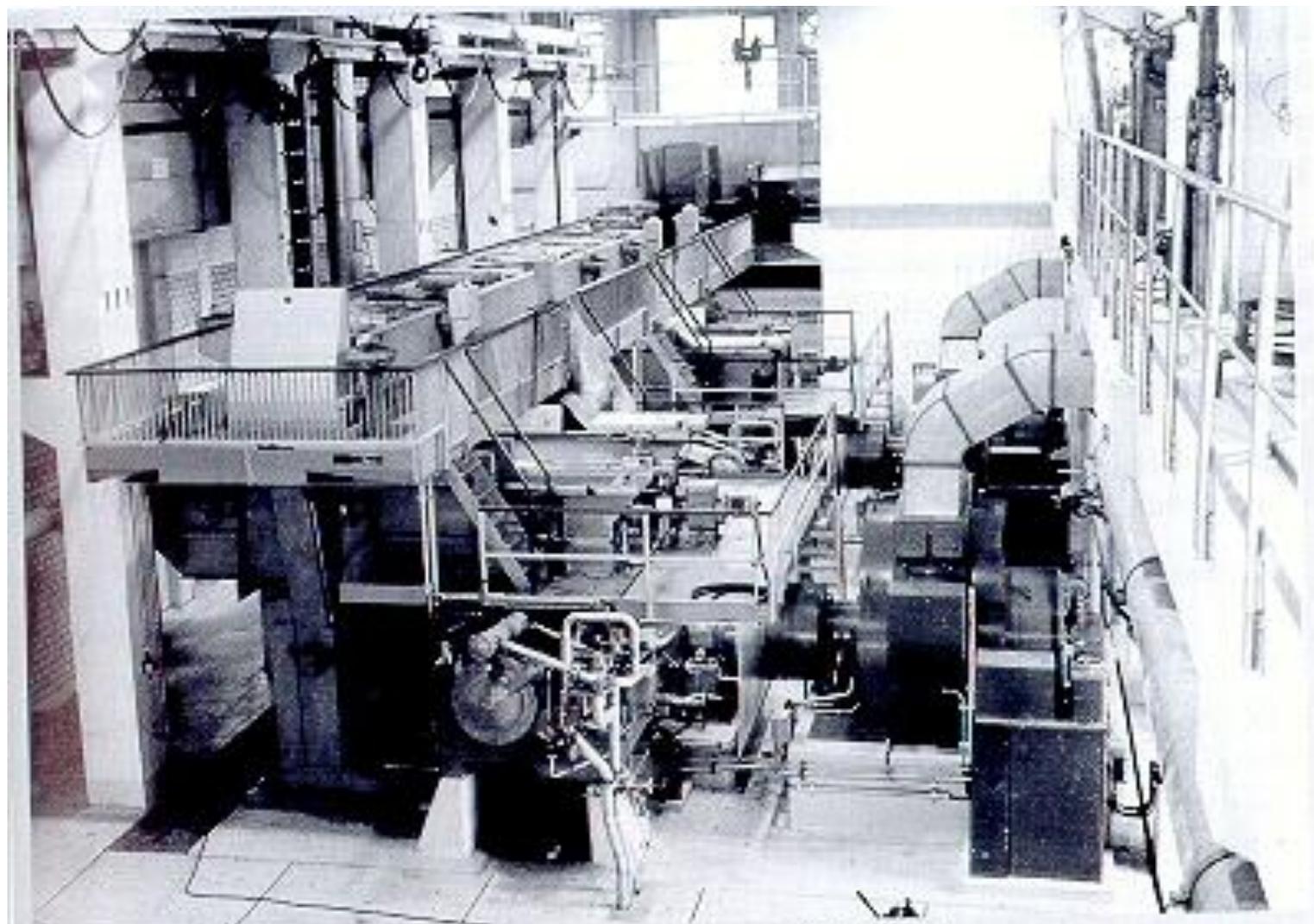


Figure 3. Atmospheric Tampella grinders at Stora Fors board mill in Sweden.

# PASTA MECÂNICA DE REFINADOR

- Desde 1920, quando os rejeitos da fabricação da P.M.C. passaram a ser reduzidos a pasta por ação de refinadores de discos, a possibilidade de adoção desta tecnologia era estudada.
- Embora a idéia seja antiga, a adoção da tecnologia é recente.
- 1954-55 - eram feitas experiências em escala piloto.
- 1958 - 1ª fábrica entra em operação.

# PMR

- **CARACTERÍSTICAS**
- **Vantagens:**
- Possibilidade de uso de resíduos na obtenção de pastas de qualidade aceitável pelo uso de refinadores de disco.
- Utilização de toras defeituosas, tortas, pois a matéria-prima é transformada em cavacos.
- A mão-de-obra nas instalações é menor que na de pasta mecânica convencional.
- O manuseio de cavacos é muito mais simples que de toras.

# PMR

- **Vantagens:**
- Possibilidade de uso de resíduos na obtenção de pastas de qualidade aceitável pelo uso de refinadores de disco.
- Utilização de toras defeituosas, tortas, pois a matéria-prima é transformada em cavacos.
- A mão-de-obra nas instalações é menor que na de pasta mecânica convencional.
- O manuseio de cavacos é muito mais simples que de toras.

# PMR

- **Vantagens**
- A pasta apresenta propriedades físico-mecânicas melhores que a convencional.
- O controle de qualidade e uniformização é mais simples.
- O grau de refino pode ser melhor controlado.
- A unidade industrial é mais compacta, necessitando de menor espaço físico, que as fábricas com desfibradores.
- O sistema é mais flexível, a mudança de coníferas para folhosas pode ser feita sem alteração no sistema de produção.
- Pode-se produzir tanto pasta mecânica, como químico-mecânica nas mesmas instalações.

# PMR

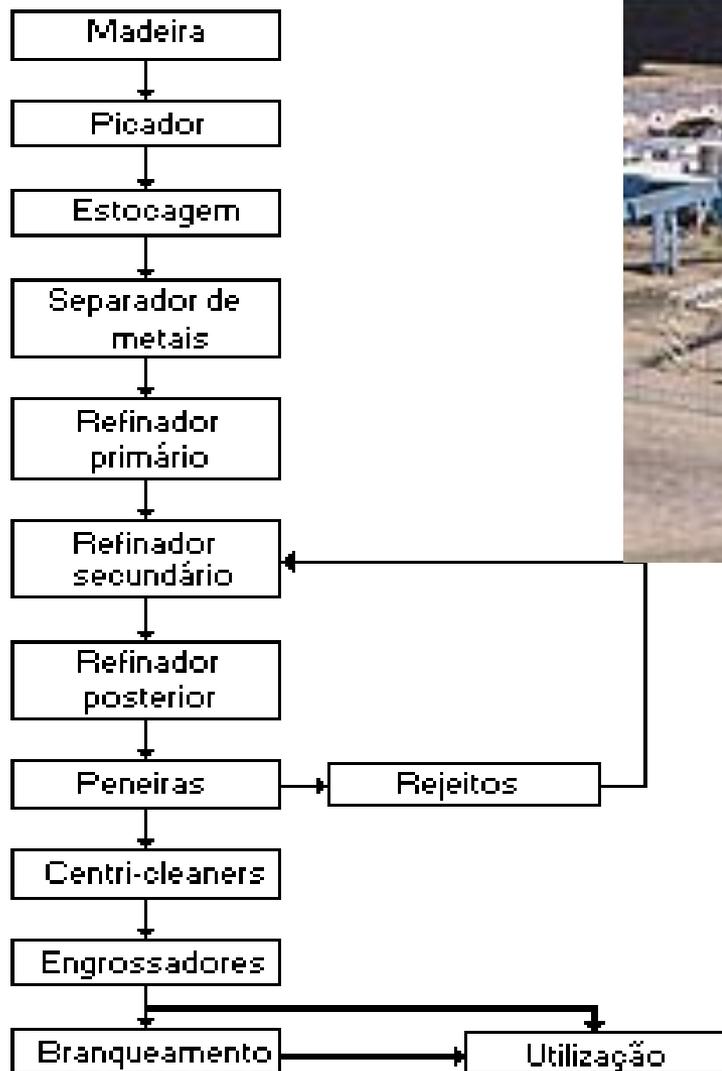
- **Desvantagens:**
- O consumo de energia e o custo de manutenção são maiores do que em pasta mecânica convencional.



# **PROCESSO DE FABRICAÇÃO - PMR**

- **O processo de produção consiste basicamente em picagem da madeira, desfibramento (1º estágio), desfibramento complementar (2º estágio), depuração e limpeza.**
- **Os desfibradores primários são de dois discos giratórios, em contra-rotação ou de um disco giratório simples. A consistência de trabalho é de 20 a 40%, e a energia consumida neste estágio é de 40 a 75% do total consumido no processo.**
- **Os desfibradores secundários são análogos aos do primeiro estágio e efetuam um desfibramento complementar da pasta, desintegrando os pedaços de madeira não totalmente desfibrados, uniformizando, assim sua qualidade. A consistência de trabalho é de 16 a 34%.**

# PMR - Fluxograma

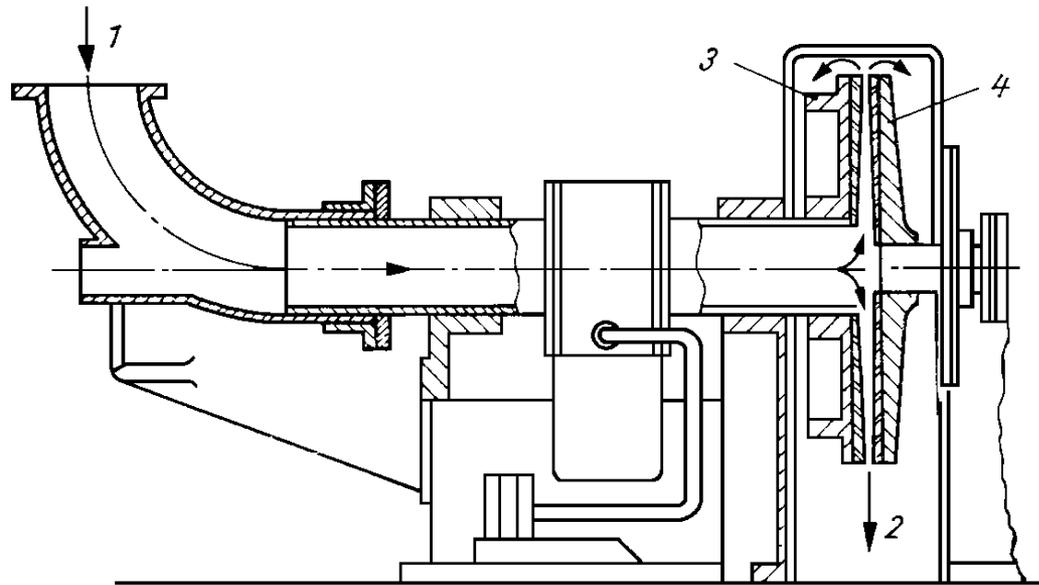


# EQUIPAMENTOS

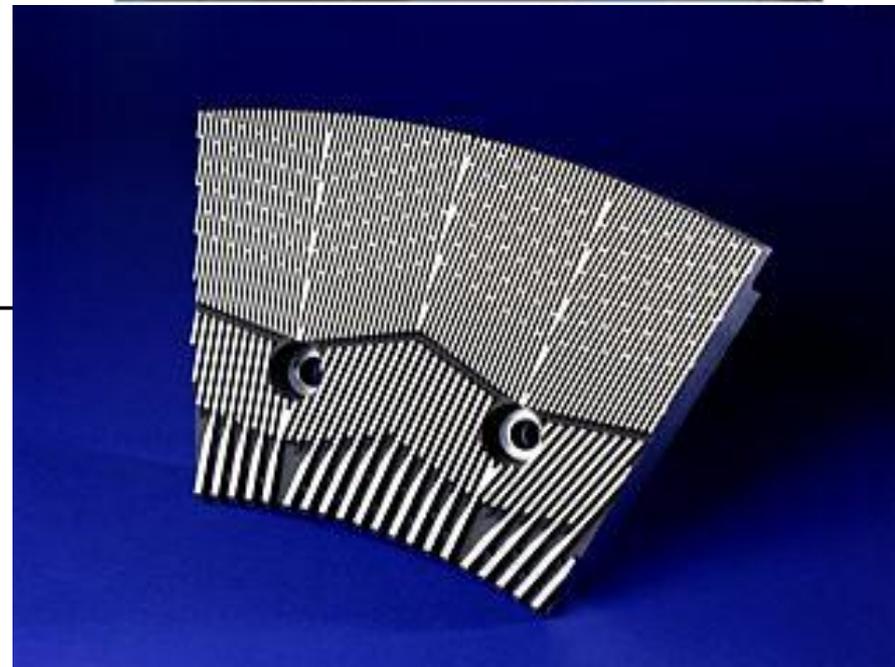
## Desfibradores de Disco

- Os desfibradores podem ser do tipo de um disco giratório ou de dois discos giratórios em contra-rotação.
- No caso dos desfibradores de um disco giratório, existem dois discos, um estático e outro móvel. Os cavacos são alimentados pelo centro do disco estático. Esta alimentação geralmente é feita por um parafuso que empurra os cavacos para a zona a zona entre os dois discos.
- O desfibrador de dois discos giratórios, os quais giram em sentido oposto, sendo que os cavacos são desfibrados entre os discos.

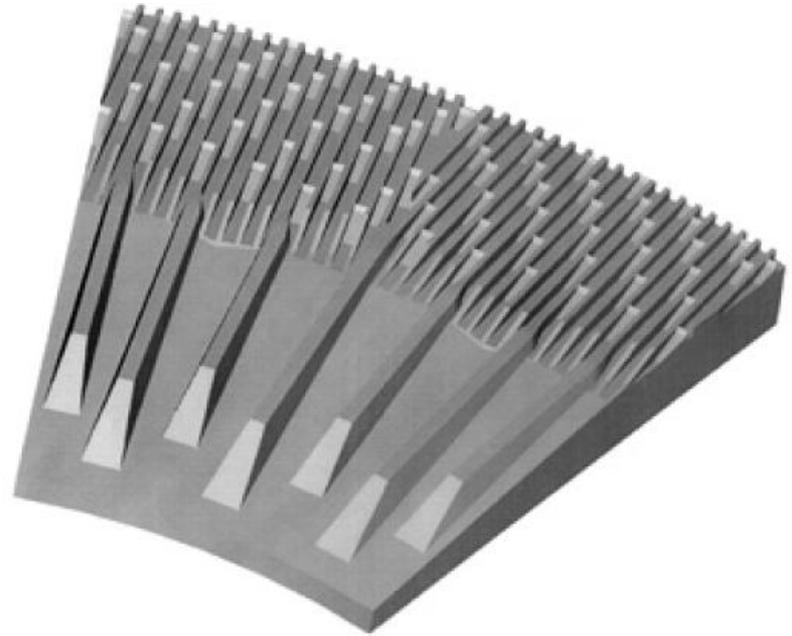
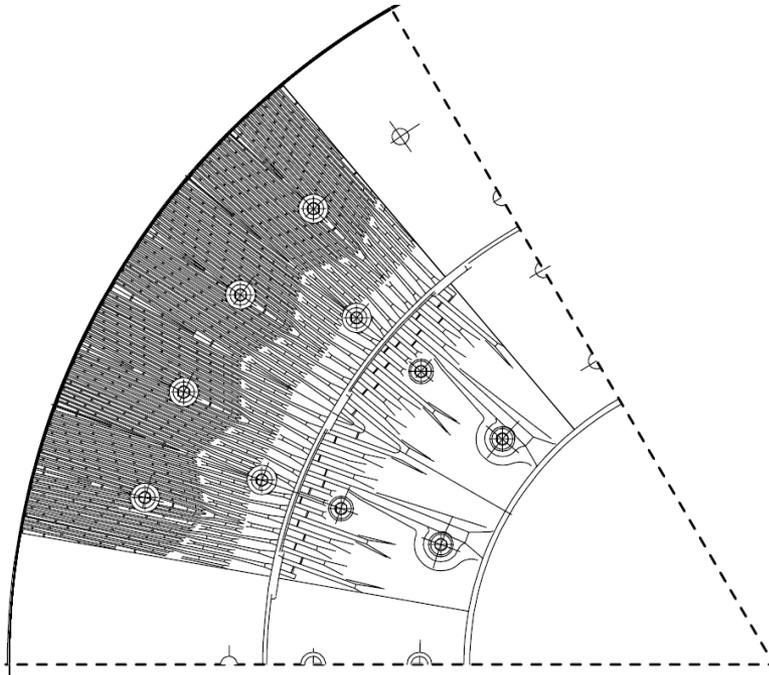
# PMR



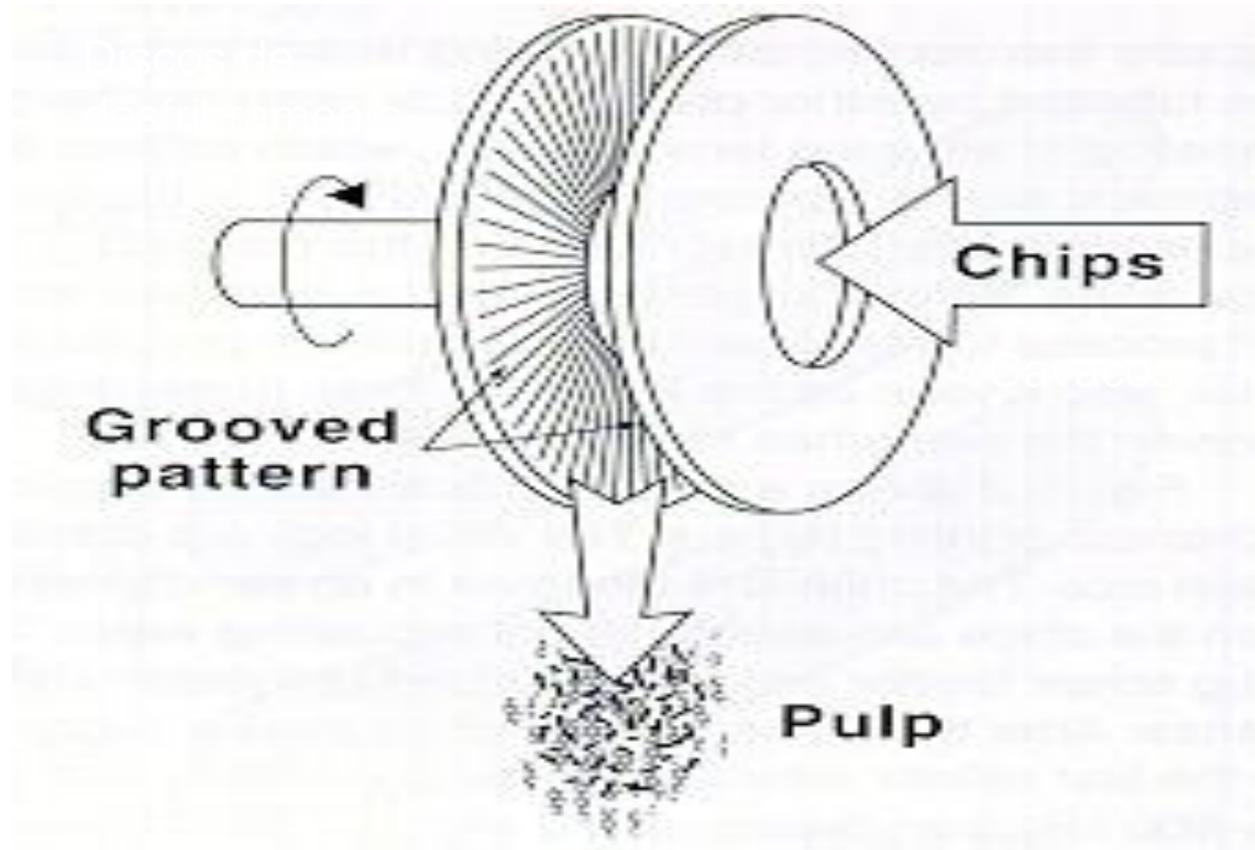
**Guarnição**



# Discos de refinação - Guarnição



# Energia Mecânica

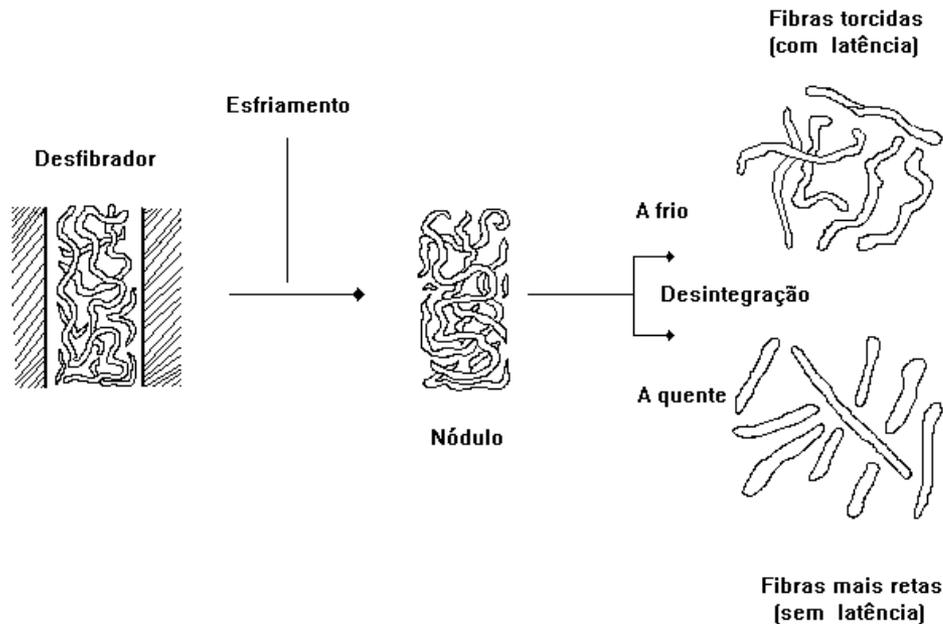


**Princípio do procedimento**

# CARACTERÍSTICAS E EMPREGO DA PASTA MECÂNICA DE REFINADOR.

- As pastas são destinadas aos mesmos fins que aquelas produzidas com pedras. Apresentam contudo, vantagem de serem mais resistentes, devendo-se a isto, a presença de porcentagem maior de fibras inteiras.
- Apresentam também maior uniformidade, que é conseguida pelo maior e melhor controle do processo.

# Latência das fibras:



Para eliminação da latência um tratamento adicional é necessário, e se constitui em agitar a pasta em água, a uma consistência de 1 a 2% e a temperatura entre 80 e 90°C por cerca de 10 minutos, ocorrendo aí uma reversão do fenômeno, e as fibras assumindo um aspecto normal.

# PASTA QUÍMICO-MECÂNICA

- Neste tipo de processo, os cavacos são impregnados com reagentes químicos antes de serem tratados mecanicamente em desfibradores de disco. Após a impregnação, os cavacos podem ou não sofrer um tratamento com vapor saturado, porém na maioria das vezes o desfibramento mecânico é realizado sob pressão ambiente.
- A composição do licor pode conter somente hidróxido de sódio (NaOH), bem como outros reagentes químicos. A etapa de impregnação pode ser realizada com licor à temperatura ambiente, ou mais elevadas.

# PASTA QUÍMICO-MECÂNICA

Para processos químico-mecânicos que utilizam licor contendo sulfito, as condições típicas são:

## Coníferas

12 a 20% de licor,  
se houver tratamento com vapor - 10 a 60 minutos a 140 ~ 170 °C,  
desfibramento a pressão atmosférica,  
rendimento - 87 a 91 %.

## Folhosas

10 a 15% de licor  
se houver tratamento com vapor - 10 a 60 minutos a 130 ~ 160 °C,  
desfibramento a pressão atmosférica,  
rendimento - 80 a 88 %.

# PASTA TERMO-MECÂNICA

- O processo de produção de pastas termo-mecânicas é derivado do processo ASPLUND (1932) desenvolvido para produção de chapas de fibras de madeira prensada, no qual os cavacos são pré-aquecidos com vapor a temperaturas entre 160~180 °C, e desfibrados em seguida sob pressão, consumindo relativamente pouca energia.
- Os resultados das pesquisas obtidos indicaram que a temperatura de aquecimento deveria ser reduzida para o intervalo entre 120 e 145 °C, correspondendo a uma pressão operacional de 0,1 a 0,29 MPa (1 a 3 atm). As pastas assim produzidas poderiam ser usadas para fabricação de papel jornal, sendo porém o consumo de energia ainda alto.

# PTM

- **DESCRIÇÃO DO PROCESSO TERMO-MECÂNICO**

- compõe-se geralmente de dois estágios:

- No primeiro, os cavacos são aquecidos em presença de vapor saturado a 120~140°C, por 1 a 3 minutos.

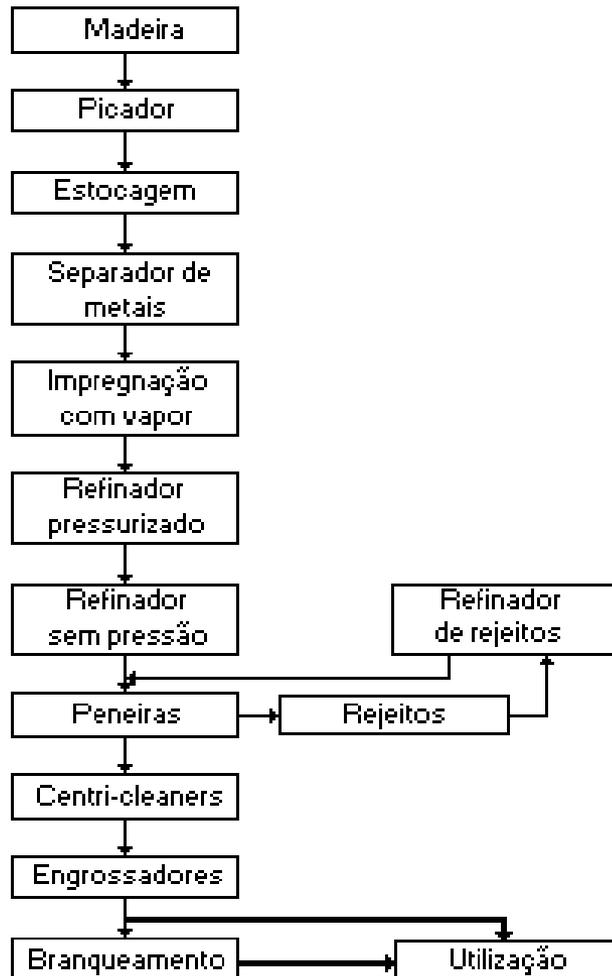
- Em seguida, os cavacos já amolecidos pelo calor e pela umidade do vapor são desagregados em desfibradores de um ou dois discos giratórios.

# PTM



Desfribradores PTM

# PTM - Fluxograma



# PTM - VARIÁVEIS DO PROCESSO

- **Espécie, natureza e formato da matéria-prima a ser processada** - maior ou menor consumo de energia, coloração diferentes, etc.
- **Temperatura de aquecimento** - a temperaturas superiores a 140°C, as fibras separam-se facilmente devido ao fato da lignina ter sofrido a cerca de 140~145°C, um amolecimento térmico reversível caracterizado pela passagem por um estado chamado de *transição vítrea*, onde a madeira passa de um estado rígido a um estado plástico, semelhante a borracha. No estado plástico, a estrutura da madeira é rompida na lamela média, rica em lignina. Esta lignina após resfriamento da pasta volta ao estado vítreo e forma um obstáculo a subsequente fibrilação das paredes celulares, tornando-as impróprias para a produção de papel. Assim as temperaturas de aquecimento devem estar na faixa de 120 a 140°C. Também a temperaturas mais altas as pastas adquirem uma coloração mais escura devido a lignina.

# PTM – Variáveis do processo

- **Vapor utilizado no processo** - deve ser saturado e a pressões entre 1 e 3 atm.
- **Tempo de aquecimento** - de 1 a 3 minutos, tempos mais longos contribuem para o escurecimento da pasta.
- **Teor de umidade da matéria-prima** - ideal é que esteja em torno do ponto de saturação das fibras, (na prática umidade entre 20 e 40% são utilizadas). Teores de umidade baixos provocam um alto teor de rejeitos e fibras quebradiças.

# Desfibradores



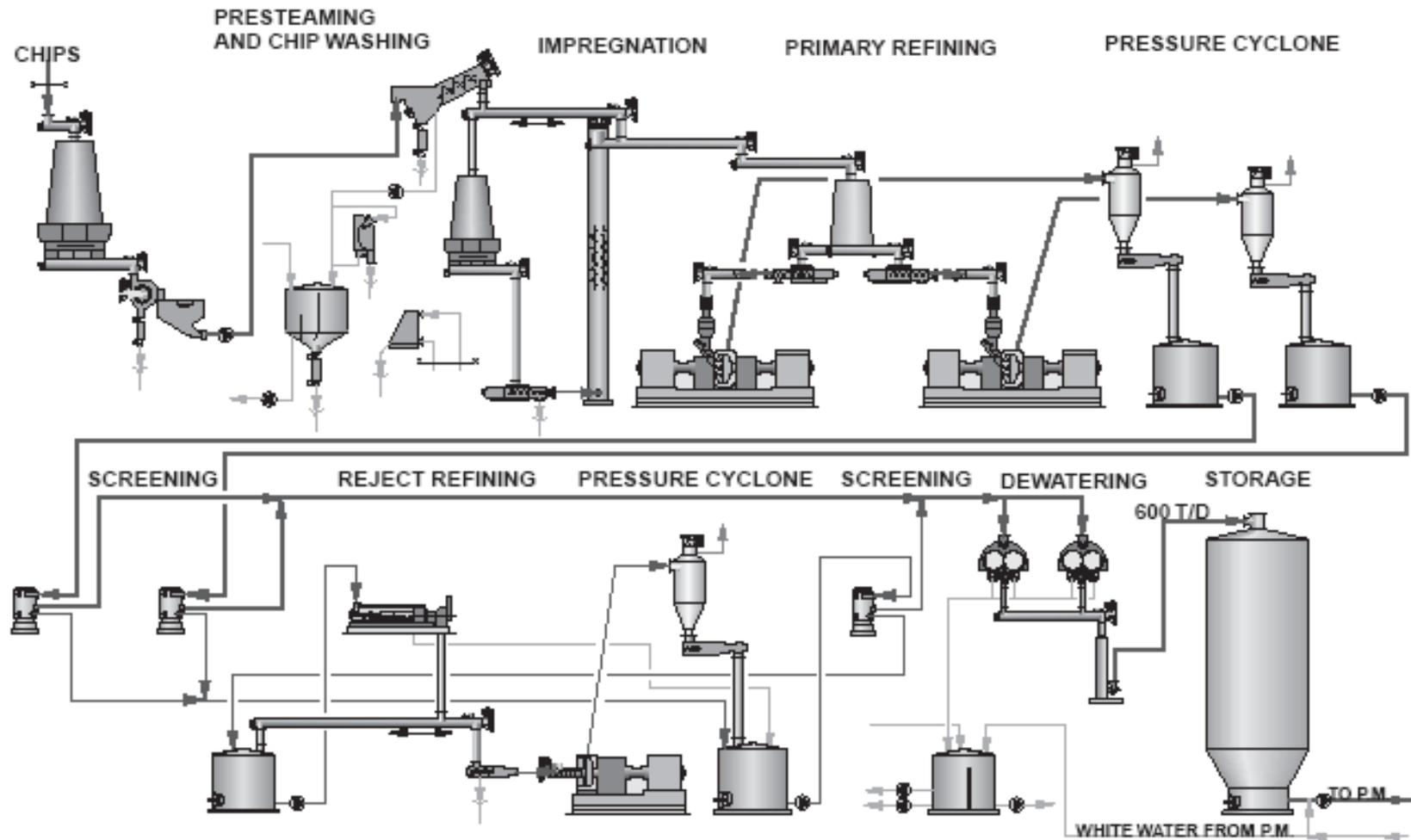
# CARACTERÍSTICAS DA PASTA TERMO-MECÂNICA

- Resistência mecânica - maior que outras pastas mecânicas.
- Teor de rejeitos - baixo.
- Lisura - maior.
- Alvura - geralmente inferior.
- Teor de fibras longas - maior, mais uniforme.
- Latência - apresenta em alto grau.
- Imprimibilidade - mostra-se promissora. As PTM tem sido utilizadas em papéis que tradicionalmente utilizavam PMC, principalmente papel jornal.

# Pastas QUÍMICO-TERMO-MECÂNICA

- Pastas químico-termo-mecânicas são produzidas amolecendo-se primeiro a estrutura lenhosa da madeira por um ligeiro pré-tratamento químico seguido da separação das fibras, sob pressão, num desfibrador de disco.
- A pasta apresenta um teor relativamente elevado de finos, o que a faz, em muitos aspectos, similar a pasta mecânica convencional.
- Na produção de pastas químico-termo-mecânicas também se nota a influência da faixa de transição vítrea da lignina na separação das fibras, juntamente com a influência do pré-tratamento químico, que contribui na separação das fibras pelo inchamento da lignina.

# Pasta Quimo termo mecânica CTMP



# Usos das PAR



- Na confecção de todos estes tipos de papéis ou cartões, a pasta mecânica entra como matéria-prima única ou em mistura com outros tipos de pastas. Por exemplo, o papel imprensa (jornal) convencional apresenta a seguinte composição média:
- pasta mecânica convencional
- 71 a 82%
- pasta química
- 18 a 25%
- carga
- 0 a 4%