

Branqueamento da celulose

PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRAIS II

Objetivos do branqueamento

- **A lignina é responsável pela tonalidade escura da polpa de celulose.**
- **Dependendo do grau de cozimento efetuado, a polpa pode conter até 5% de lignina.**
- **A remoção da lignina é necessária, não só para se obter uma celulose pura, mas também para dar um aspecto de alvura elevado, característica fundamental de um produto final com alta qualidade.**
- **Branquear a celulose é levar a fibra ao seu estado natural de alvura, que é o branco.**

Características do processo

- ✓ **Por razões técnicas e econômicas, a eliminação da lignina é realizada em vários estágios, de acordo com a alvura desejada.**
- ✓ **Um maior grau de alvura com menor degradação das fibras pode ser alcançado ao se aplicar quantidades menores de reagentes de branqueamento em etapas sucessivas, com lavagens intermediárias.**
- ✓ **A intensidade do branqueamento é determinada em função da finalidade a que se destina a celulose, bem como dos custos inerentes ao processo de branqueamento**

Simbologia

ESTÁGIOS	CÓDIGO	PRODUTO QUÍMICO
Cloração	C	Cloro gasoso
Extração alcalina	E	Soda cáustica
Hipocloração	H	Hipoclorito de Na ou Ca
Dióxido de cloro	D	Dióxido de cloro
Peróxido	P	Peróxido de hidrogênio
Oxigênio	O	Oxigênio (O ₂)
Ozônio	Z	Ozônio (O ₃)
Extração oxidativa	E _O	NaOH e O ₂
Extração alcalina com peróxido	E _P	Soda cáustica e peróxido de hidrogênio

SEQÜÊNCIAS MAIS COMUNS

ALVURA

Até 75%

De 75% a 80%

De 80% a 85%

De 85% a 90%

De 90% ou mais

SEQUÊNCIA

CEH

CEHH,CED

CHEH, CEHEH, CED,
EHD

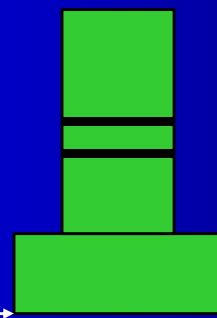
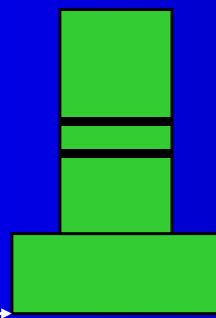
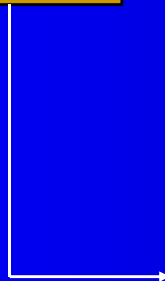
O C/D E_{OP} D, CEDED,
CEHDP, ODE_OD

CEHEDP, CEDED,
C_DEDED, OC_DE_ODD

Monitoramento do processo

- **O monitoramento do processo é realizado por meio de dosagens da viscosidade do meio e do número Kappa**
 - **Viscosidade está diretamente relacionada com o teor de celulose: Redução deve ser minimizada**
 - **Número Kappa está diretamente relacionado com o teor de lignina: Redução deve ser maximizada**
- **A polpa de celulose obtida após a digestão, apresenta um valor do número de Kappa da ordem de 20.**
- **Quanto maior for o valor do número Kappa, maior será o teor de lignina presente na polpa celulósica; mais intenso será o processo de branqueamento.**

CAVACOS DE MADEIRA

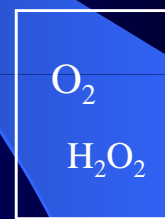


DIGESTORES

LAVAGEM

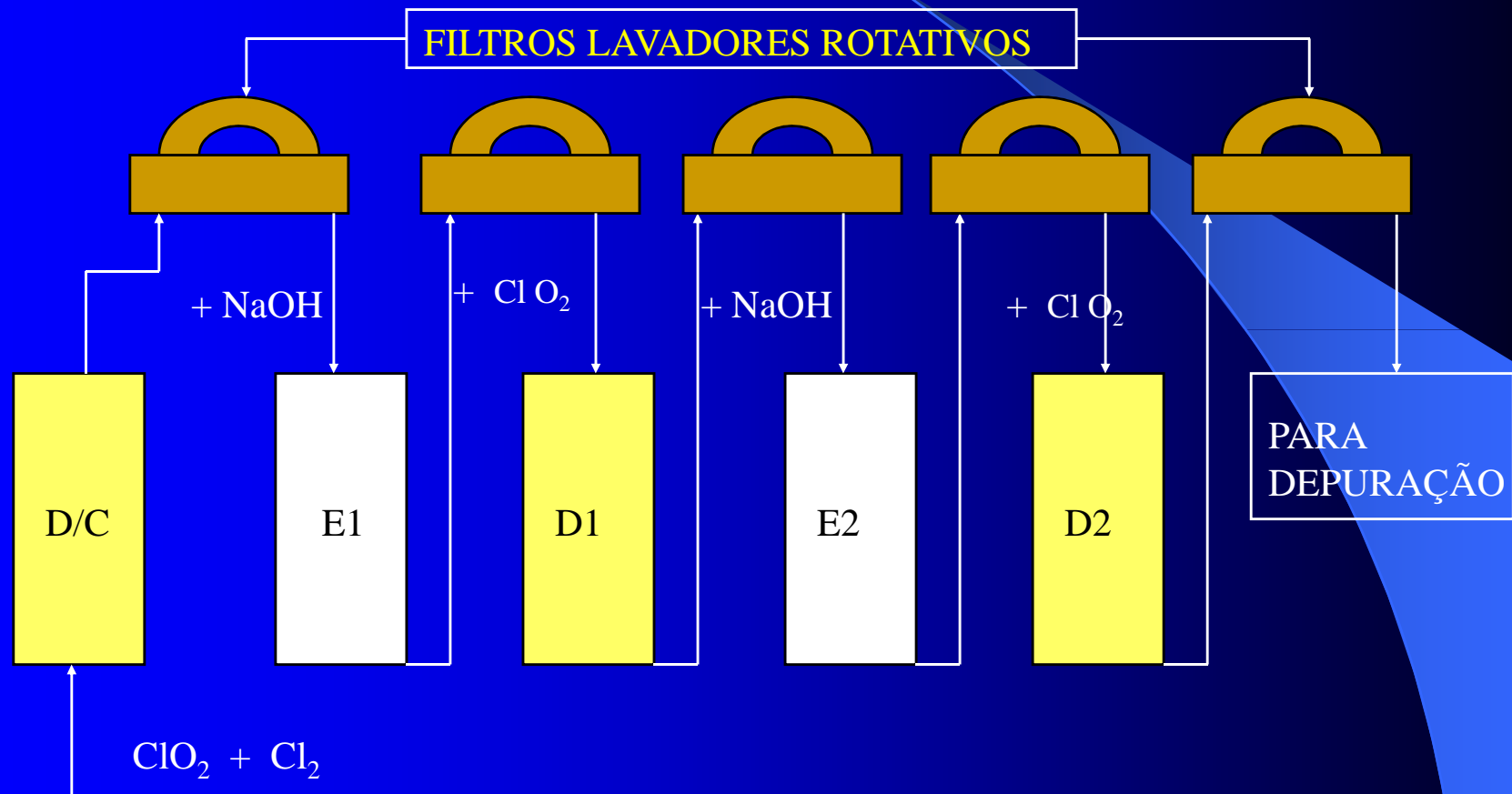


O/P



PROCESSO DE BRANQUEAMENTO

SEQÜÊNCIA DO PROCESSO D/CEDED:



Descrição da sequência CEHD

- **Cloro gasoso:** Era geralmente empregado no primeiro estágio das sequências de branqueamento, tendo como principal função a deslignificação e não a redução da cor.
- **O cloro livre transforma rapidamente a lignina em clorolignina,** que é solúvel em água e facilmente removível por uma lavagem na extração alcalina.
- **O amplo emprego do cloro como reagente de branqueamento era devido seu baixo custo em relação a outras substâncias de ação similar, como dióxido de cloro.**

EXTRAÇÃO ALCALINA

- **Visa remover os componentes coloridos da pasta, solubilizando-os em álcali após tratamento oxidante.**
- **Neste estágio, consegue-se uma substancial remoção da lignina clorada (clorolignina), e como consequência o grau de alvura alcançado nos estágios subsequentes é mais estável, havendo menor consumo de reagentes.**
- **A operação é realizada numa temperatura de 50-70° C, pH de 10 a 11, com tempo de retenção de 1 hora.**

DIÓXIDO DE CLORO

Geralmente empregado no último estágio de alvejamento e permite obter celulose com elevados graus de alvura.

A ampla aceitação deste agente deve-se a sua propriedade de oxidar a lignina, preservando a celulose.

AGENTES QUÍMICOS DE REFINAMENTO DA POLPA

Hipoclorito de sódio: é utilizado em estágios intermediários ou ainda em certos estágios finais das seqüências alvejantes.

Oxigênio: Empregado também com o intuito de oxidar a lignina e aplicado em íntimo contato com a fibra de celulose em suspensão a 10%, num reator operando numa pressão de 5 atm, temperatura de 95°C, com retenção de 1 hora.

Garante uma boa alvura a fibra de celulose.

Depuração

Concluída a operação de branqueamento, a polpa sofre mais um processo: Depuração.

Nesta etapa são eliminadas as impurezas da pasta de celulose. A depuração é realizada em peneiras centrífugas de dois estágios, e em seguida, em multi-limpadores.

Ao fim da depuração a polpa é concentrada e estocada em torres de alta consistência, sendo encaminhada para a fabricação de papel ou para secagem e enfardamento

Consumo de reagentes por tonelada de celulose seca

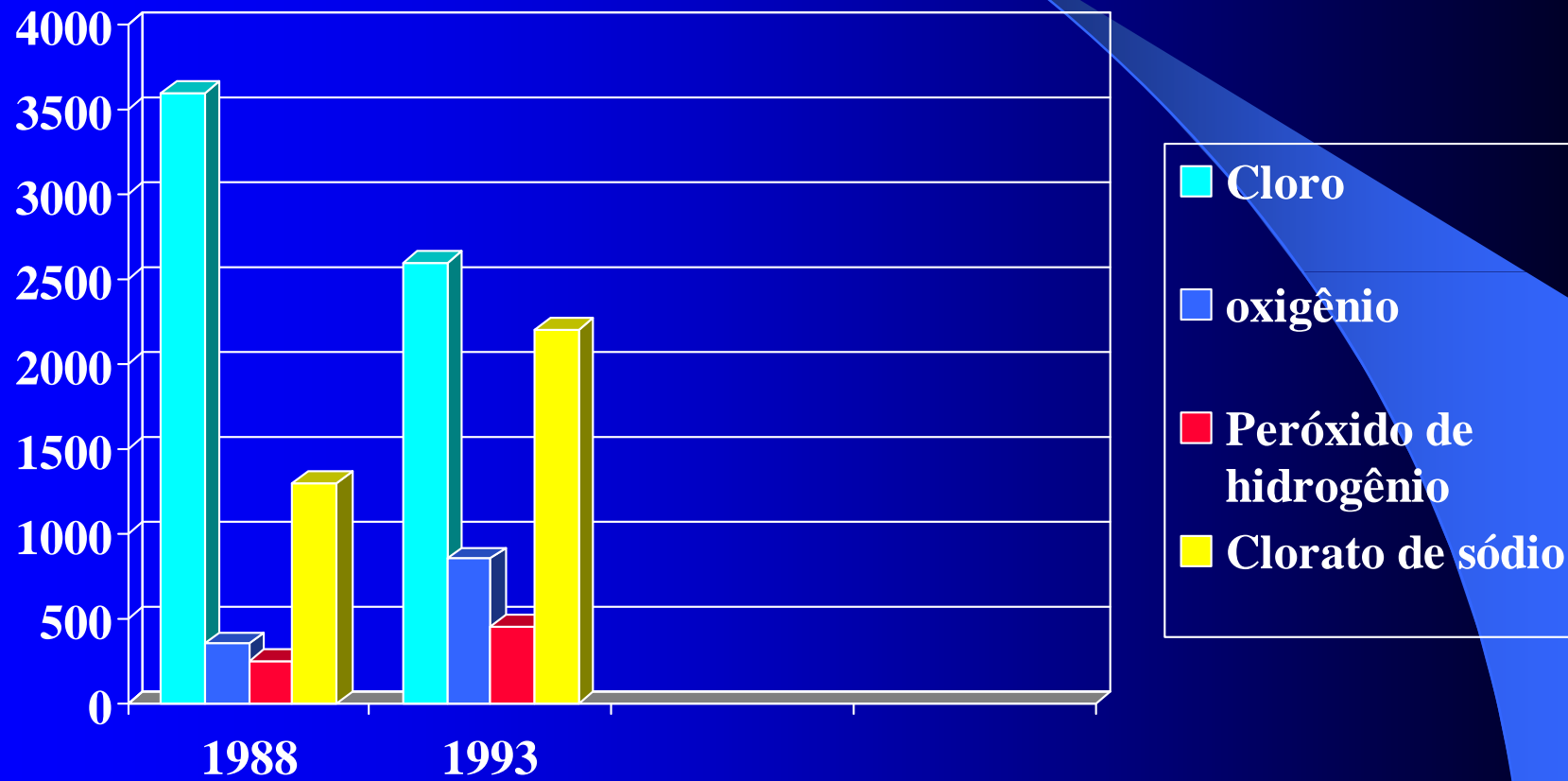
Reagentes	Quantidade
Cloro gasoso	15-20 kg
Soda cáustica	15-25 kg
Dióxido de cloro	5-8 kg
Peróxido de hidrogênio	4-6 kg
Oxigênio	16-24 kg

TENDÊNCIAS

Até pouco tempo atrás, o cloro era o agente alvejante mais empregado nas indústrias.

O aumento das pressões ambientais, tem provocado uma considerável redução no consumo do cloro e o aumento do consumo de outros alvejantes (peróxido de hidrogênio, oxigênio, hipoclorito de sódio, entre outros).

Demanda mundial de agentes de branqueamento



Problema das sequências com alto índice de cloro

- A quantidade de compostos organoclorados liberados para o meio ambiente nas águas de lavagens. A quantidade desses compostos é agrupada pela sigla AOX = Adsorbable Organic Halogen
- AOX: São compostos halogenados não hidrofóbicos mais solúveis em água que em solventes orgânicos e que apresentam a tendência de serem adsorvidos em superfícies sólidas

Liberação de AOX

- **Numa sequência típica CEHH, há liberação de 3 a 5 Kg de AOX por tonelada de polpa tratada.**
- **50 mil toneladas de pasta branqueada**
 - **250 mil toneladas de cloro ligado orgânicamente, perfazendo mais que 200 compostos identificados, até o momento.**

Pressões Ambientais

- **Primeiro houve a eliminação do cloro livre (Cl_2) ou elementar, sendo adotadas sequências ECF**
 - **Elemental Chlorine Free**
- **Atualmente, o objetivo é eliminação total do cloro das sequências de branqueamento= TCF**
 - **Totally Chlorine Free**

Conceito TEF

➤ Total Effluent Free

- **Prevê unidades com mínima geração de efluentes. A água de lavagem ficaria em circuito fechado**

➤ Atualmente

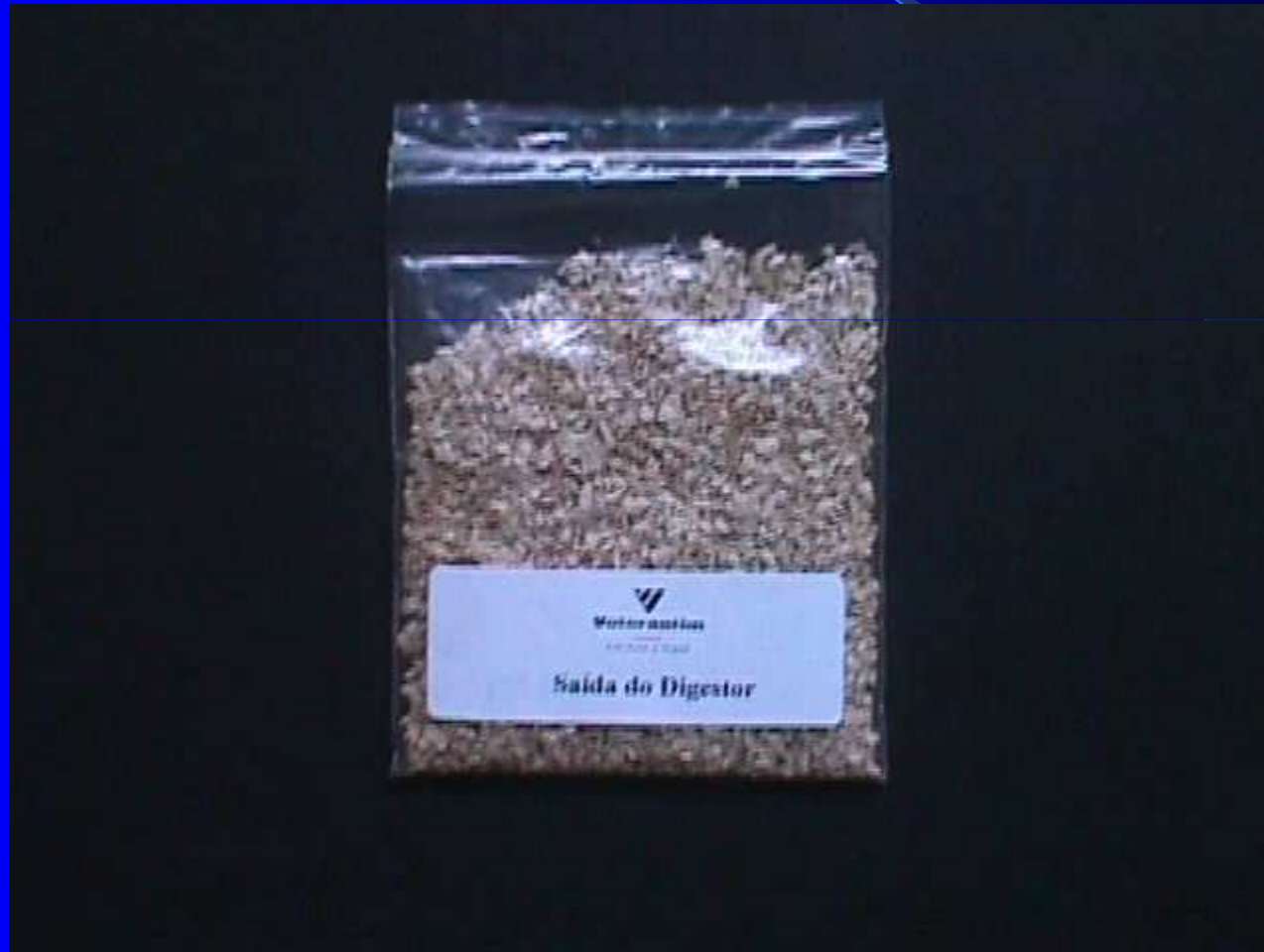
60m³ de H₂O /tonelada de polpa

Com o conceito TEF é previsto uma redução para 20 a 25m³ /ton de polpa

Etapas do Branqueamento Cavacos de Madeira



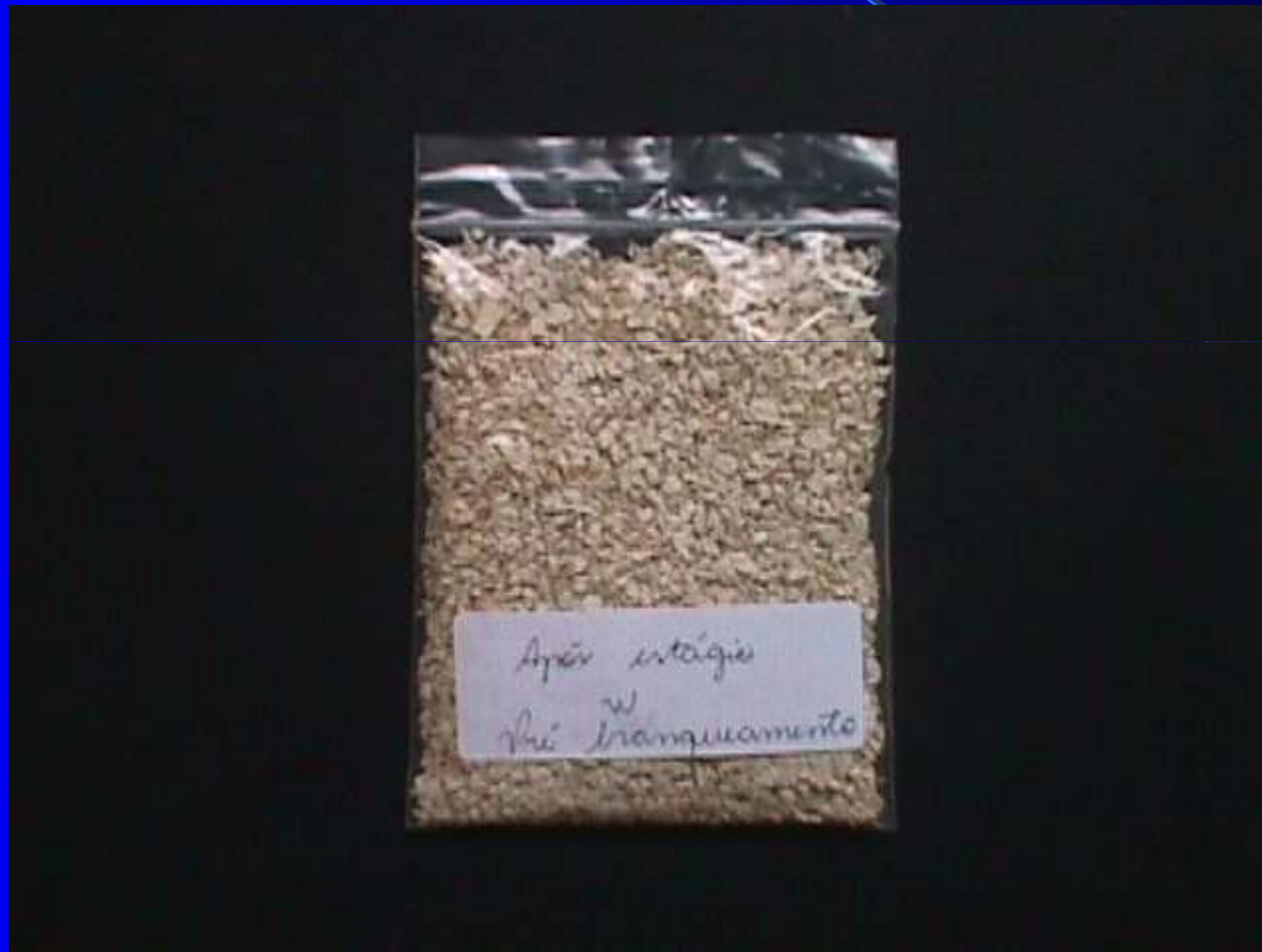
Saída do Digestor



Após estágio O_2



Após estágio W Pré Branqueamento



Após estágio Z Ozônio



Após estágio EOP Oxigênio e Peroxidação



Após estágio D Dióxido de Cloro



Celulose em folha

