

LAVAGEM NA FABRICAÇÃO DE PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

*Professor: Alfredo Mokfienski
Consultor Independente*

Mogi Guaçu, SP, Maio 2006

Realização
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

CONTEÚDO

- Introdução e objetivos
- Fundamentos de Lavagem de Polpa
- Lavagem de Polpa Marrom
- Equipamentos
- Exercícios

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Definição de lavagem de polpa de alto rendimento

Operação unitária ou área da fábrica onde o licor residual que acompanha a pasta após desfibramento da madeira (com ou sem adição de agentes químicos) é separado do material fibroso (pasta) através de meio filtrante que permite a passagem do licor mas retém as partículas de sólidos (isto é, retém a pasta).

Onde a lavagem de polpa é necessária?

- Logo após a fabricação de polpa de alto rendimento (com ou sem tratamento químico) e
- Após cada estágio de branqueamento (se houver).

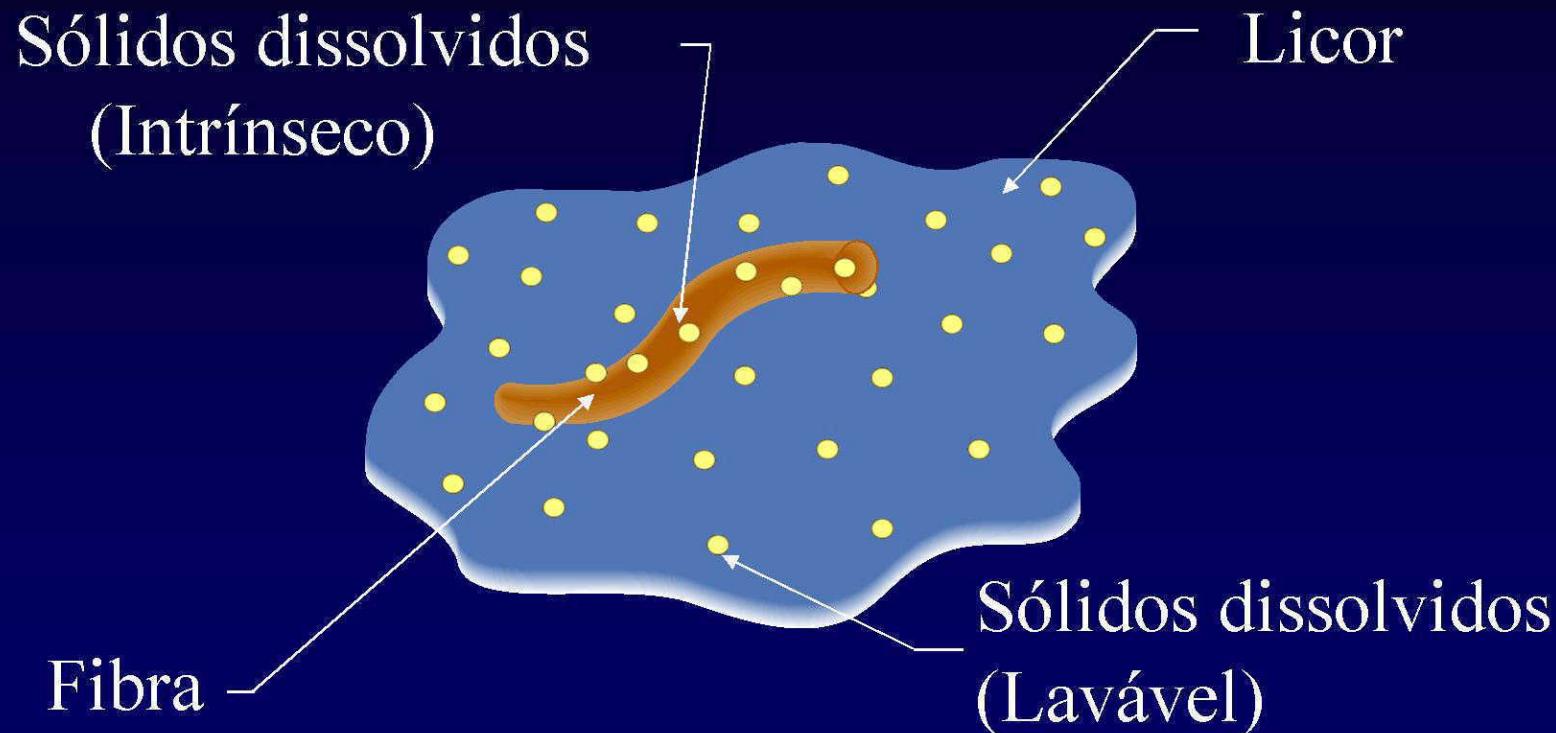
PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Objetivos da lavagem da polpa

- Remover o licor que acompanha o material fibroso da madeira na descarga do desfibramento e refino da madeira (o licor contém matéria orgânica dissolvida da madeira – mesmo tendo alto rendimento).
- Arraste de material orgânico dificulta branqueamento e fabricação de papel.
- Lavar a polpa com a mínima quantidade de água limpa ou re-circulada de processo.
- Visando preparar a polpa para seu branqueamento e reduzir custo de químicos caros (peróxido de hidrogênio, etc.)

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Matriz da Pasta de Celulose



Nota: Cerca de 1,5 - 2,5 gramas de licor retidos no interior das fibras por grama de fibra seca

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Conceitos Básicos

- Tipos de **forças** atuantes na operação de lavagem: **Gravidade / Pressão / Vácuo / Força Centrífuga.**
- Equipamento de filtragem resultado do procedimento de criação e aplicação da força atuante, p. ex., método de deposição e retirada da manta de polpa e retirada do filtrado
- Classificação dos equipamentos de lavagem e / ou filtração: **Filtros, prensas, mesas planas / Difusores**

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

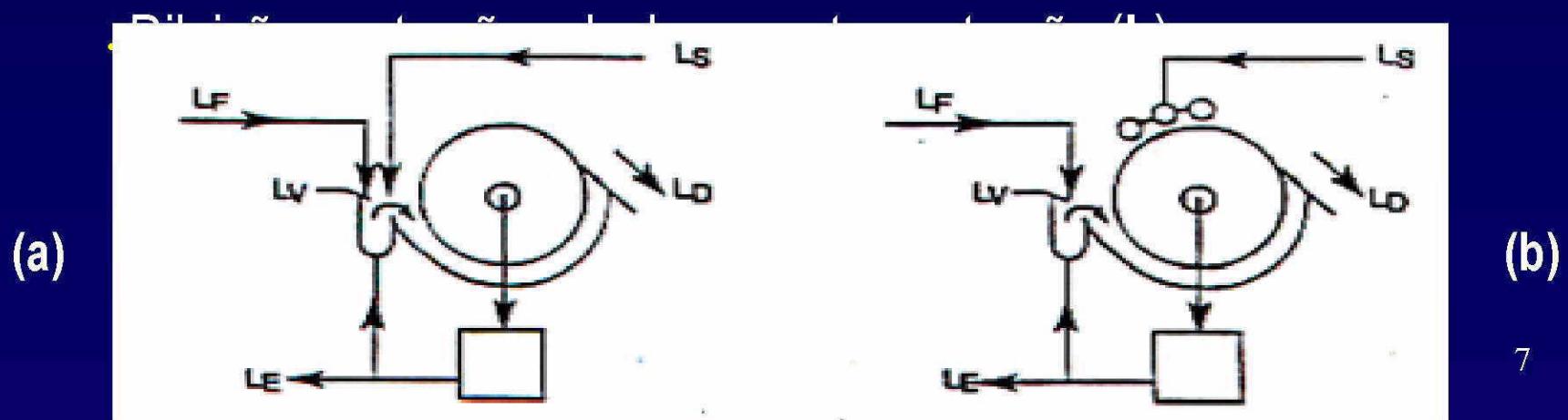
- Mecanismos de lavagem

- Micromecanismos

- difusão (Difusão de cations como Na^+ e Ca^{++} maior que difusão de lignina e carboidratos)
- compressão e
- inchamento

- Macromecanismos

- Diluição - extração (a) (p. ex., MÁQUINA DE LAVAR ROUPA)



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Tipos de lavadores

- Filtro cilíndrico rotativo à vácuo (c/perna barométrica)
- Filtros cilíndricos rotativos pressurizados
 - CB-Washer
 - DD-Washer
- Filtro de mesa plana ou Fourdrinier
- Prensas de rolo duplo e filtro prensa
- Difusores atmosféricos e pressurizados
- Lavador interno em digestor contínuo (Hi-heat)

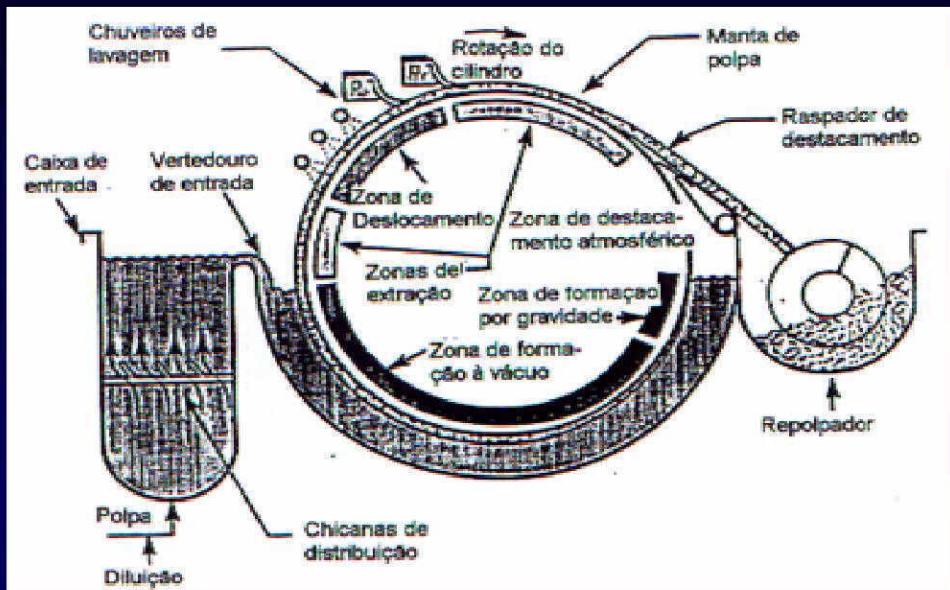
Equipamentos acessórios

Tanques de filtrado / Quebradores de espuma /Chuveiros, Bombas

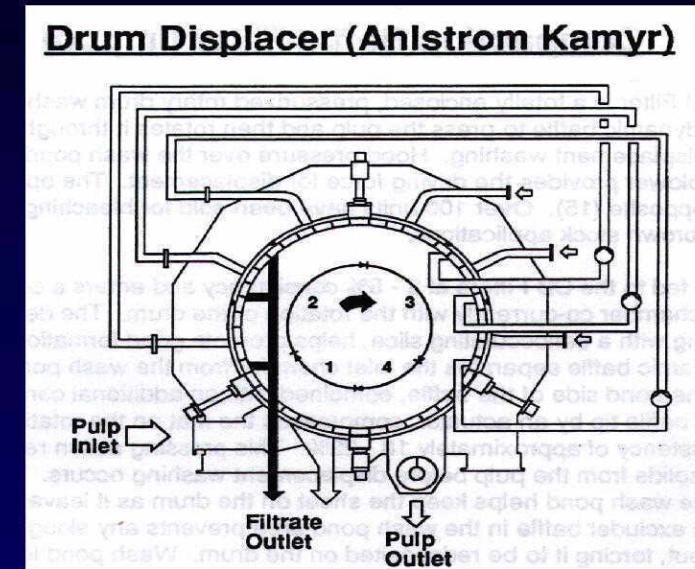
PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Filtros Cilíndricos Rotativos

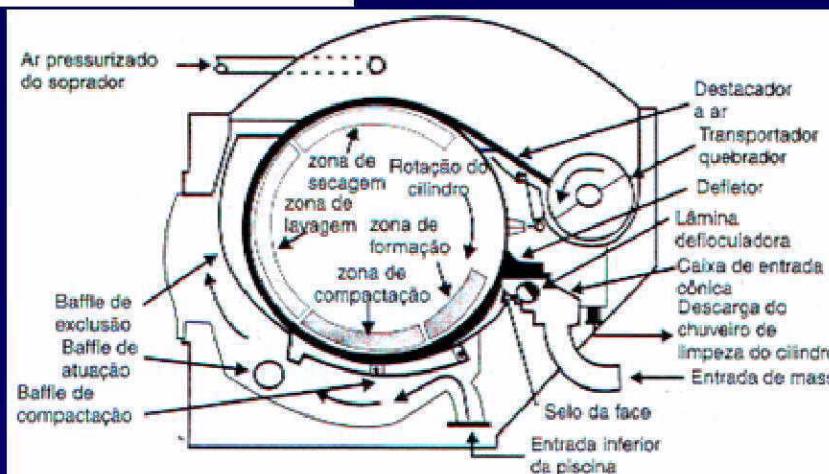
Filtro à vácuo (IMPCO)



DD Washer (Andritz)

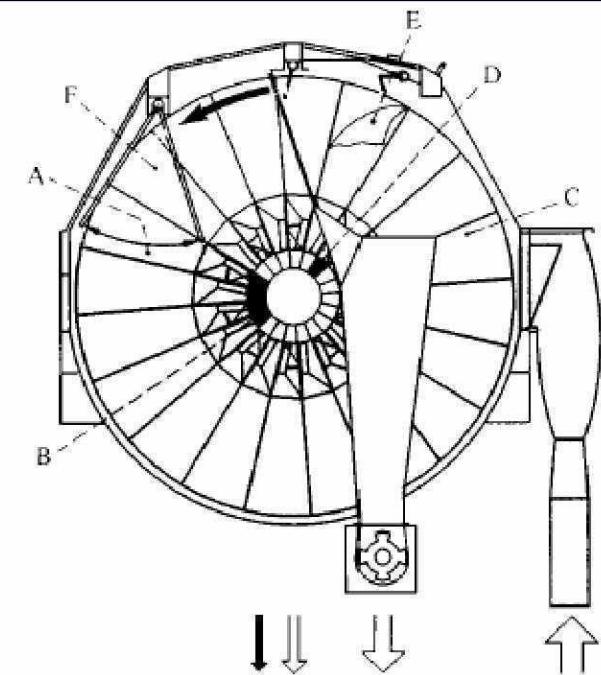
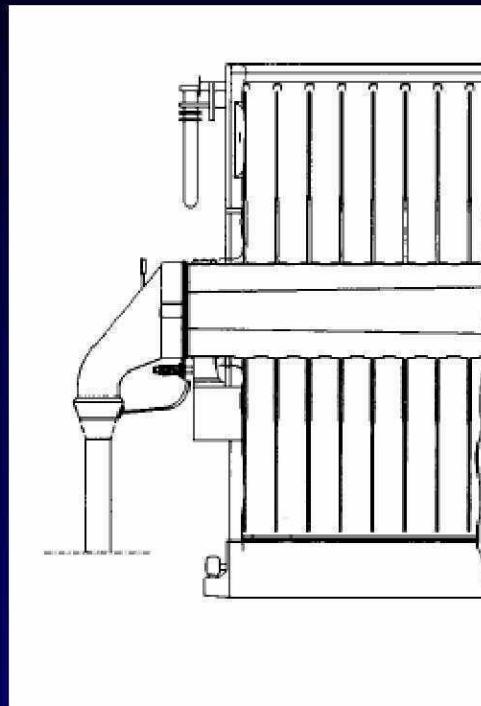
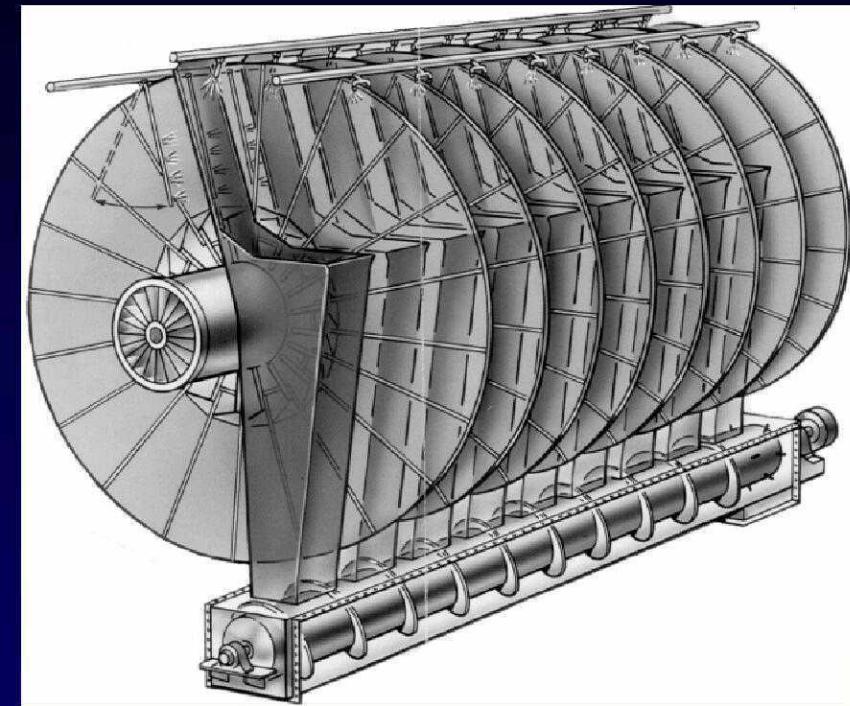


CB Filter (GL&V)



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

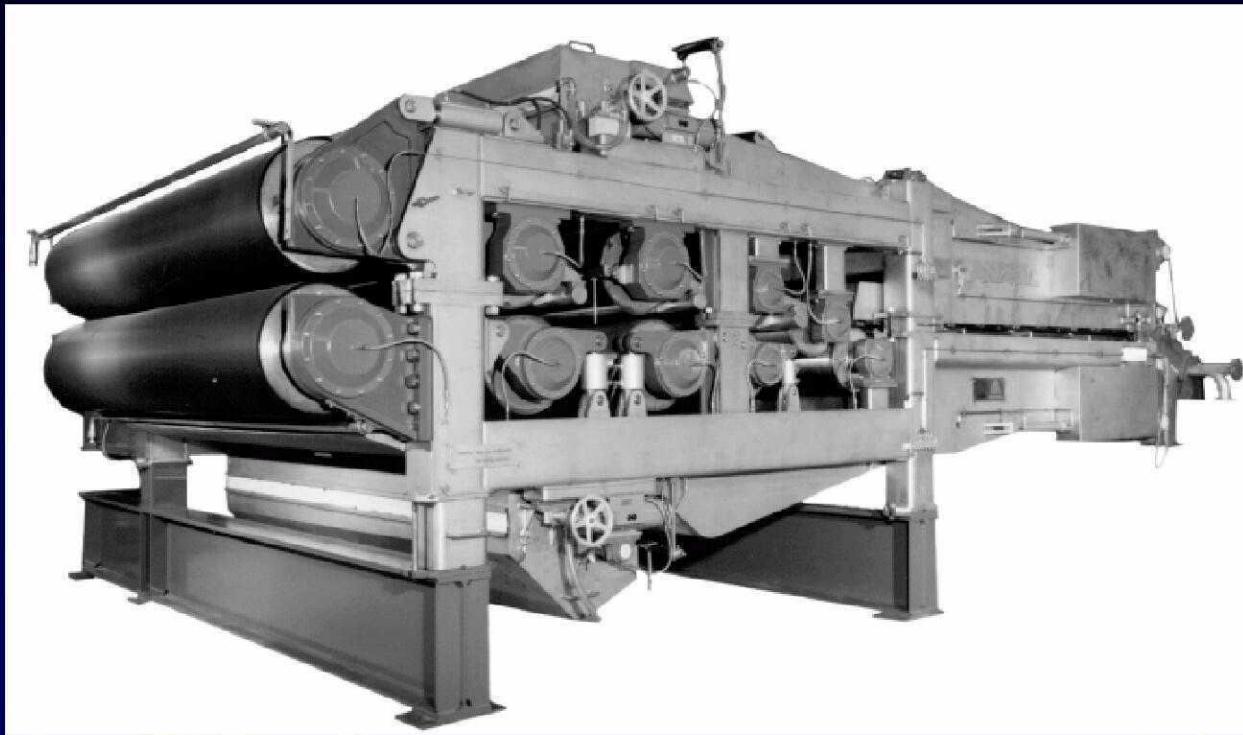
Filtro de disco



- Polpas PAR são engrossadas inicialmente com filtros de disco até 4-5% de consistência.
- O teor de sólidos no filtrado claro é de 50 – 100 mg por litro.
- O filtro pode ter mais de um tubo coletor de filtrado para segregar e recircular filtrados com teor mais alto de finos.
- Em seguida a polpa é desaguada até max. 50% em filtros e prensas ¹⁰

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Prensa de Tela Dupla



- Polpas PAR podem ser engrossadas em prensa de tela dupla até 20 – 25% de consistência.
- Equipamento usado em planta de branqueamento PAR com estágio de Peróxido e Ditionito em alta consistência.
- Em seguida a polpa é desaguada até max. 50% em prensas para produção de PAR e pallets para estocagem ou transporte

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Variáveis operacionais da lavagem de polpa

- Quanto as características da polpa
 - Processo de polpação
 - Espécie de madeira
 - Drenabilidade da polpa (Freeness em °SR e CSF, ml)
- Quanto a qualidade da água de lavagem
 - Temperatura
 - pH
 - Distribuição
 - Modo de aplicação
 - Teor de sólidos

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Variáveis operacionais da lavagem de polpa

- Formação da manta
 - Vazão de alimentação
 - Consistência de alimentação
 - Velocidade de rotação
 - Consistência da bacia (tina)
 - Distribuição da massa sobre o filtro
 - Espessura da manta
 - Carga Específica ($t_{sa}/m^2 \times dia$)

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Variáveis operacionais da lavagem de polpa

- Outras variáveis importantes:
 - Fator de diluição
 - Ar presente na massa
 - Malha da tela
 - Incrustação na tela
 - Tipo de equipamento
 - Número de equipamentos
 - Tempo de retenção entre estágios de lavagem

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Balanço Gerais em uma planta de lavagem de polpa marrom

- Cálculo da carga de sólidos para a lavagem (kgSD / tpolpa)

Consistência = 10%

Cálculo

$$= (100 - 10)/10 = 9 \text{ kg licor/kg polpa}$$

Teor de sólidos = 0,5 % SD (sólidos dissolvidos)

Calculo

$$= (9\text{kg licor/kg polpa}) \times (0,5 \text{ kg SD}/100\text{kg licor}) =$$

$$= 0,45 \text{ kg SD/kg polpa}$$

$$= 45\text{kg SD/t polpa}$$

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Balanços (cont.)

- Cálculo da perda de sólidos na planta de lavagem de polpa

Consistência = 12,5 %

Cálculo

$$= (100 - 12,5)/12,5 = 7,0 \text{ kg licor/kg polpa}$$

Teor de sólidos = 0,001 % SD (sólidos dissolvidos)

Calculo

$$= (7\text{kg licor/kg polpa}) \times (0,001 \text{ kg SD}/100\text{kg licor}) =$$

$$= \underline{\underline{0,007\text{kg SD/kg polpa}}}$$

$$= \underline{\underline{7\text{ kg SD/t polpa}}}$$

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Balanços (cont.)

• Cálculo da eficiência da planta de lavagem

Perda de sólidos	=	0,45kg SD/ kg polpa
Carga de sólidos	=	0,007 kg SD / kg polpa
Eficiência	=	$(0,45 - 0,007)/0,45) \times 100$
<u>Eficiência (E)</u>	=	<u>98,00%</u>

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Balanços (cont.)

• Calculo do Fator de Diluição

Licor adicionado no sistema de lavagem pelos chuveiros

$L_s = 9,5 \text{ kg licor/kg polpa}$

Cálculo do licor que acompanha a polpa na saída (L_n)

$$L_n = (100 - 12,5)/12,5$$

$$= 7,0 \text{ kg licor/kg polpa}$$

Fator de Diluição

$$FD = (L_s - L_n) / P = (9,5 - 7,0) / 1$$

$FD = 2,50 \text{ kg licor/kg polpa seca absoluta (ou t licor/tas)}$

$FD = 2,25 \text{ kg licor/kg polpa seca ao ar (ou t licor / tsa)}$

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Balanços (cont.)

Carga de sólidos	= 0,45 kg SD/kg polpa
Perda de SD	= 0,007 kg SD/kg polpa
- Sólidos para a evaporação	= 0,443 kg SD/kg polpa
Licor alimentado com polpa	= 9,00 kg SD/kg polpa (+)
Licor de lavagem no chuveiro	= 9,50 kg licor/kg polpa (+)
• <u>Cálculo da carga de sólidos para a evaporação</u>	
Licor descarregado com a polpa	= 7,00 kg licor/kg polpa (-)
- Licor para a evaporação	= 11,50 kg licor/kg polpa

Carga de sólidos para evaporação

$$\text{ou tratamento de efluente} = (0,443/11,50) \times 100 \\ = \underline{\underline{3,82 \% SD}}$$

BRANQUEAMENTO NA FABRICAÇÃO DE PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

*Professor: Alfredo Mokfienski
Consultor Independente*

Arapoti, PR, agosto 2006

Realização
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Branqueamento de PAR

CONTEÚDO

- Objetivos
- Processos
- Equipamentos
- Impactos Ambientais
- Controles

Branqueamento de PAR

Objetivos do Branqueamento da PAR

- Alvejar e limpar a polpa através da remoção de substâncias que absorvem luz (para fabricação de papeis brancos):
 - . Com mínimo degradação química e mecânica da fibra
 - . Com mínima formação de grupos carbonila (< Reversão de alvura)
 - . Com mínima perda de rendimento
 - . Com mínimo impacto ao meio ambiente
 - . Com menor custo variável de produção

Branqueamento de PAR

Branqueamento (alvejamento da PAR)

- **Objetivo**
 - Melhorar contrates na impressão do papel resultante da PAR
 - Para o cliente – polpa mais branca = mais limpa
- **Dois mecanismos de branqueamento de polpas**
 - Deslignificação – redução no teor de lignina residual (número kappa)
 - Branqueamento – alteração dos Grupos Cromóforos
- **Branqueamento de pasta PAR**
 - Apenas alteração dos Grupos Cromóforos (de coloridos para incolores)

Branqueamento de PAR

Nomenclatura Química

Alvejamento ou branqueamento de PAR é um processo de múltiplos estágios usando dois tipos de agentes químicos.

- Oxidantes – degradam e descolorem a lignina residual
 - Exemplos: Oxigênio, Cloro, Dióxido de Cloro, Hipoclorito de Sódio, Peróxido de Hidrogênio, Ozono
- Álcali – degradam e dissolvem lignina (e algum de carboidrato)
 - Exemplo: Hidróxido de Sódio

Branqueamento de PAR

Tipos de Branqueamento – aspectos químicos

- **Branqueamento por Remoção de Grupos Cromóforos** presentes em polpas químicas . Exemplos: Convencional Standard – (C-E-D-E-D), ECF (livre de cloro gás – D-E-D-E-D) e TCF (livre do compostos a base de cloro – OZEP)
- **Branqueamento por alteração dos Grupos Cromóforos** normalmente presentes em polpas semi-química e pasta-mecânica.

Branqueamento de PAR

Da madeira a polpa branqueada



Madeira



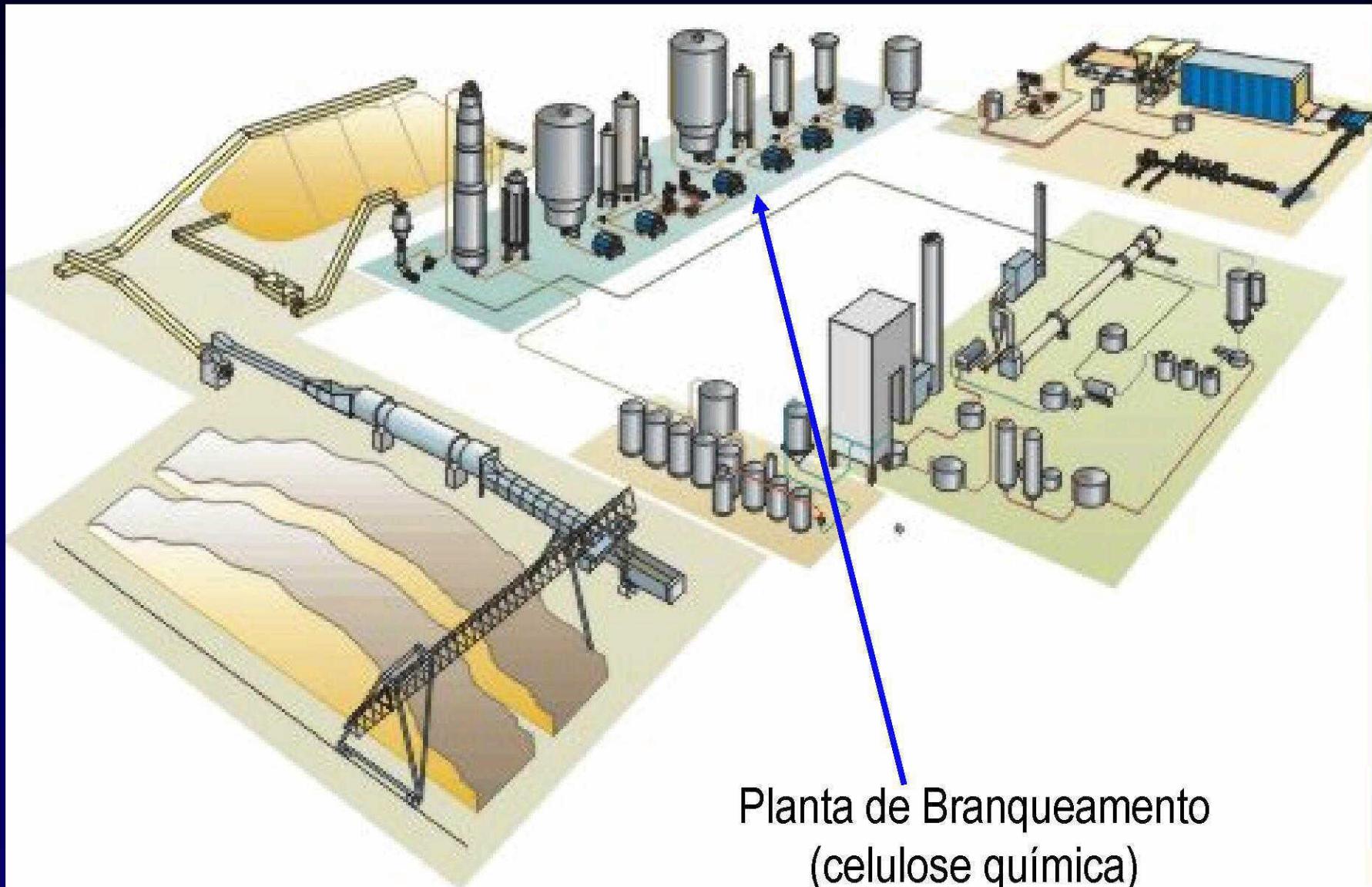
Polpa



Polpa branqueada

Branqueamento de PAR

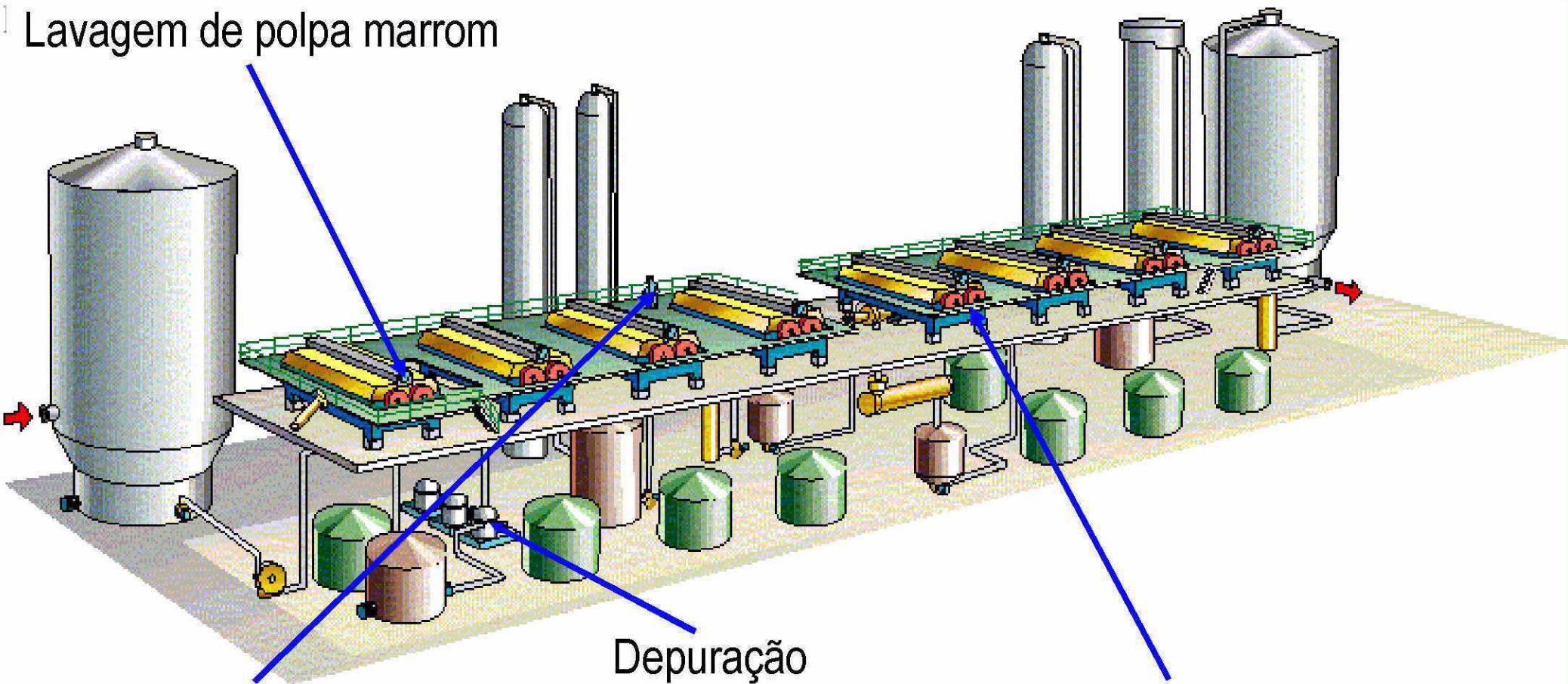
Branqueamento inserido na Fábrica de Celulose



Branqueamento de PAR

Branqueamento inserido na Fábrica de Celulose

Lavagem de polpa marrom



Branqueamento com Oxigênio
(Deslignificação com Oxigênio)

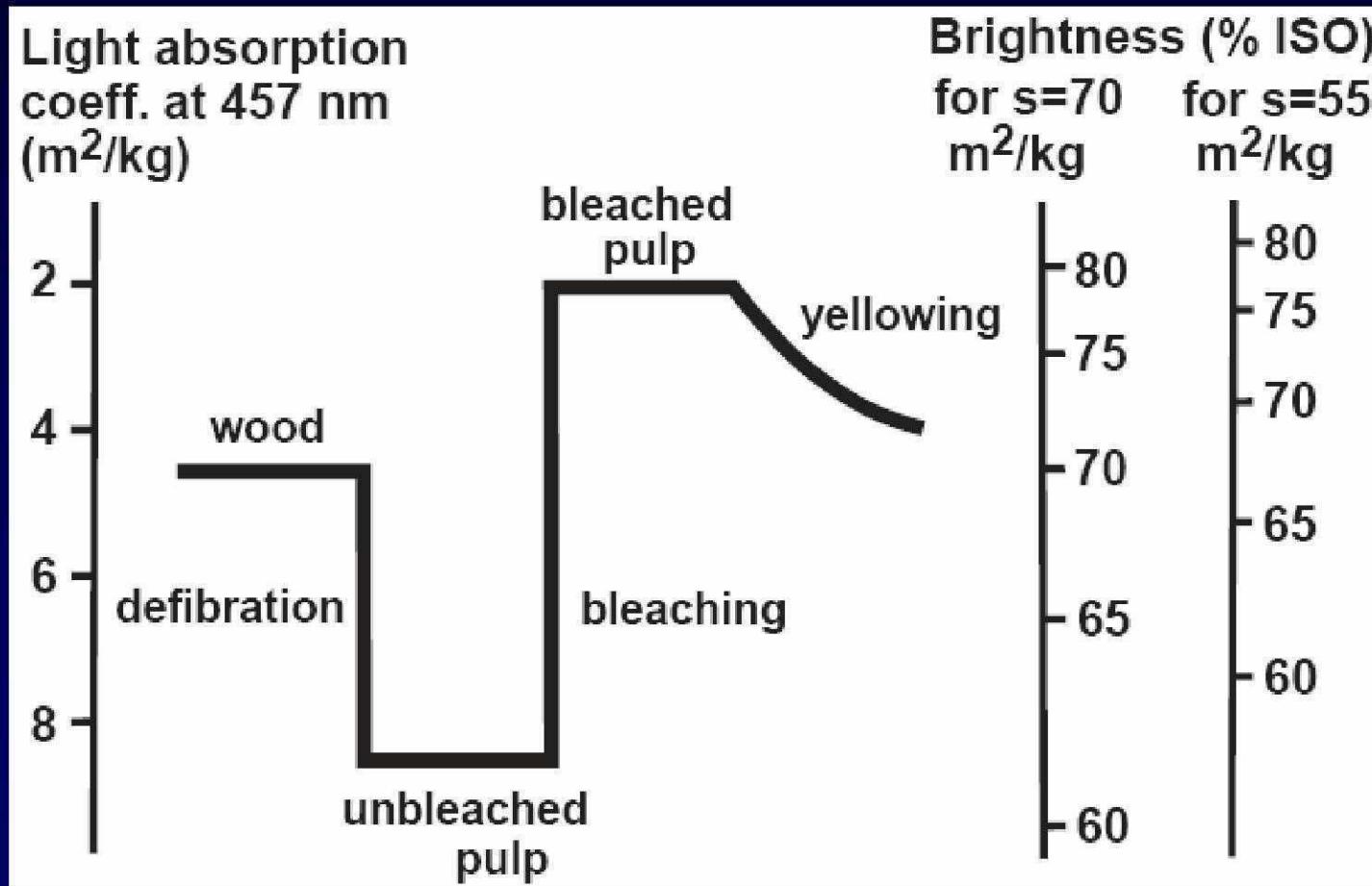
Branqueamento

Branqueamento de PAR

- Branqueamento é um processo químico aplicado ao material celulósico (da polpa marrom ou pasta mecânica) para aumentar a sua alvura
- A alvura da polpa é determinada pela relação de habilidades da polpa de absorver e espalhar a luz incidente sobre uma folha de papel feita com essa polpa. A medição dos coeficientes de absorção(k) e espalhamento (s) da luz é feita conforme norma técnica e a 457nm de comprimento de onda (Norma TAPPI T 452).
- Celulose e hemicelulose são materiais originalmente brancos que não contribuem na cor da polpa
- Lignina, extractivos (pitch), feixes de fibras (shives), sujeiras contribuem na cor da polpa (Grupos Cromóforos)

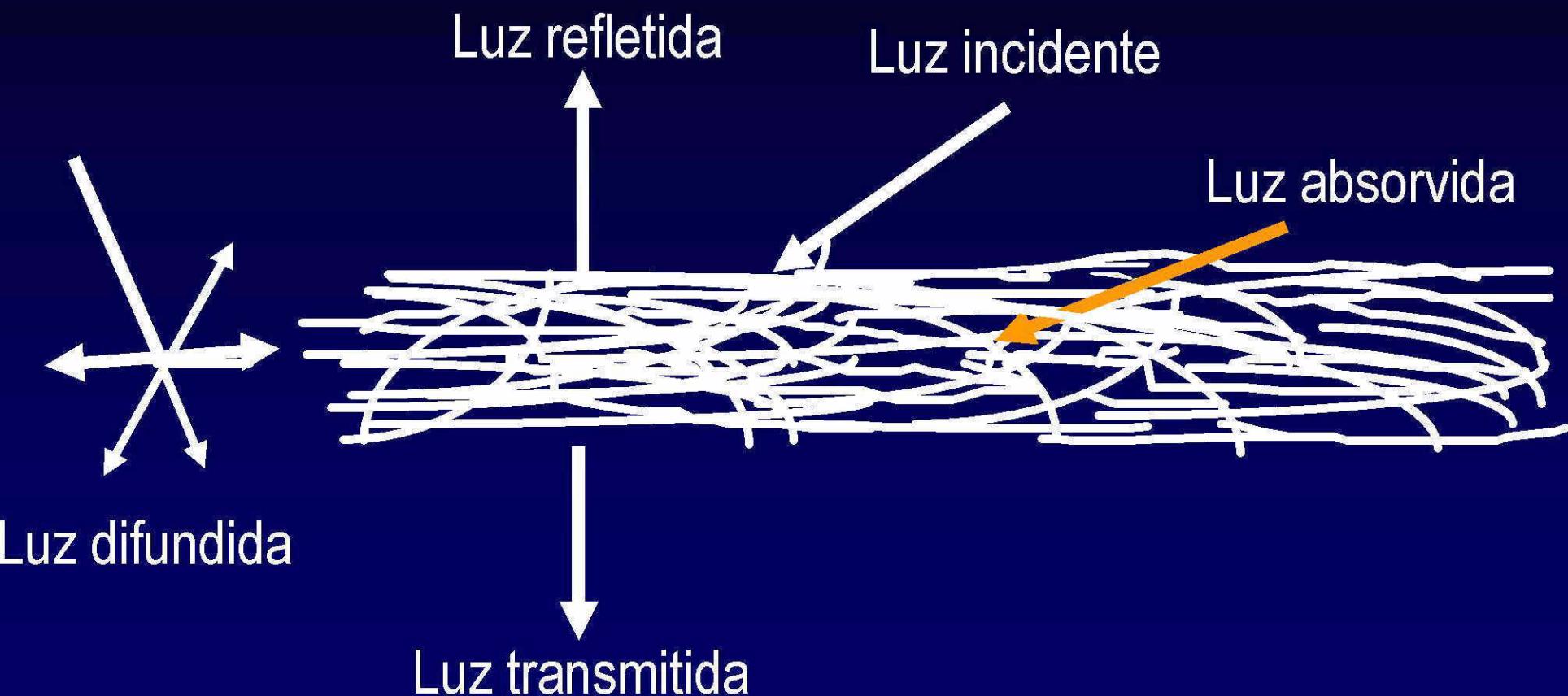
Branqueamento de PAR

- A alvura de polpas PAR estão próximas daquelas da madeira de origem (48 a 70 °ISO). No entanto, durante o processo de produção da PAR há ganhos e perdas de Alvura.



Branqueamento de PAR

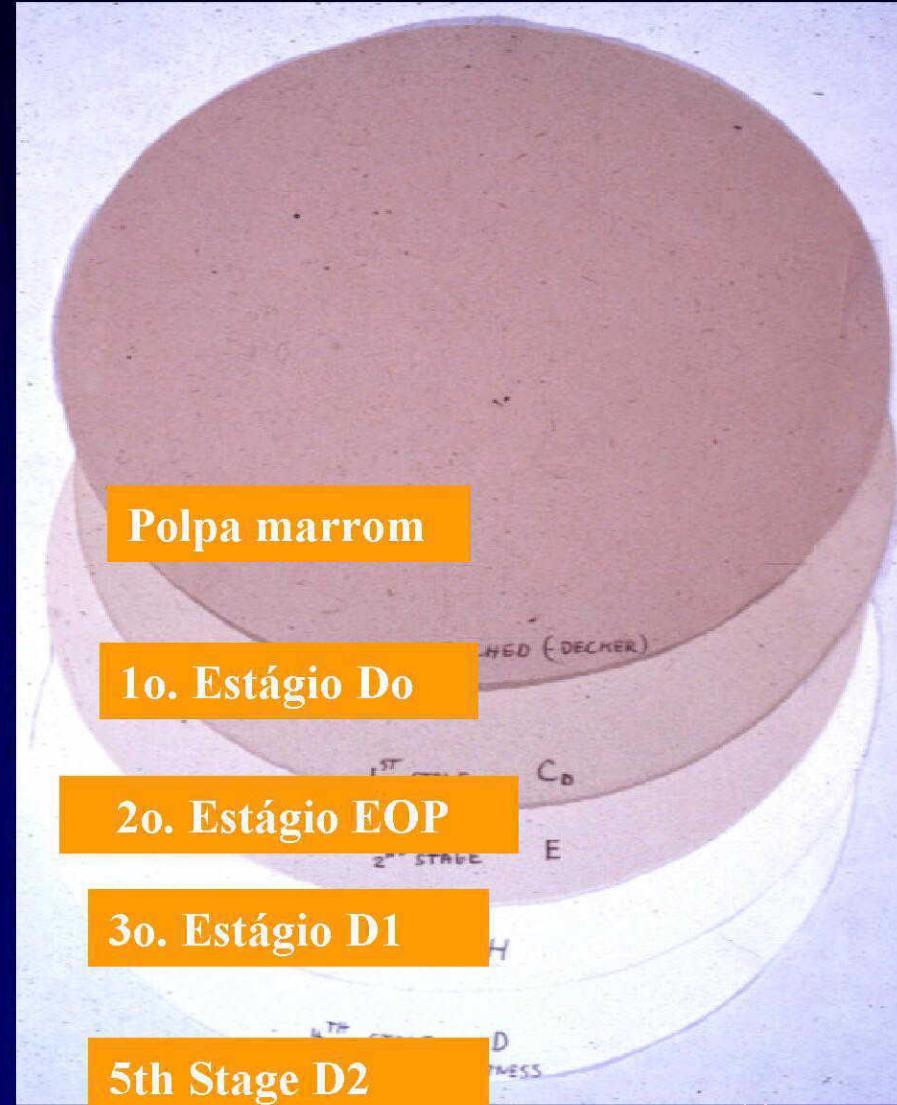
Feixe de luz incidente na folha de papel



Branqueamento de PAR

Exemplo de um perfil típico de Desenvolvimento de de Alvura ao longo de uma sequência típica de branqueamento Do-EOP-D1-D aplicada em polpas químicas kraft.

Sequência = conjunto de estágios ou sub-processo em sequência, cada um composto de misturador de químicos, aquecedor direto com vapor, torre de branqueamento, tanque de descarga, lavador de polpa, tubulações, bombas e tanque de filtrado e controles diversos..



Branqueamento de PAR

Alvuras típicas de alguns papeis

Tipo de Papel	Alvura, %ISO
Comunicação	80-90
Jornal	60-70
Saco de supermercado	20-30

Branqueamento de PAR

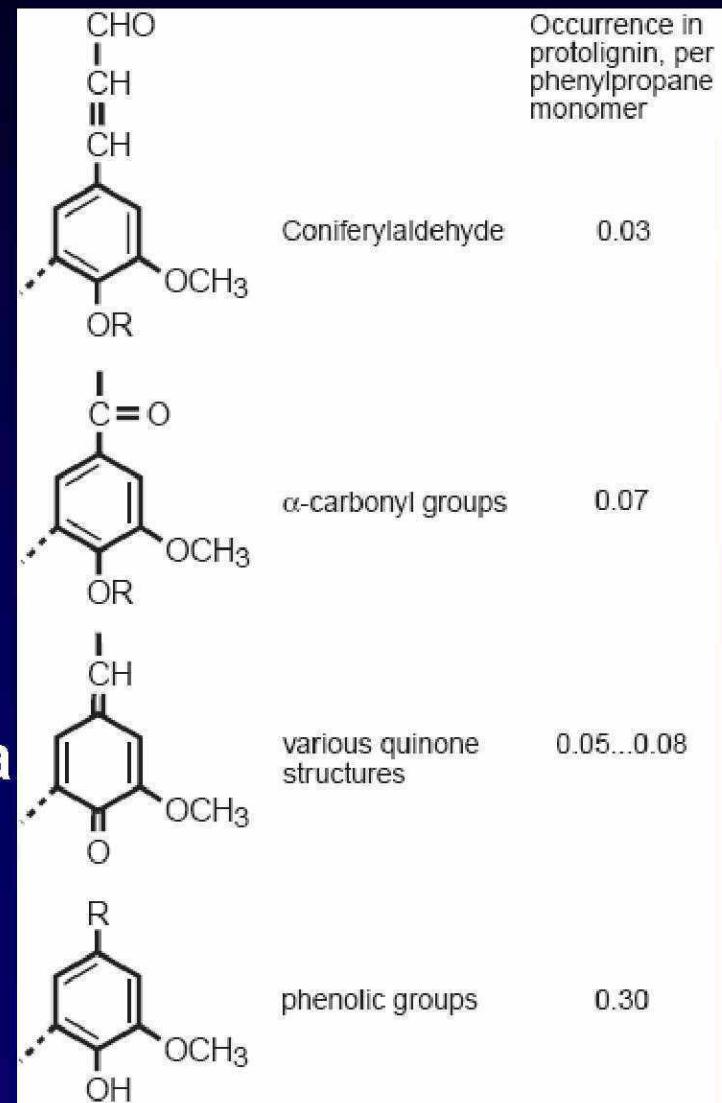
Atributos de Qualidade da Polpa Branqueada

- Qualidades óticas
 - Alvura elevada
 - Estabilidade de alvura
 - Limpeza
 - Opacidade
- Qualidade Física
 - Resistência (à tração e ao rasgo)
- Qualidade Química
 - Viscosidade compatível
- Qualidade Ambiental
 - Produto reciclável

Branqueamento de PAR

Branqueamento de Pastas Mecânicas

- Desejado frequentemente para deixar as polpas mais brancas.
- Não se remove lignina para manter alto rendimento.
- São usados agentes químicos alvejantes, p. ex., Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) e Ditionito de sódio).
- A figura mostra os vários grupos na lignina que contribuem para lhe dar cor ou que reagem e dão-lhe cor (grupos cromóforos) que devem ser modificados ou eliminados no processo de alvejamento.



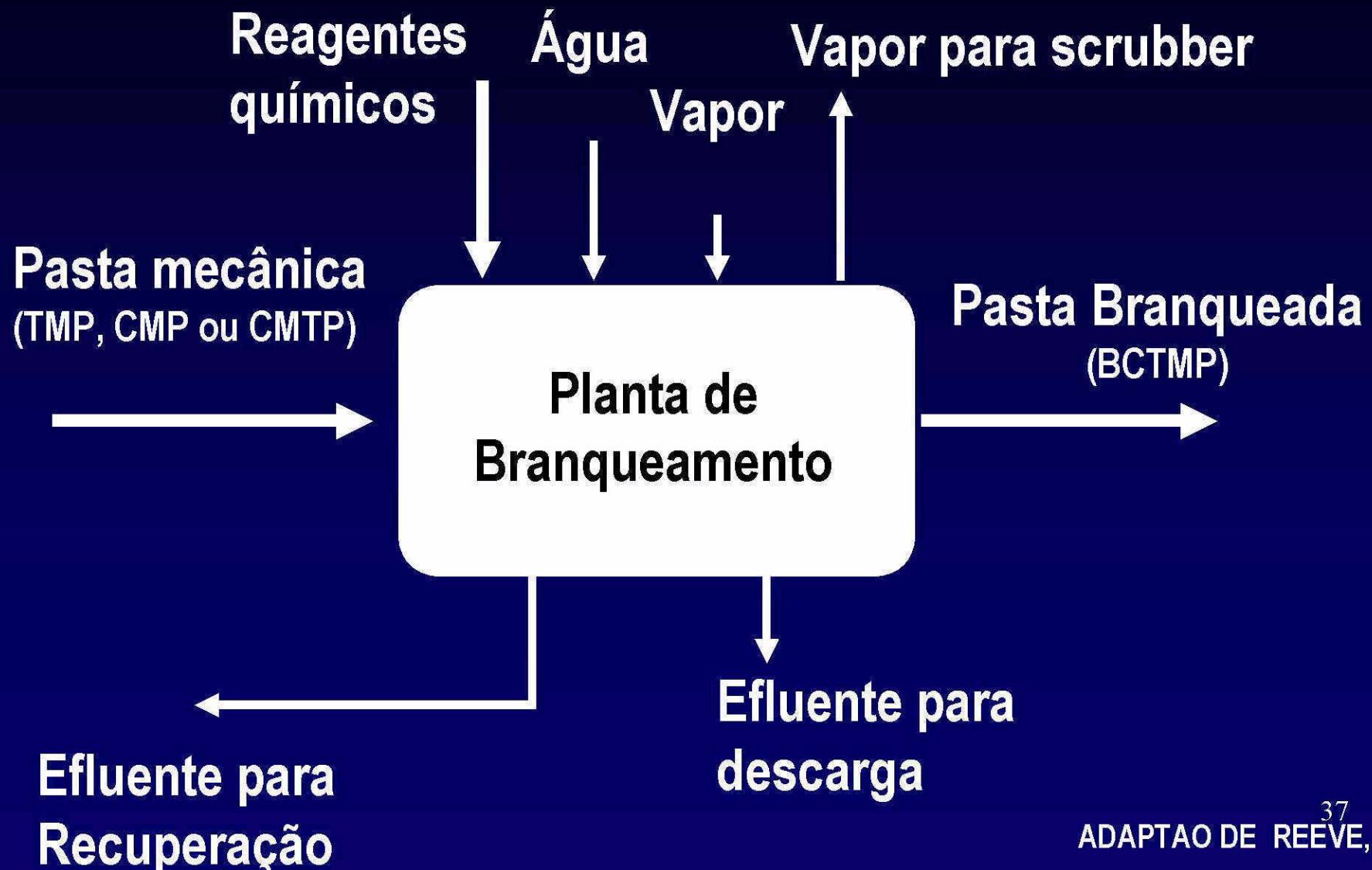
Branqueamento de PAR

Princípios de branqueamento de PAR

- Pode ter mais de um objetivo:
 - aumentar alvura,
 - reduzir teor de extractivos,
 - aumentar a resistência da polpa e a capacidade de ligação.
- Pela eliminação de grupos cromóforos é possível reduzir absorção de luz.
- Os agentes químicos usados não conseguem eliminar os grupos coloridos. Logo as alvuras das PAR são menores que aquelas da polpas químicas.
- A alvura máxima da PAR é determinado pelo seu uso final, isto é, tipo de papel.
- Agentes principais de branqueamento de PAR
 - Hidróxido de Sódio (NaOH)
 - Quelantes (Silicato de Sódio, EDTA, DPA)
 - Hidrosulfito de Sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) ou Hidrosulfito de Zinco (ZnS_2O_4) - Ditionitos
 - Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) ou
 - ambos - Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) e Ditionito

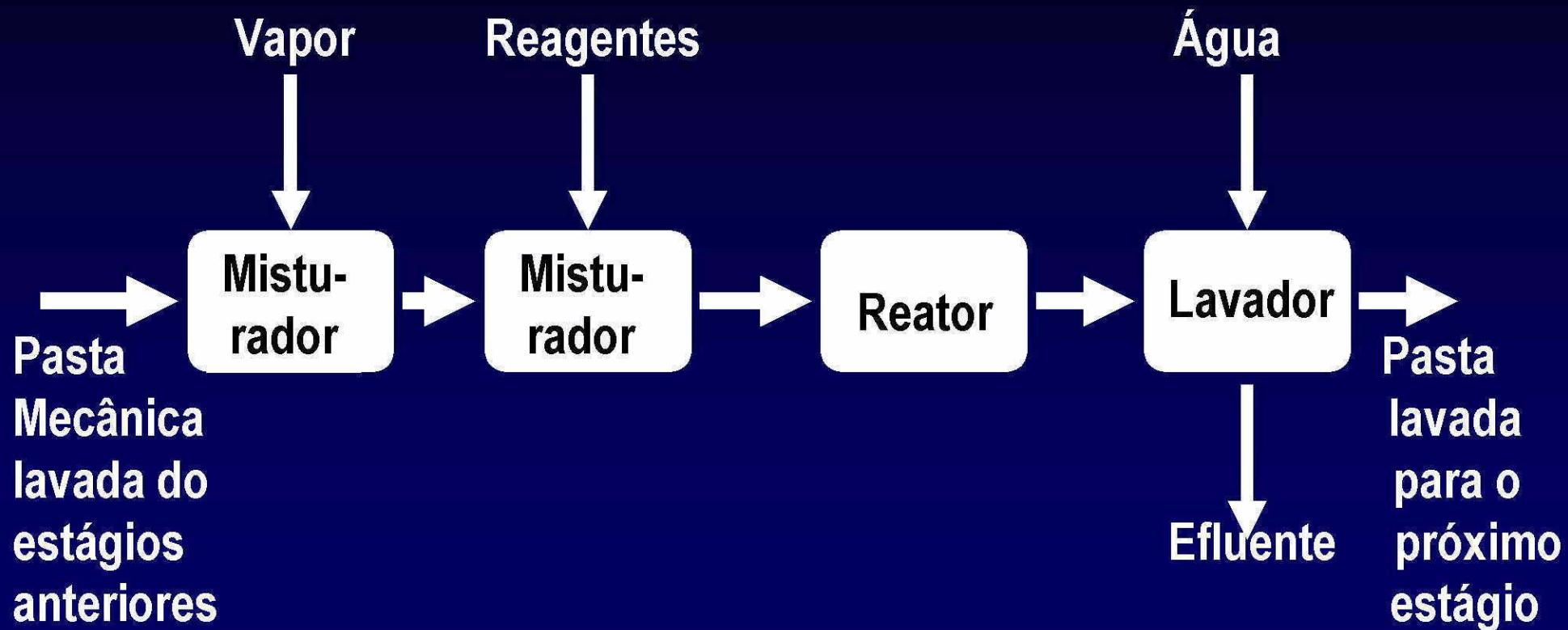
Branqueamento de PAR

Cargas e descargas do Branqueamento



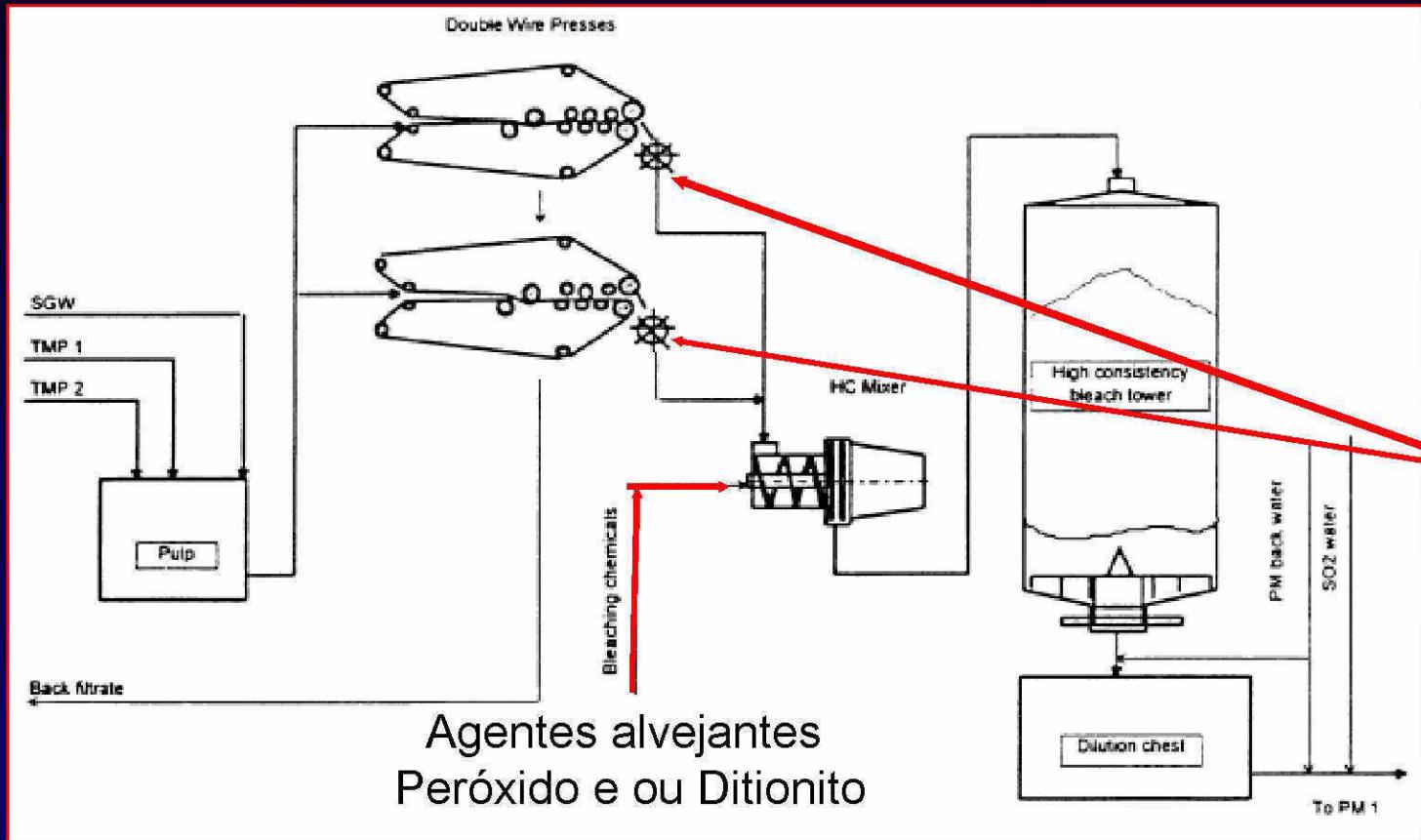
Branqueamento de PAR

Esquema Geral de um Estágio de Branqueamento



Branqueamento de PAR

Fluxograma típico de branqueamento PAR

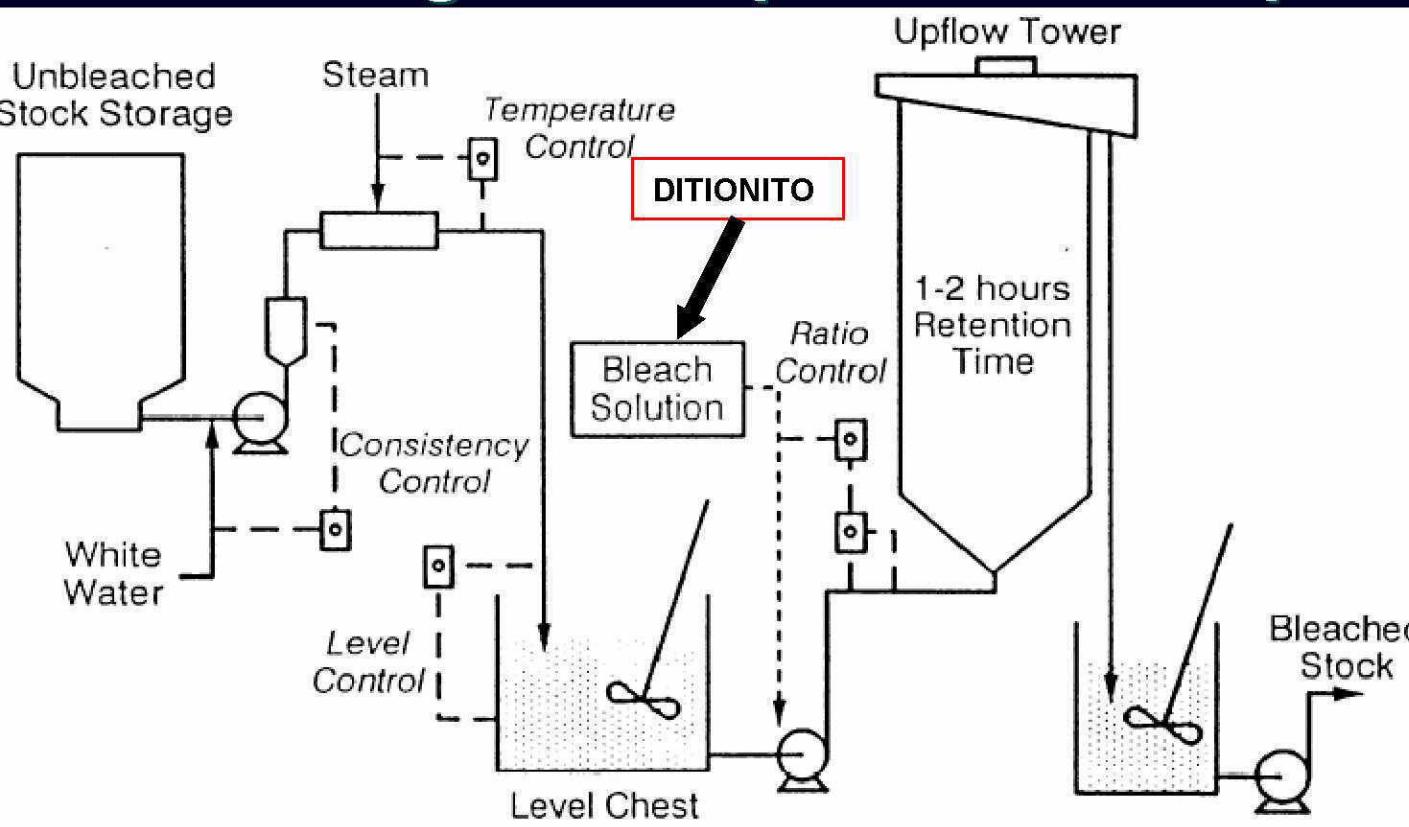


- Acerto de pH com NaOH e ou
- Quelação com Silicato, MgSO₄, EDTA ou DTPA.

Branqueamento em alta consistência com Peróxido de Hidrogênio
Nota: Silicato de Sódio ou quelante (EDTA ou DTPA) usado como Estabilizador do peróxido

Branqueamento de PAR

Fluxogramas típicos de branqueamento PAR



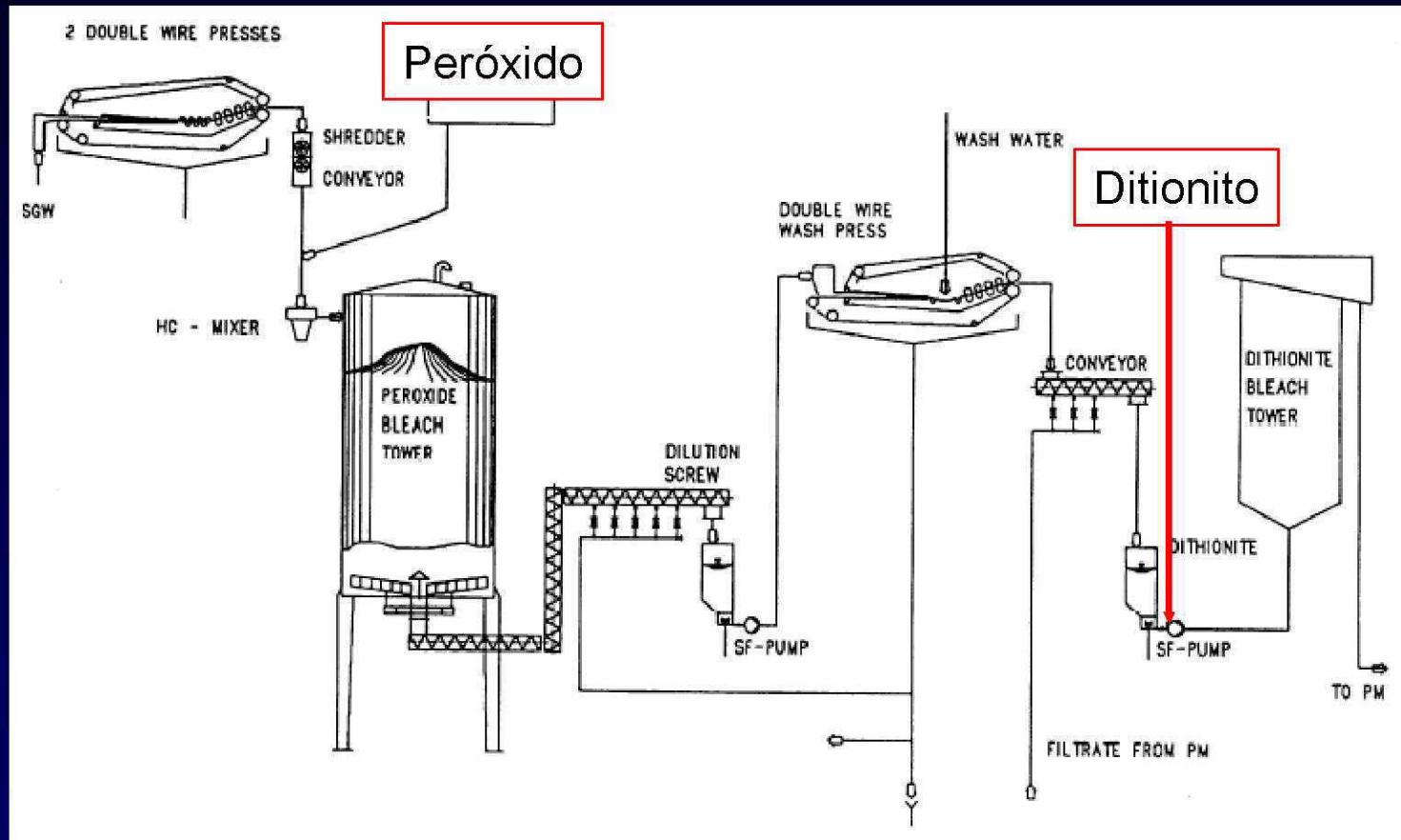
Condições

- Carga – 0,5 a 1,0%
- pH – 6,0 a 6,5
- Consistência - 3-5; 8-12%
- Temperatura – 50 - 70°C
- Retenção – 30 – 60 min

Branqueamento em alta consistência com Ditionito ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)

Branqueamento de PAR

Fluxogramas típicos de branqueamento PAR



Branqueamento em alta consistência com Ditionito e Peróxido de Hidrogênio

Branqueamento de Celulose - Processo

Pontos relevantes do Branqueamento

- Água
- Reagentes de branqueamento
- Reações de branqueamento
- Comparação entre reagentes
- Condições de processo

Branqueamento de PAR

Equipamentos da Planta de Branqueamento

- Torres
- Bombas
- Lavadores
- Misturadores
- Tubulações
- Instrumentação
- Controles
- Canaletas para efluentes

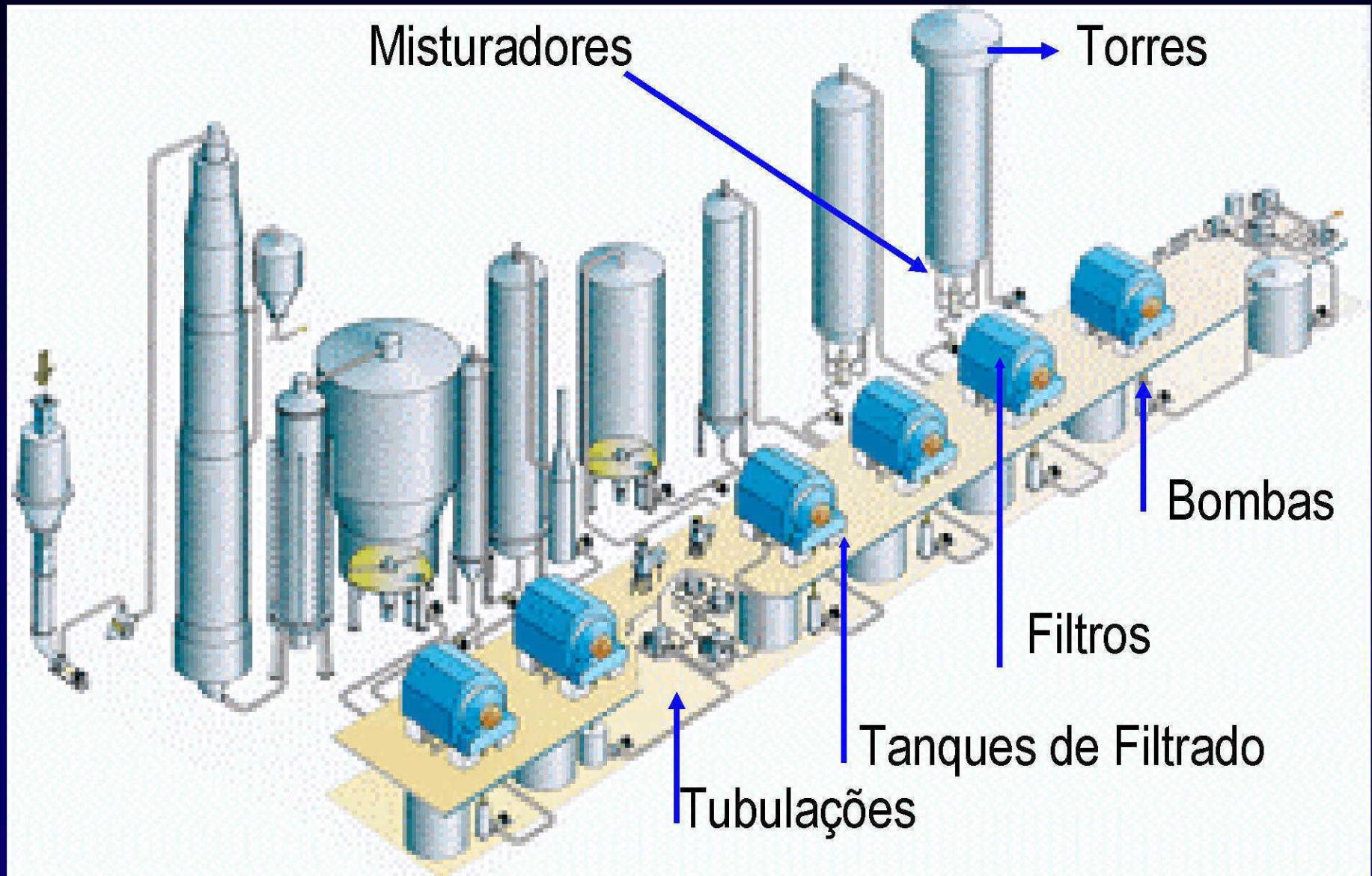
Branqueamento de PAR

Condições de Processo

- Reagentes aplicados/consumidos
- Tempo de retenção da pasta no estágio
- Temperatura
- Químicos residuais(oxidante ou não)
- Consistência
- pH
- Limites do estágio

Branqueamento de PAR

Branqueamento inserido na Fábrica



Branqueamento de PAR

Sequência Típicas de Branqueamento

- **Pré-Branqueamento com Oxigênio**
- **Polpa Kraft**
 - (CD)(EO)DED: comum até 1995
 - D(EOP)DED : exigido pelas novas regulamentações (ambientais)
 - OD(EOP)D: exigido pelas novas regulamentações
- **Pasta Mecânica**
 - P (Peróxido de Hidrogênio)
 - PY (Y = Hidrosulfito de Sódio)

Branqueamento de PAR

Branqueamento Impacto Mínimo ao Meio-Ambiente

- Efluentes devem ser tratados e descartados pois tem potencial de afetar a vida aquática e, indiretamente o ser humano
- Adoção de sequências que usam somente agentes químicos alvejantes oxigenados - oxigênio, ozônio, peróxido de hidrogênio.
- Fábrica de circuito fechado – baixo consumo de água fresca, baixa descarga de efluente

Branqueamento de PAR

Analises de rotina

- Análises padrão (Alvura, testes físicos, etc.)
- Consumo específico de químicos (kg/tsa)
- TOC, COD, BOD, íons metálicos no efluente
- Drenabilidade

FABRICAÇÃO DE PAPEL

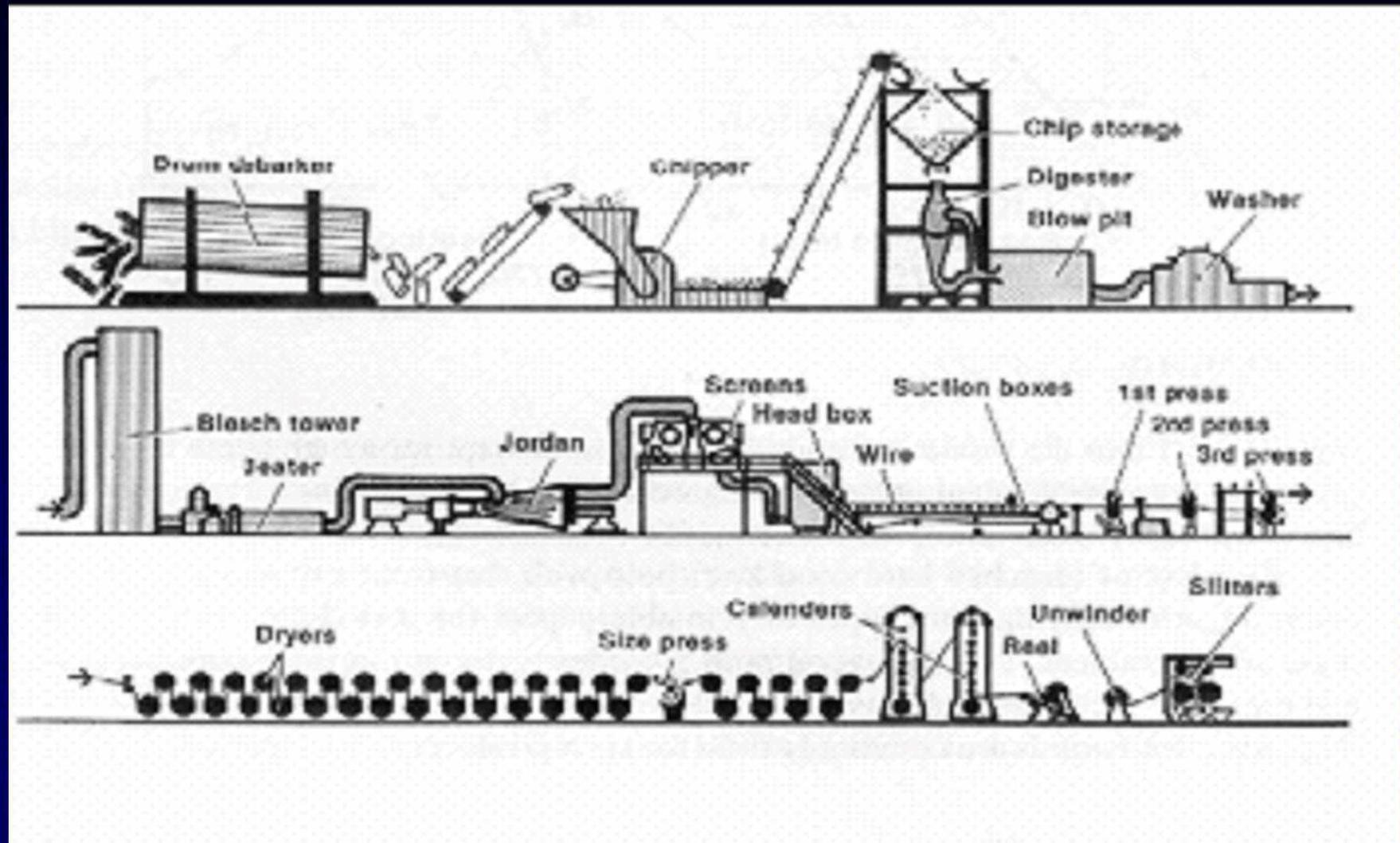
*Professor: Alfredo Mokfienski
Consultor Independente*

Arapoti, PR, Agosto 2006

Realização
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

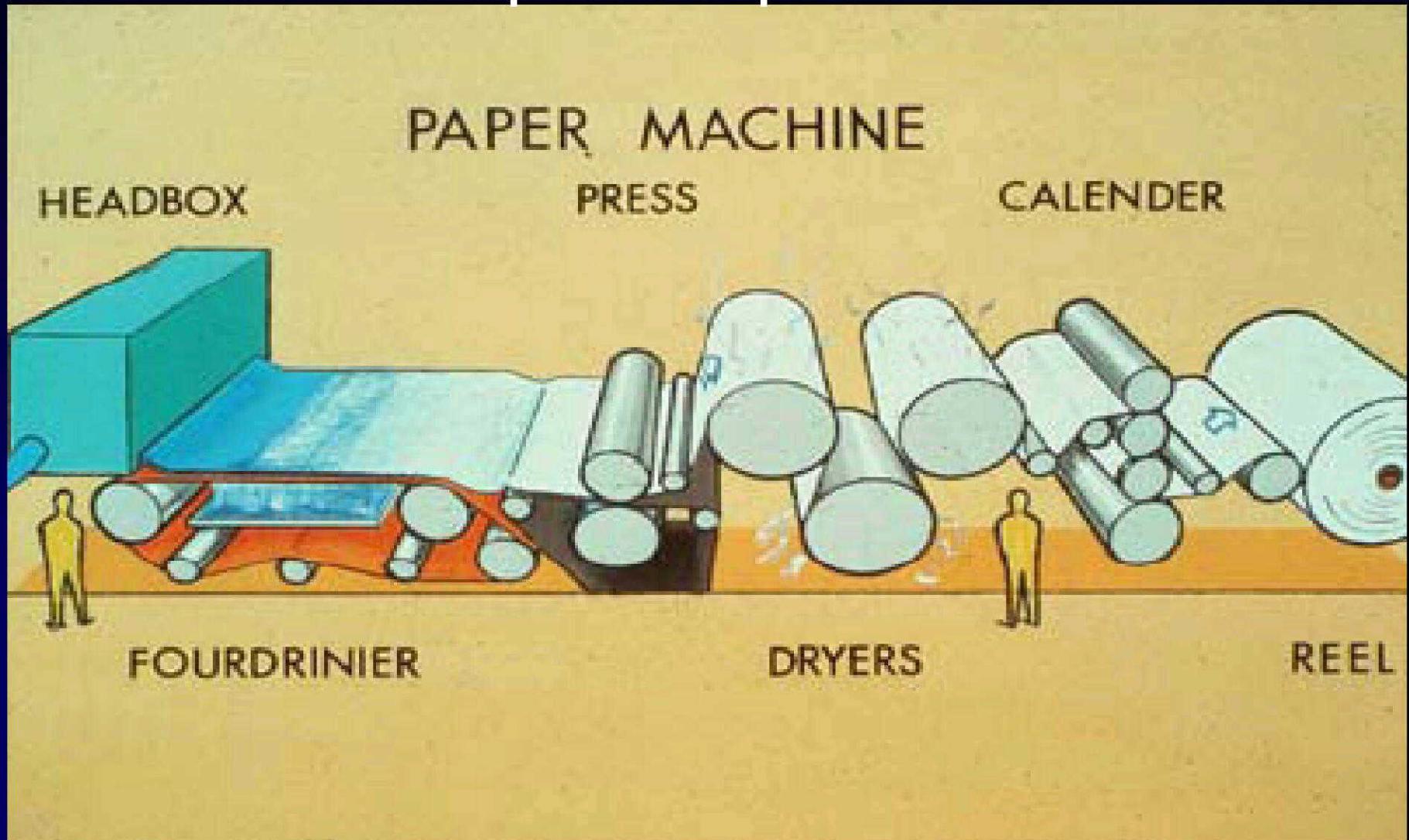
PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Fábrica integrada de polpa (PAR) e papel



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Máquina de Papel



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Tecnologia de Fabricação de papel (a partir de PAR - Polpas de Alto Rendimento)

- **Polpação**
 - Fibras liberadas uma das outras da matriz lenhosa
- **Fabricação de Papel**
 - Fibras ligando-se uma as outras.

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Caixa de Entrada da Máquina - Formação da folha

Introdução.

- Funções principais são:
 - Formação de um jato de massa com toda a largura da mesa de fabricação
 - Dispersão uniforme de fibras e aditivos - Perfil transversal de gramatura
 - Regular a velocidade do jato em função da Velocidade de formação.

Estas três funções são levadas adiante por três seções diferentes da caixa de entrada:

- Manifold ou distribuidor
- Elementos dispersores
- Lábios

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Mesa Plana da Máquina – Formação da Folha



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Mesa Plana da Máquina – Formação da Folha Objetivo da Mesa Plana

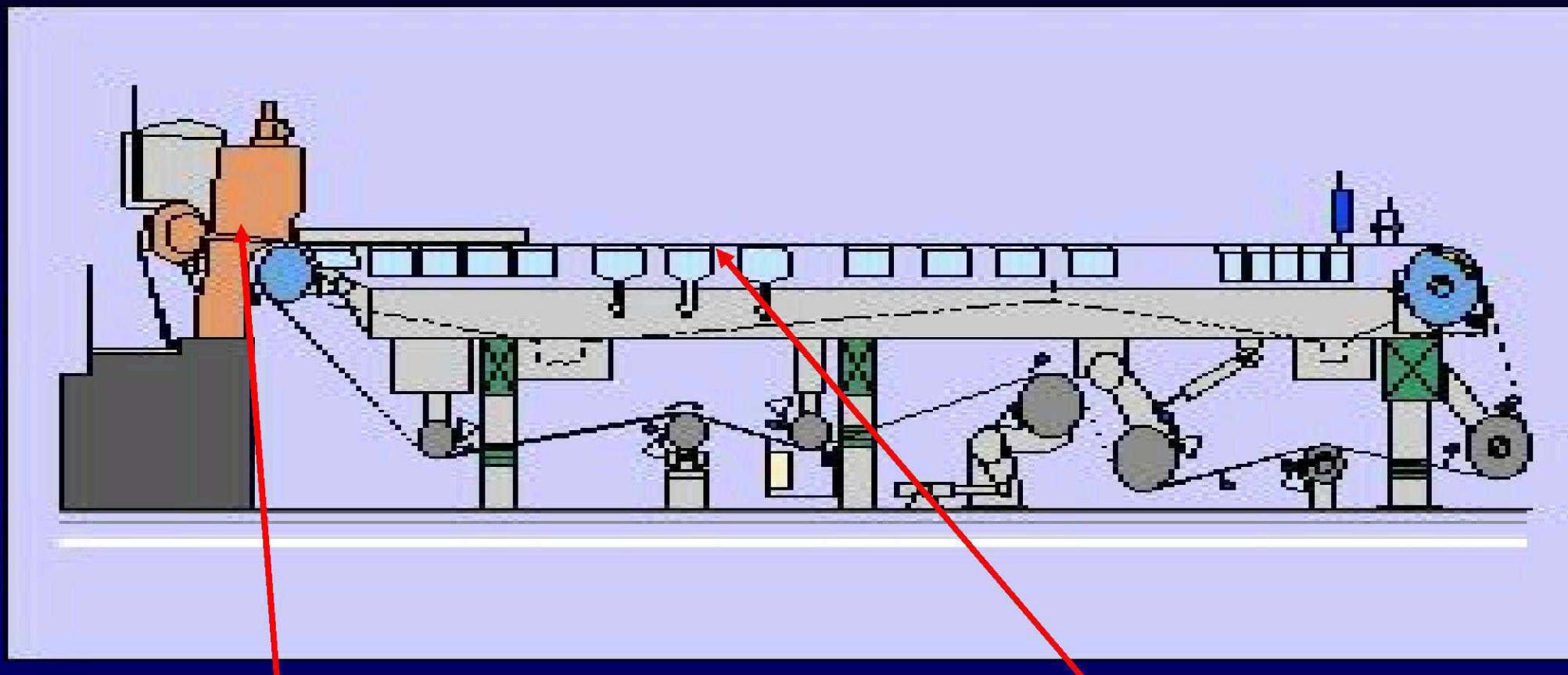
Obter uma folha bem formada, com boa resistência à tração , sem marcas, com ótimo perfil transversal de gramatura e máxima drenagem.

Principais equipamentos

- Tela e Sistema Cantilever
- Rolos guia, esticadores e regulador de direção
- Caixas de Vácuo
- Réguas de formato
- Caixa de vapor
- Rolo couch
- Rolo Lumpbreaker
- Pichassos

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Formação da Folha - Esquema da caixa de entrada e mesa plana

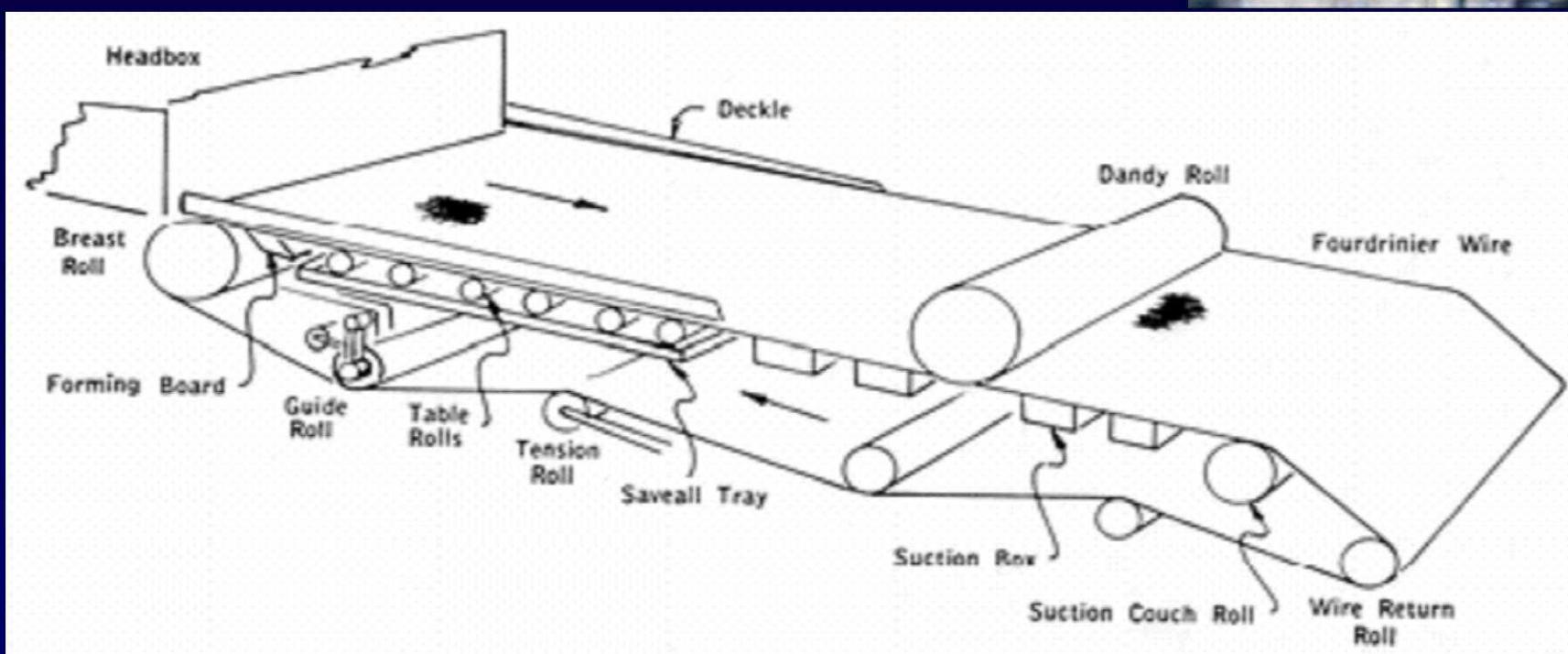


CAIXA DE ENTRADA

CAIXAS DE VÁCUO 56

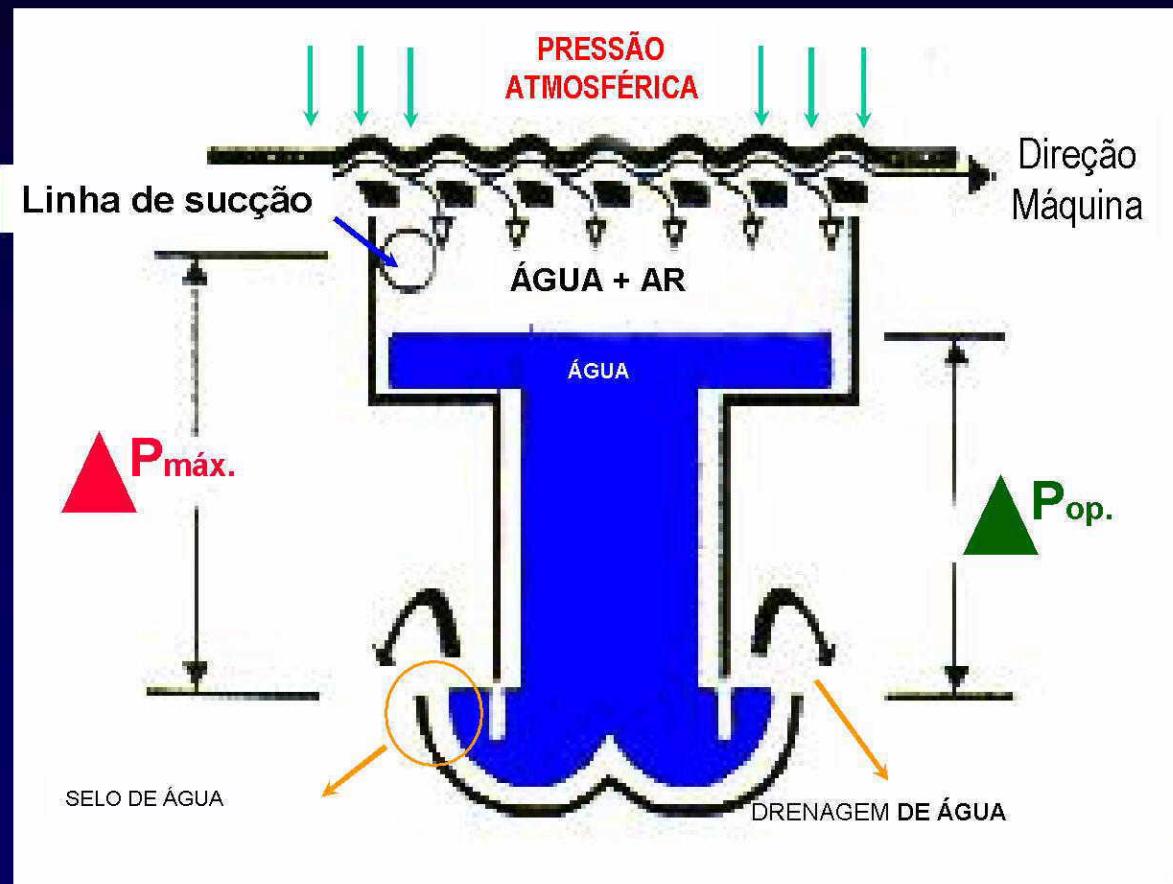
PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Máquina de Papel



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

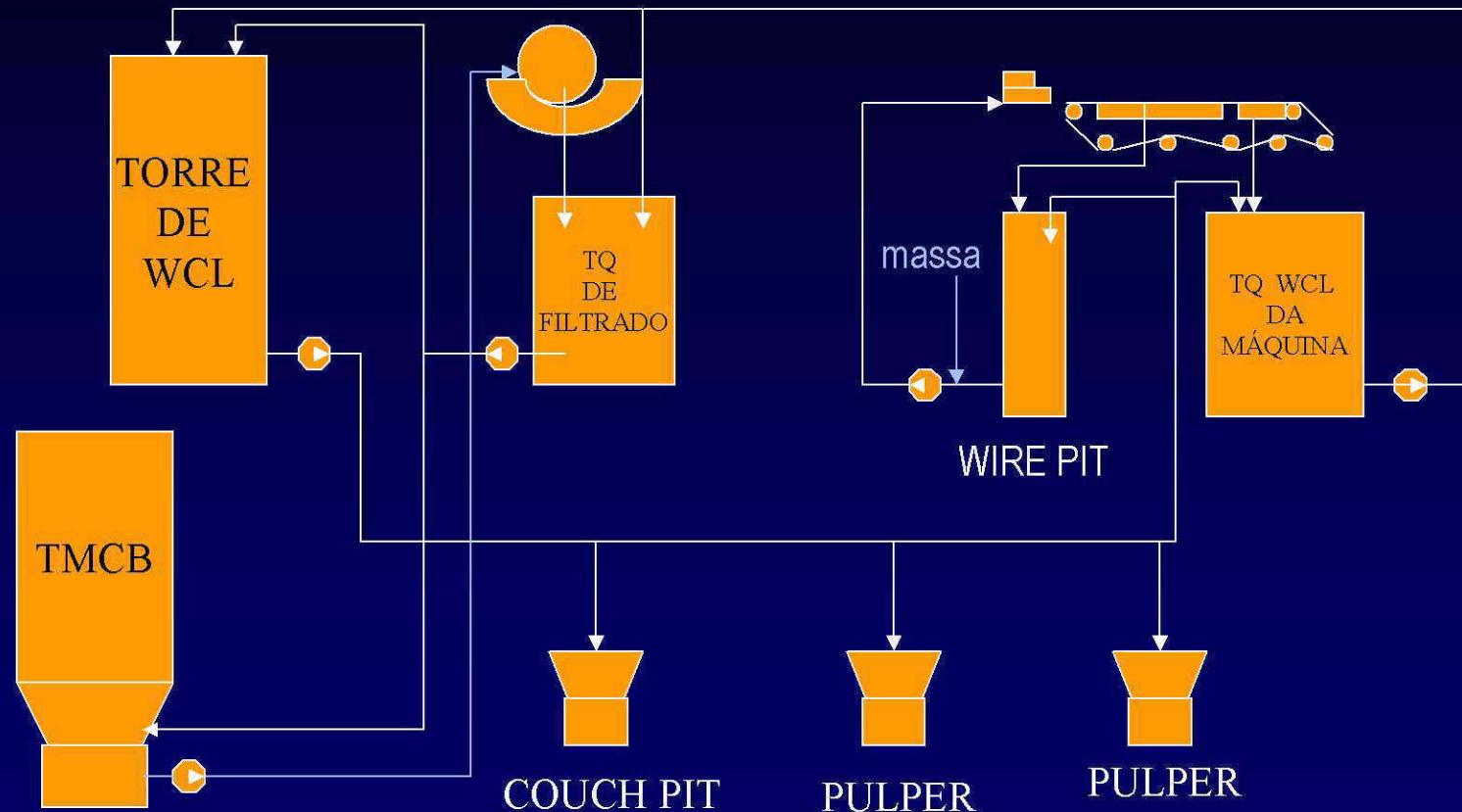
Formação da Folha - Esquema da caixa de entrada e mesa plana



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Sistema de Água Branca

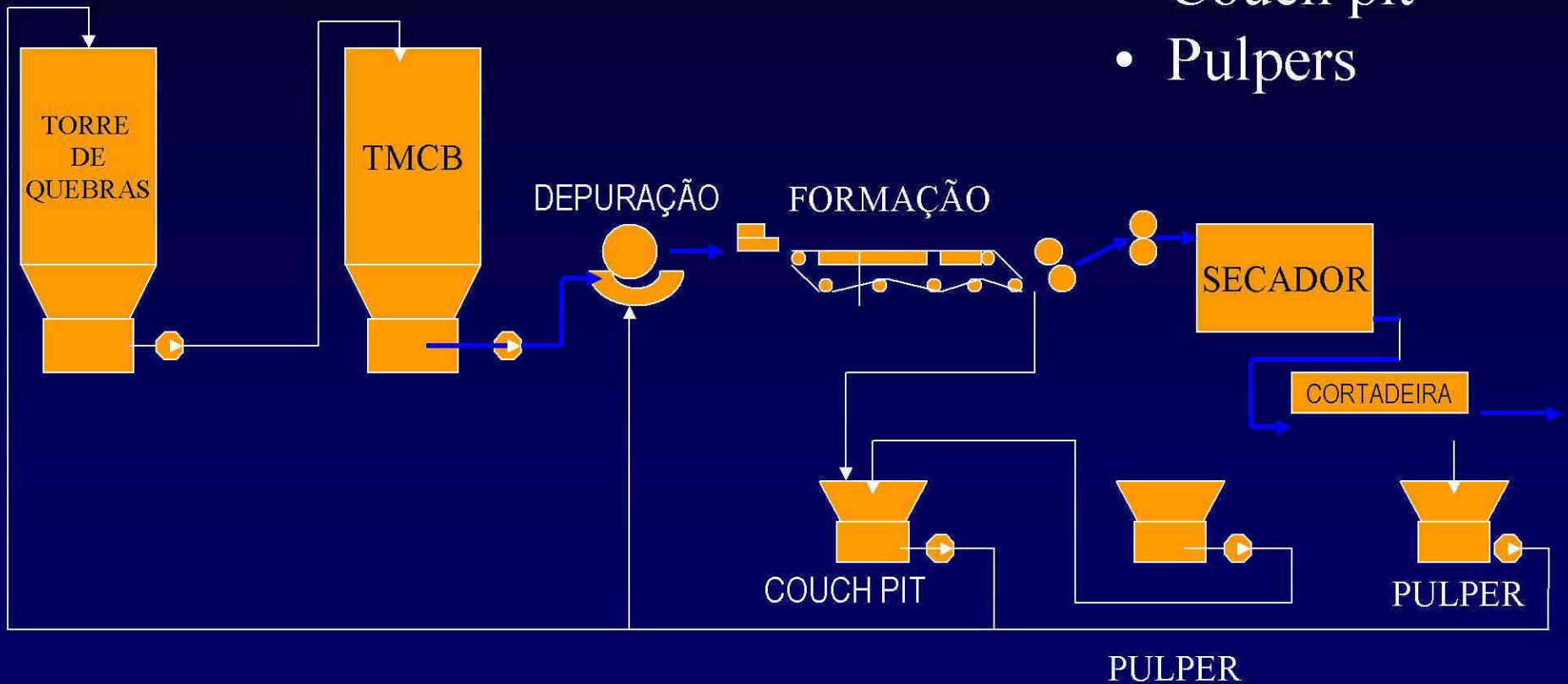
Filtro engrossador



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Sistema de Quebras

- Torre de quebras
- Couch pit
- Pulpers



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Seção de Prensas

- **Função da Seção de Prensas**

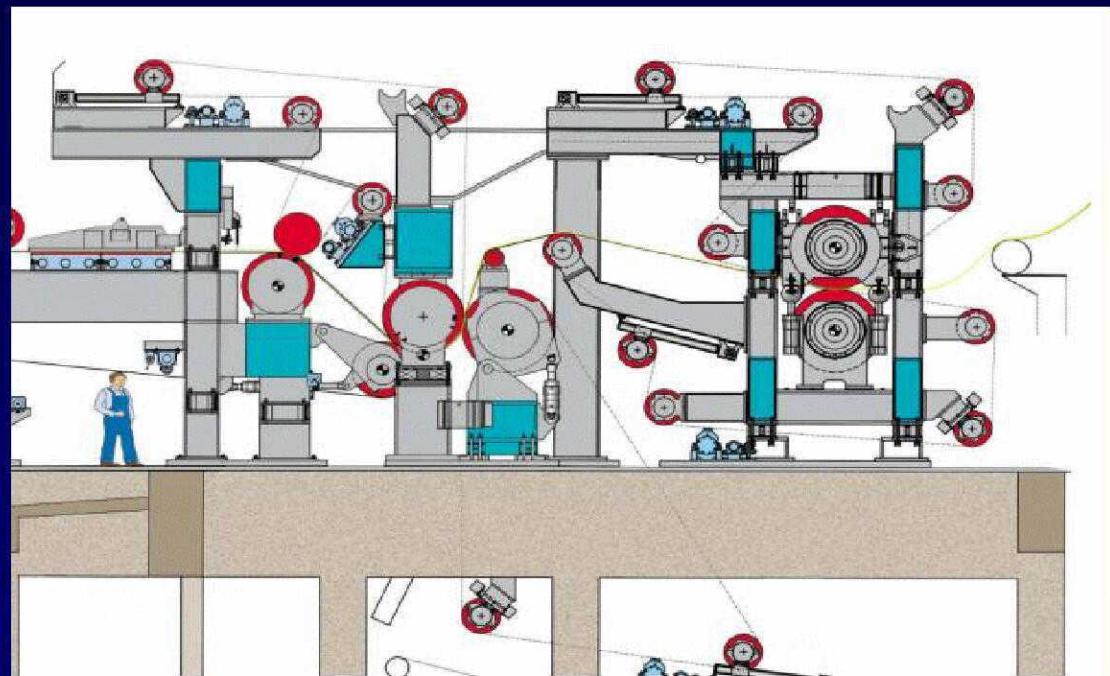
Remover da máxima quantidade de água da folha até seção de secagem da máquina e alisar folha para eliminar marcas da tela da mesa plana (influência na gramatura (gramas por m²) da folha de polpa).

- **Fatores que afetam a prensagem úmida:**

- Consistência da folha na entrada da seção
- Operacionalidade
- Qualidade da folha (formação, uniformidade, etc.)

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Seção de Prensas – Detalhes



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Máquina de Secagem – Transferência de Calor

- Mecanismos de Transferência de Calor
 - Condução
 - Convecção
 - Radiação
- Tipos de Secagem
 - Flash dryer
 - Cilindros secadores
 - Colchão de ar
 - Cilindro monolúcido

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

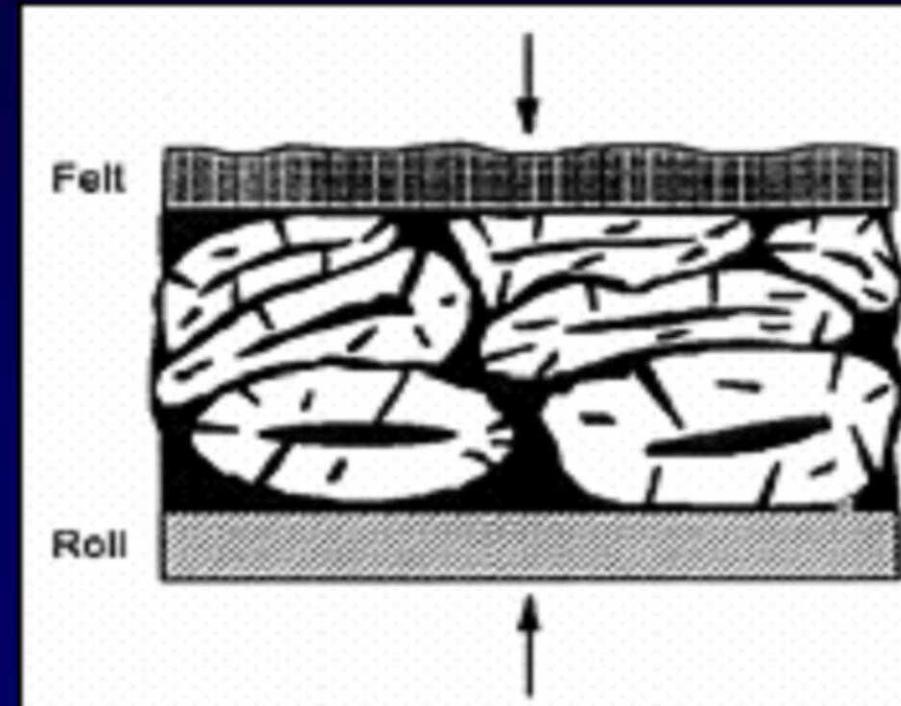
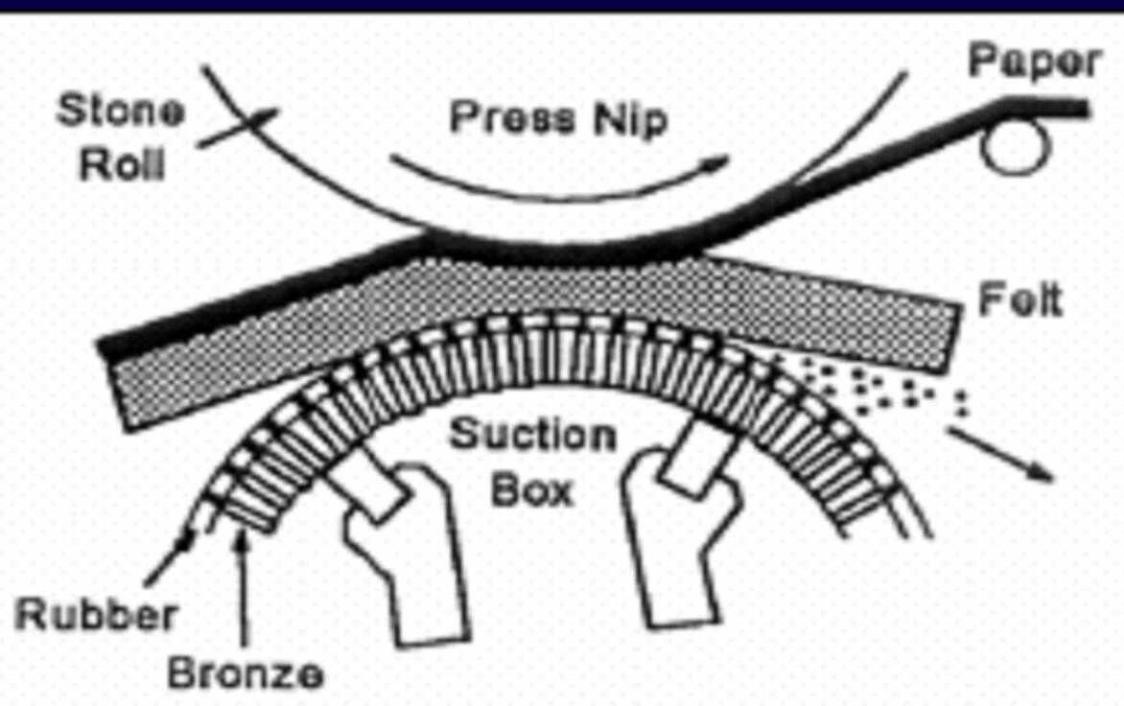
Máquina de Papel Moderna



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Prensa

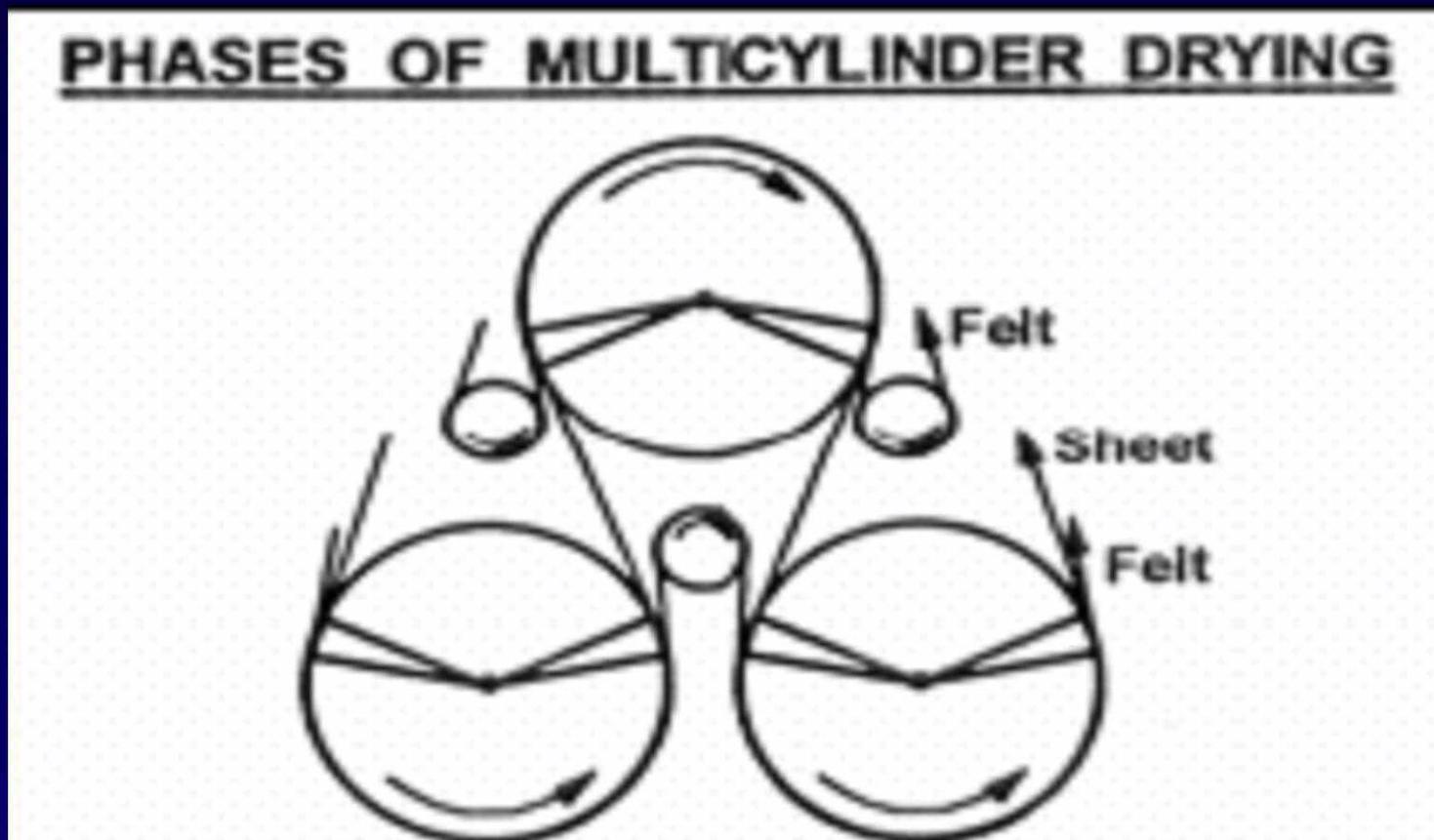
- Maior quantidade de água removida por prensagem
- a Manta ou folha consolidada resulta em trazer as fibras umas em contato com as outras.



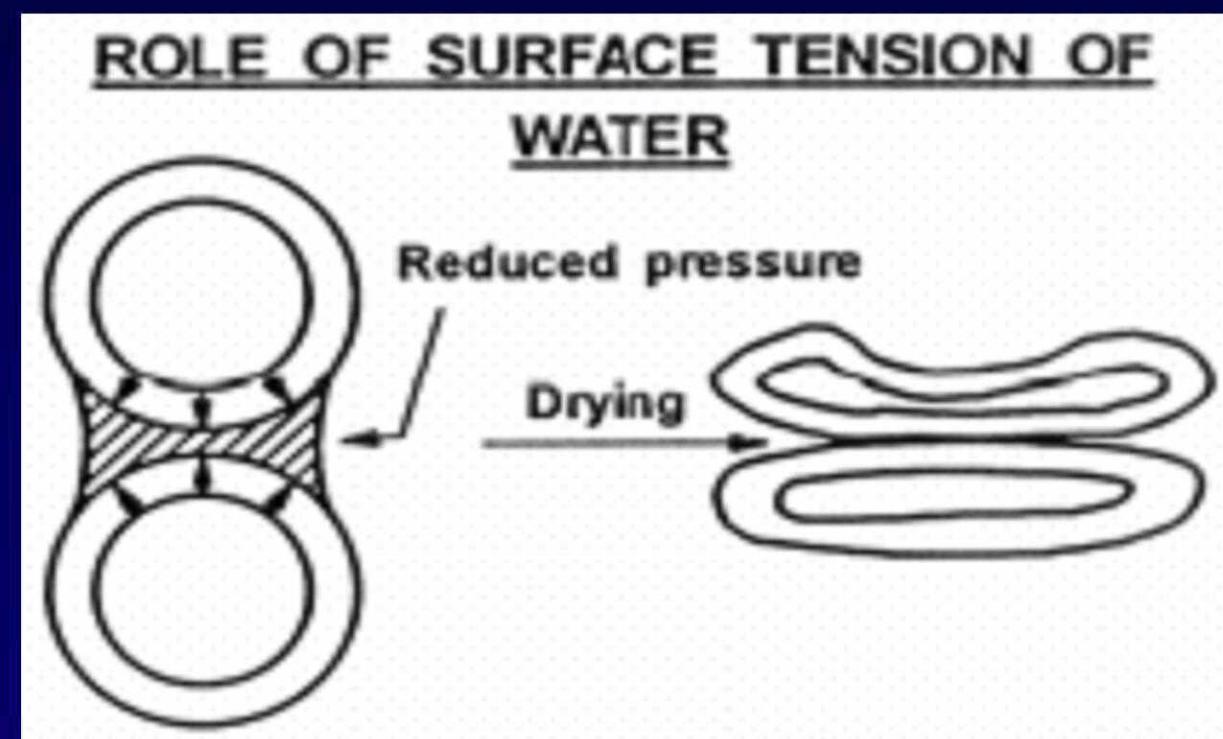
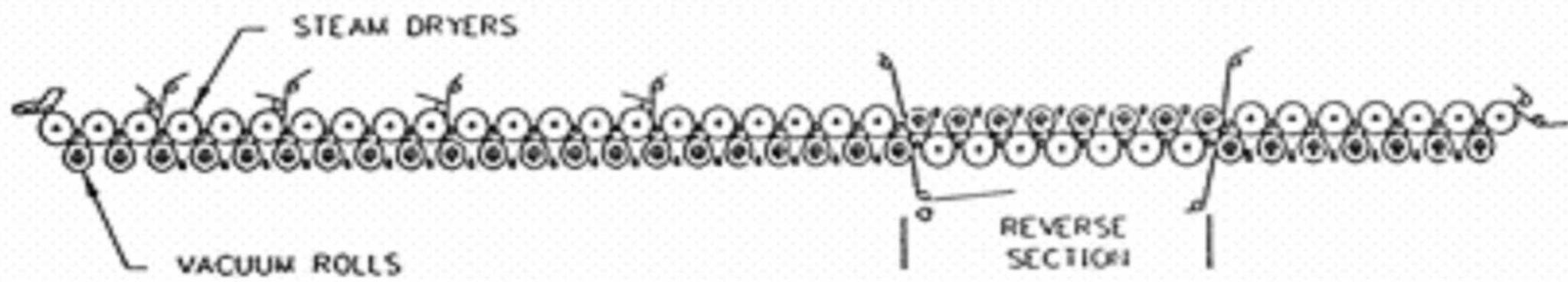
PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Secagem

- Último estágio de remoção da água na fabricação do papel
- Ligações fibra-fibra por pontes de hidrogênio dá ao papel acabado sua resistência mecânica (rasgo, estouro e tração)



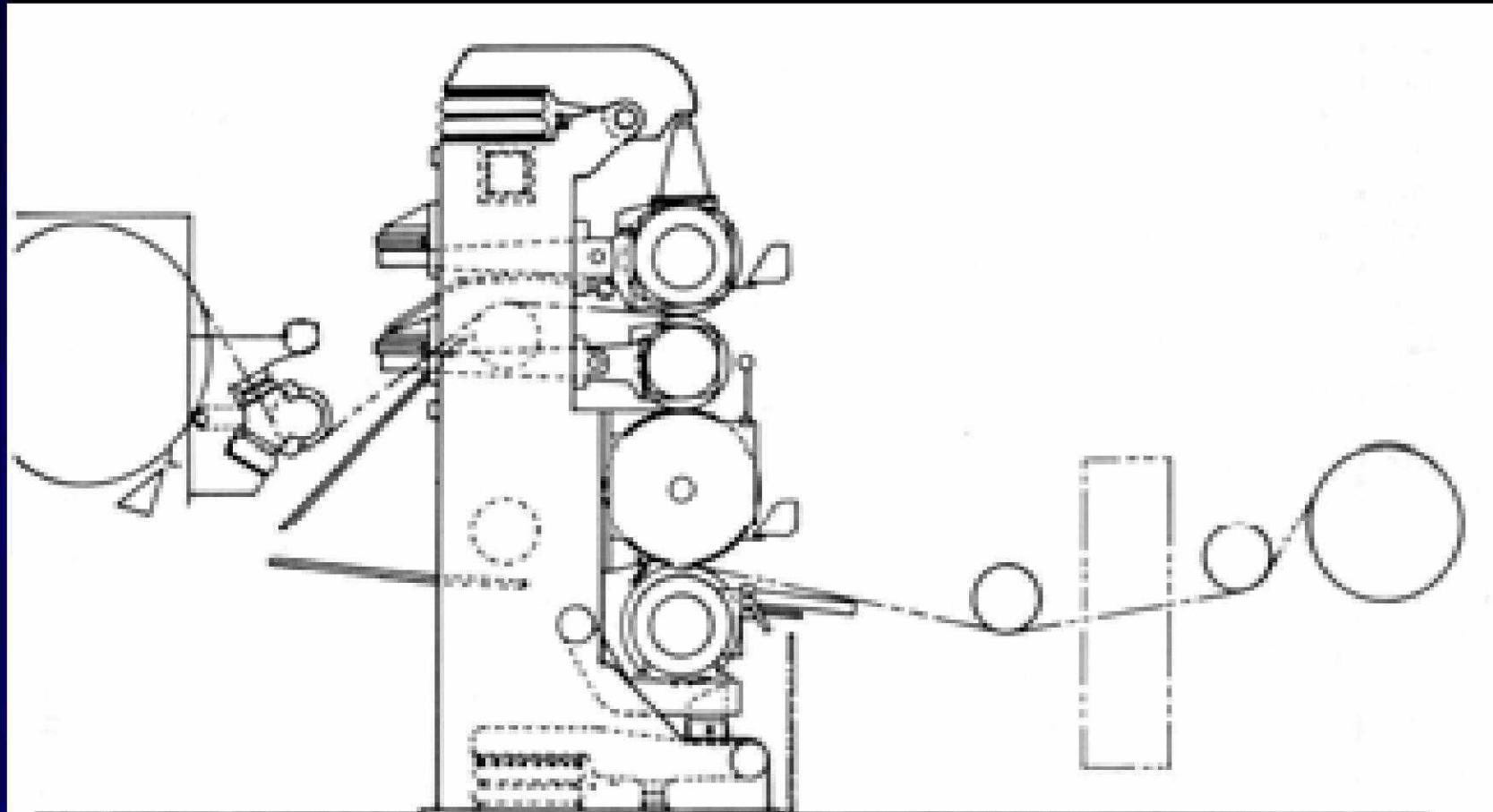
PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Calandragem

- Comprime a folha seca de papel para dar-lhe uniformidade de espessura e lisura de superfície.



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

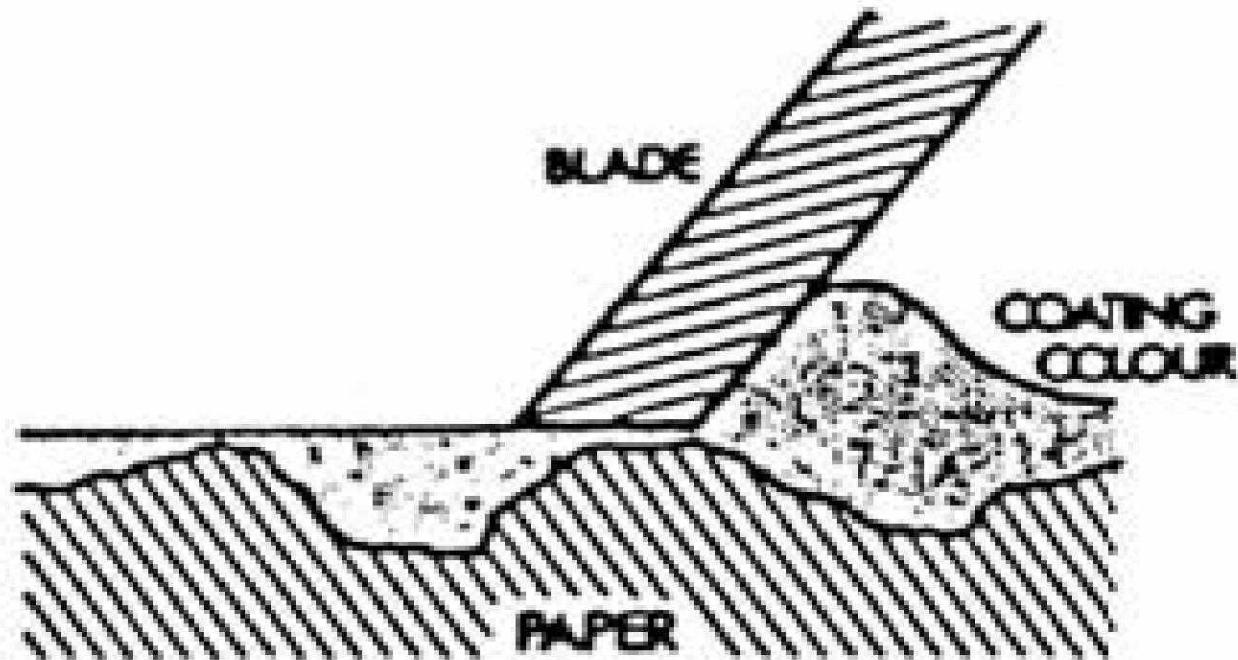
Outras operações de acabamento Revestimento

- pode ser feita na máquina de papel ou fora da máquina de papel.
- composição do revestimento
 - ~85% pigmentos minerais, p.ex., caolin
 - ~15% ligantes, p.ex., amido ou colas especiais
- revestimento aplicado na superfície do papel
- dá lisura e opacidade
- quando o papel é super-calandrado, resulta em brilho (gloss)

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

REVESTIMENTO

A SIMPLISTIC VIEW OF THE COATING PROCESS



PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Características da fibra e propriedades do papel

Regra geral: Madeira de baixa densidade = melhor material para desenvolver (Estouro e resistência a tração) (Densidade Básica (DB) é a chave)

- Baixa BD = baixo teor (%) de fibras de paredes espessas
- Papel fabricado na base peso, logo, maior número de fibras na folha = $1/\text{density}$
- Fibras de paredes espessas = menor área de superfície por volume
- Fibras espessas não colapsam para formar fitas com as fibras de baixa espessura de parede.
- Fibras espessas são mais fortes, logo, papel tem maior resistência ao rasgo.
- Fibras mais longas dão papel de maior resistência a tração e ao estouro.

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Tipos principais de papel

P&W

Embalagem

Produtos
Pessoais

Grade

Papel jornal padrão

Para impressão mecânica

Para livros & revistas

Sacos de papel Kraft

Papel miolo (corrugado)

Caixas

Papeis da linha Tissue

Exemplo

Jornal diário

Papel para Catálogos, etc.

**Papel copiativo,
formulários de alta
qualidade**

**Sacos de papel marrom,
sacos de cimento**

**Caixas de papelão; caixas
de cerveja, caixas para
aparelhos domésticos**

**Caixas de cosméticos, etc.
Papel Higiênico, lenços,
guardanapos, etc.**

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Resumo das operações unitárias na fabricação do papel

MOAGEM / REFINO - resulta em fibra flexível e fibrilada

ADDITIVES - p.ex., colagem, carga, Sulfato de Alumínio

LIMPEZA - remove contaminantes pesados

DEPURAÇÃO - remove contaminantes grandes

FORMAÇÃO Consistência ~ 0.7%
- manta de fibras da suspensão fibrosa

PREENSAGEM ~ 18%
- espreme a água/consolida a folha

SECAGEM ~ 45%
- evapora água, promove ligação

CALANDRAGEM ~ 93%
- comprime a manta / alisa a superfície

ENROLADEIRA - enrola uniformemente o papel em rolos padronizados

PM

WR

MP

ACAB

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Comparação entre Pastas Químicas e Mecânicas

	<u>Químicas</u>	<u>Mecânicas</u>
Resistência Bulk	<ul style="list-style-type: none">- Alta – fibras inteiras- Baixo – mais e fibras flexíveis	<ul style="list-style-type: none">- Baixa – fibras danificadas- Alta – poucas e menos flexíveis
Ótica	<ul style="list-style-type: none">- Escura e branqueável- Pobre CEL	<ul style="list-style-type: none">- branca mas difícil de alvejar- Bom CEL
Drenabilidade	<ul style="list-style-type: none">- Boa – Fibras boas, pouco finos	<ul style="list-style-type: none">- Pobre – fibras curtas, muito fino

PASTA DE ALTO RENDIMENTO (PAR)

Comparação entre Pastas Químicas e Mecânicas

	<u>Químicas</u>	<u>Mecânicas</u>
Rendimento	- Baixo 40-70%	- Alto 90-98%
Pureza da Celulose	- Alta – lignina dissolvida	- Baixa lignina retida
Uso final	- Polpa de Dissolução - Baixa Qualidade - Papel de qualidade (e.g. book) - Embalagem	- Papel volumoso (p.,ex. jornal) - Produtos Moldados
Sensibilidade á matéria prima	- Baixa – Alta	

Reciclagem

Em 2000, nos USA cerca de 48% de todo o papel consumido foi coletado e reciclado.

Aparas servem principalmente para fabricação de papelão, papel miolo para caixas e/ou embalagens e jornais.

- **Os problemas enfrentados na reciclagem incluem: destintamento, remoção de contaminante como adesivos, plásticos e graxas,**
- **A reciclagem de fibras causa redução de comprimento e perda de resistência que limitam o número de vezes que uma mesma fibra pode ser reciclada.**