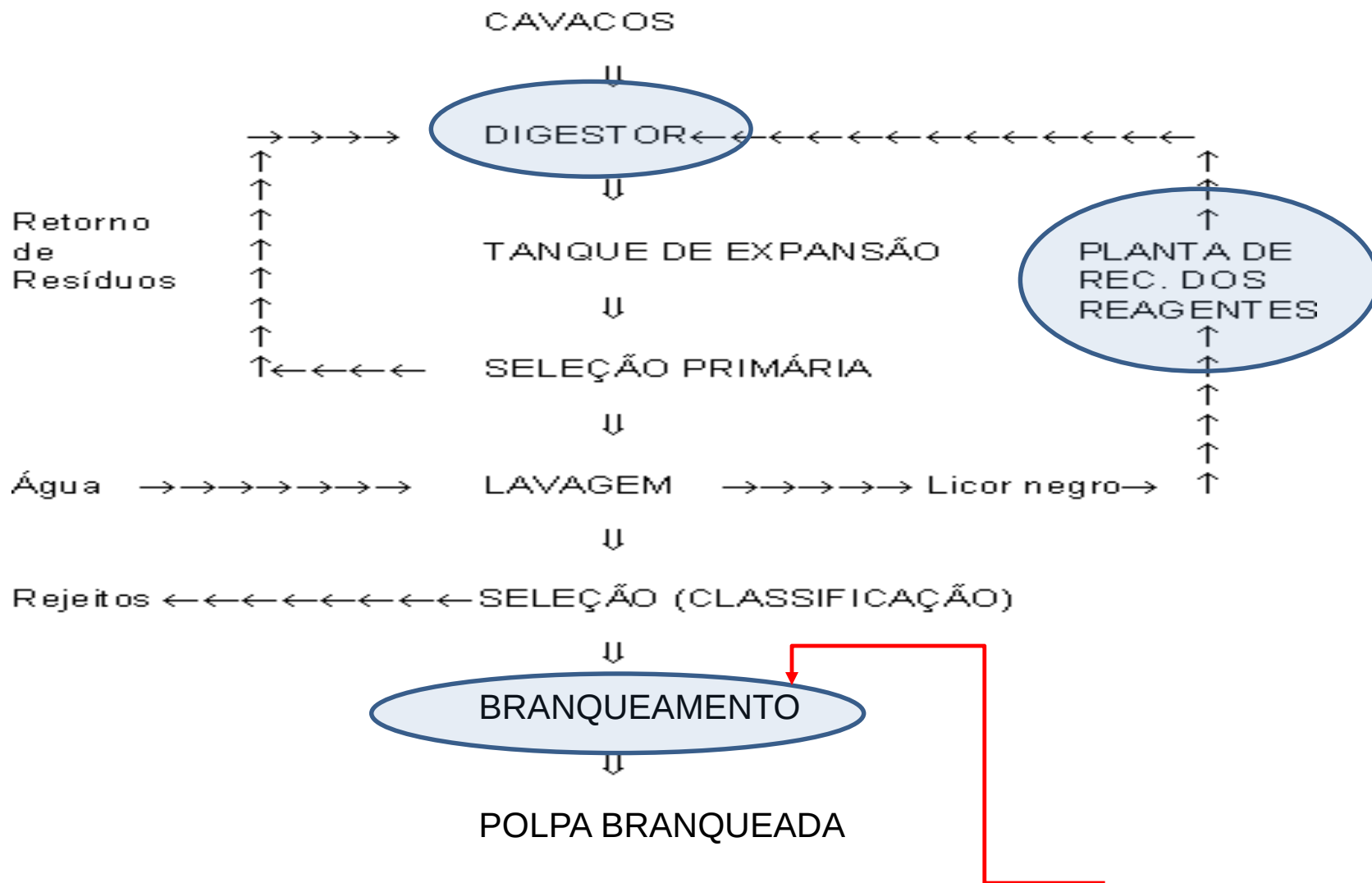


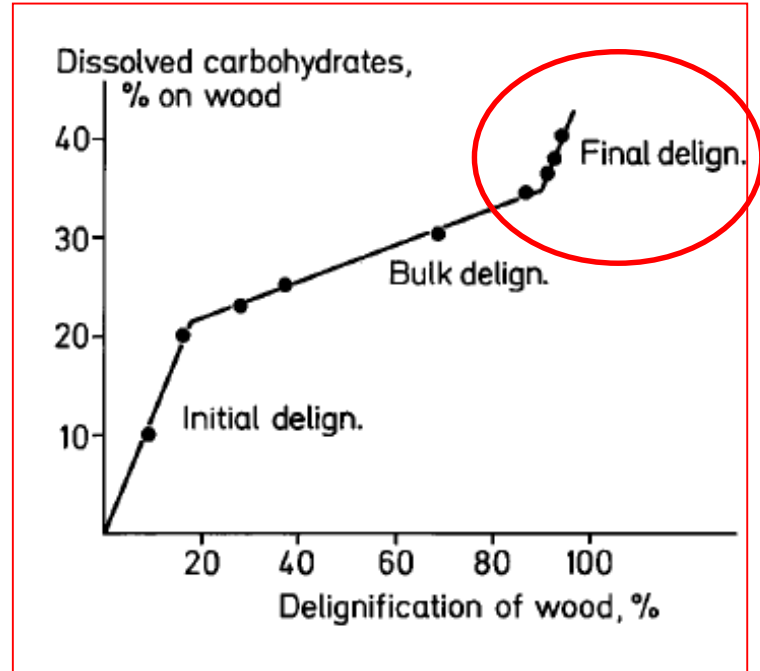
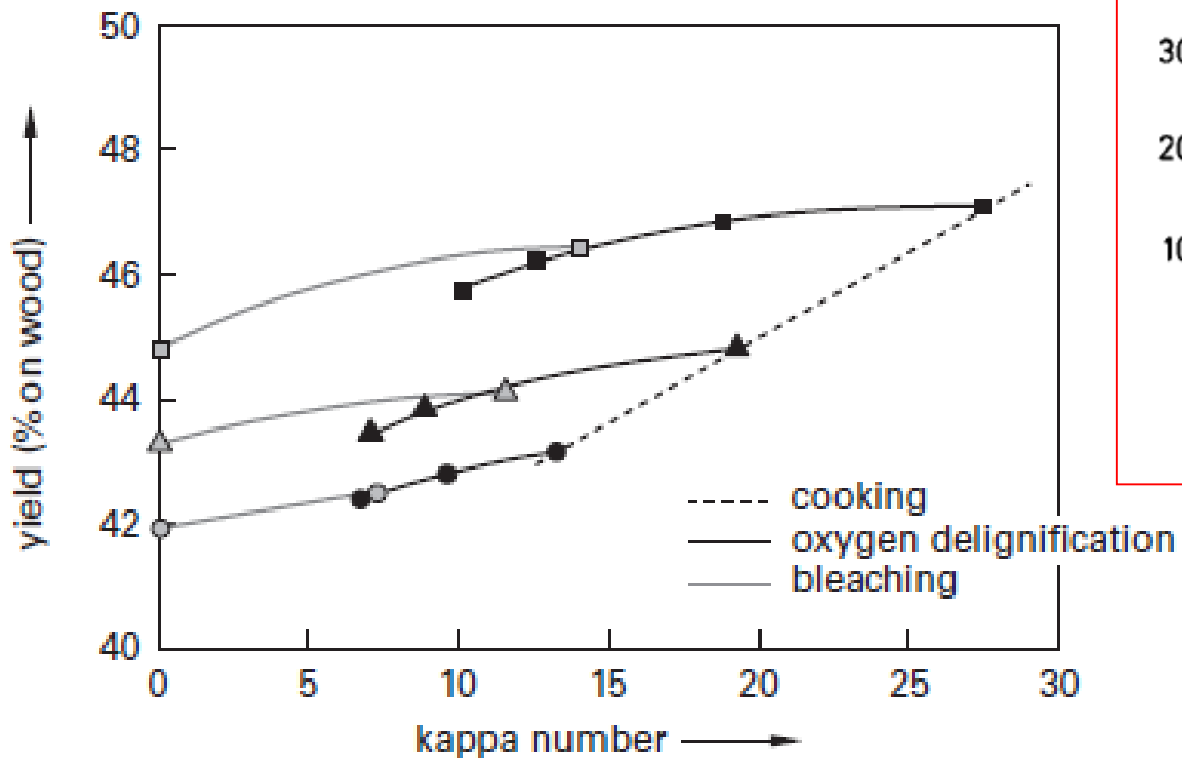
Diagrama simplificado do processo kraft



Ref. básica para estudo: Capítulos 9 e 10: Ek M, Gellerstedt G, Henriksson G. *Pulping Chemistry and Technology (Volume 2)*. Berlin, Walter de Gruyter, 2009

A figura abaixo mostra como o rendimento é afetado no final do processo de polpação kraft.

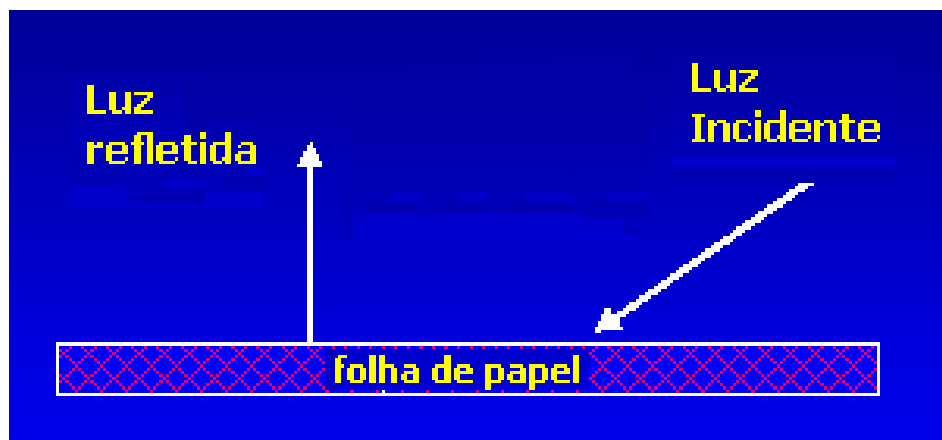
Pense: Se você necessitasse preparar polpas com número kappa = 5, qual das situações experimentais usaria?



Branqueamento de polpas celulósicas

Dois tipos básicos:

- a) eliminação de material responsável pela cor - usado em polpas químicas
- b) transformação do material responsável pela cor em substâncias mais claras - usado em polpas mecânicas

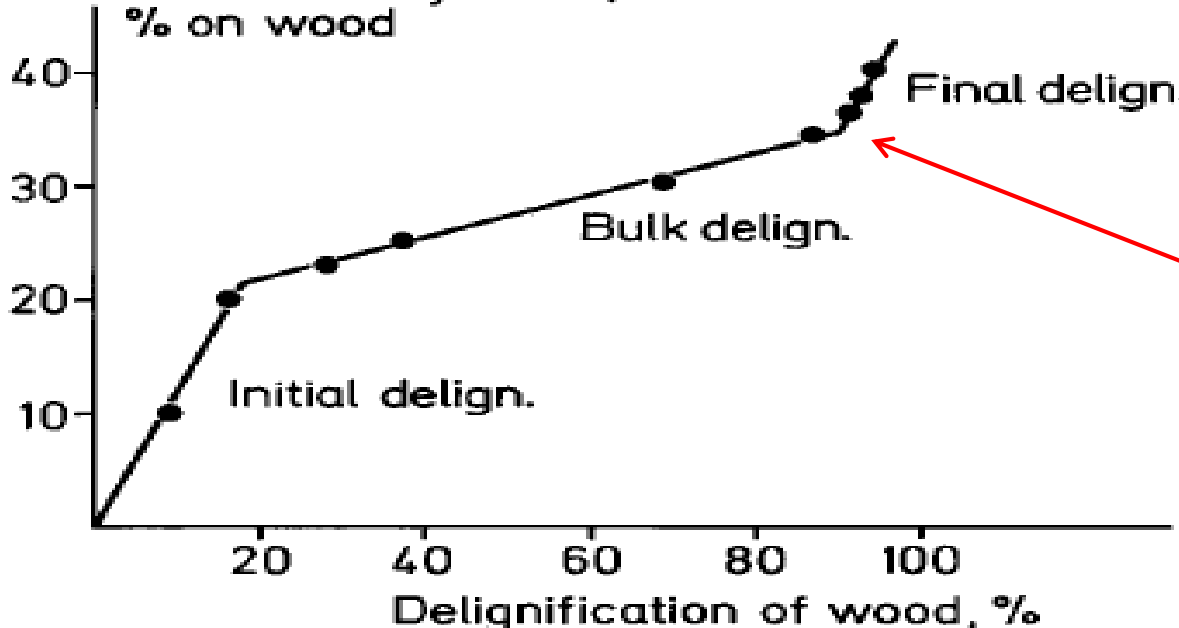


TIPO DE PAPEL	ALVURA %ISO
Impressão/cópia	80-90 ou maior que 90
Jornal	60-70
Embalagem (sacos)	25-30

Pense: Porque o branqueamento é necessário na polpação química???

Processo	Índice de resistência ao estouro (kPa.m ² /g)	Índice de resistência ao rasgo (mN.m ² /g)
NSSC, branqueada	1.32	10.7
NSSC, não branqueada	0.96	8.7
Kraft, branqueada	0.96	9.2
Kraft, não branqueada	1.08	7.6
Soda, branqueada	0.60	6.1
Soda, não branqueada	0.78	7.6

Dissolved carbohydrates,
% on wood



resistência não é grandemente melhorada

Remover lignina após este estágio no reator de polpação alcalina, representa perda expressiva de rendimento

Pense: O que será removido das polpas químicas com os agentes de branqueamento??

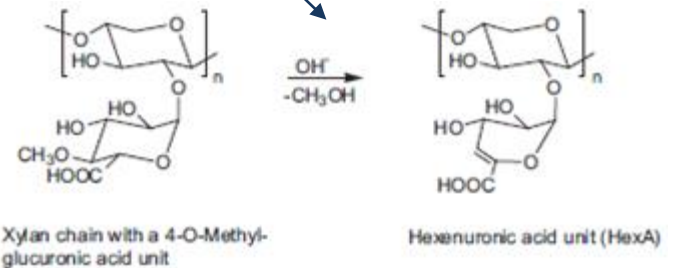
Table 9.1. Contributions to the kappa number from lignin, hexenuronic acid and "non-lignin" structures in various unbleached pulps (Li 1999).

Pulp type, Kappa number	Lignin ¹⁾	HexA ^{1, 2)}	Non-lignin ^{1, 3)}
Pine kraft, 18.6	14.3	1.9	2.4
Pine soda/AQ, 18.9	16.8	0.3	1.8
Birch kraft, 13.6	6.5	4.5	2.6
Eucalyptus kraft, 17.2	9.0	7.4	0.8

1) calculated in Kappa number units

2) HexA = Hexenuronic acid

3) Non-lignin = non-specified but oxidizable structures



Principais reagentes usados no branqueamento

Cloração	C	Cl_2
Extração	E	NaOH
Hipocloração	H	NaClO
Dióxido de Cloro	D	ClO_2
Oxigênio	O	O_2 e NaOH
Peróxido de Hidrogênio	P	H_2O_2
Ozônio	Z	O_3

Table 10.2. Active chlorine content in chlorine containing bleaching chemicals.

Chemical	kg active chlorine/kg
Chlorine (Cl_2)	1
Chlorine dioxide (ClO_2)	2.63
Sodium hypochlorite (NaClO)	0.95

Sequências típicas do branqueamento

Polpas Kraft

(CD)(EO)DED – comuns até 1995

D(EOP)DED – requeridas por legislação e/ou mercado



OD(EOP)D – requeridas por legislação e/ou mercado

Polpas mecânicas

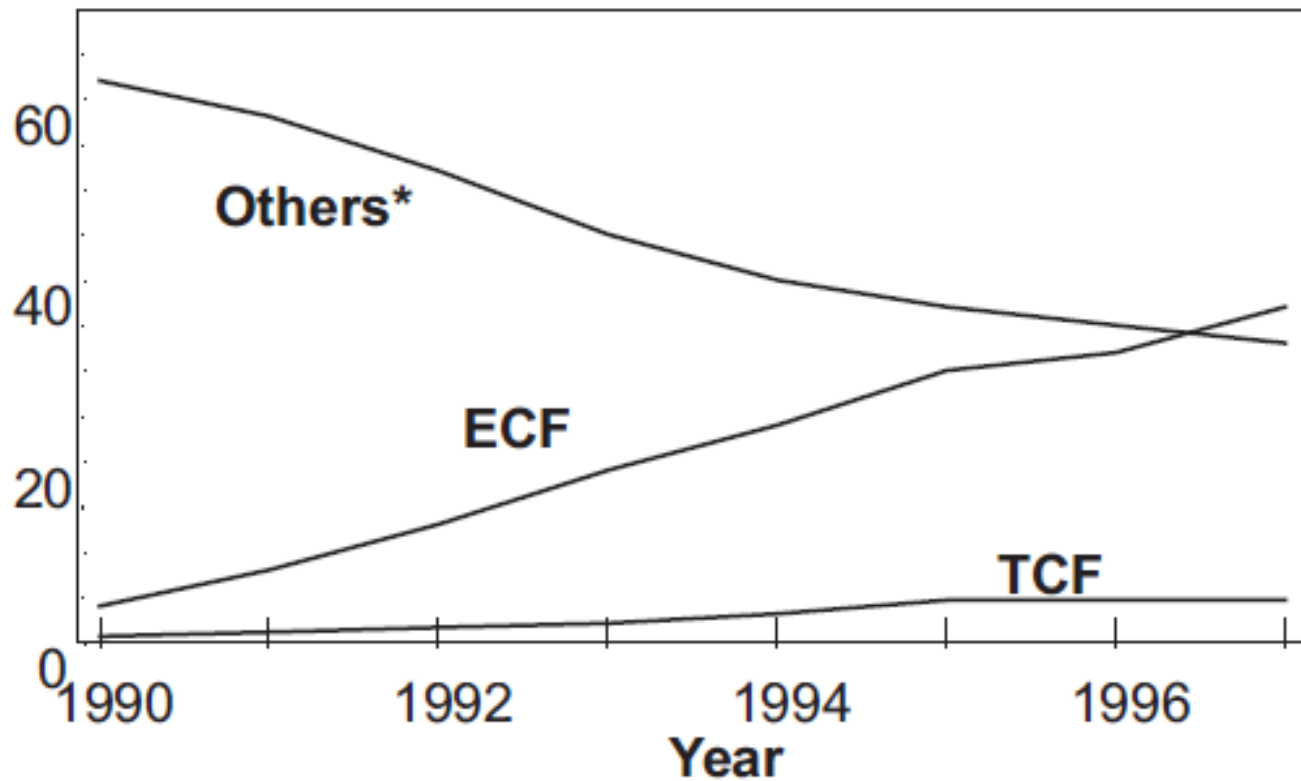
HP

P



World Production of Bleached Kraft Pulp

Mton/a



Source: AET

Alvura versus número Kappa durante o branqueamento de polpas Kraft em sequências típicas de branqueamento

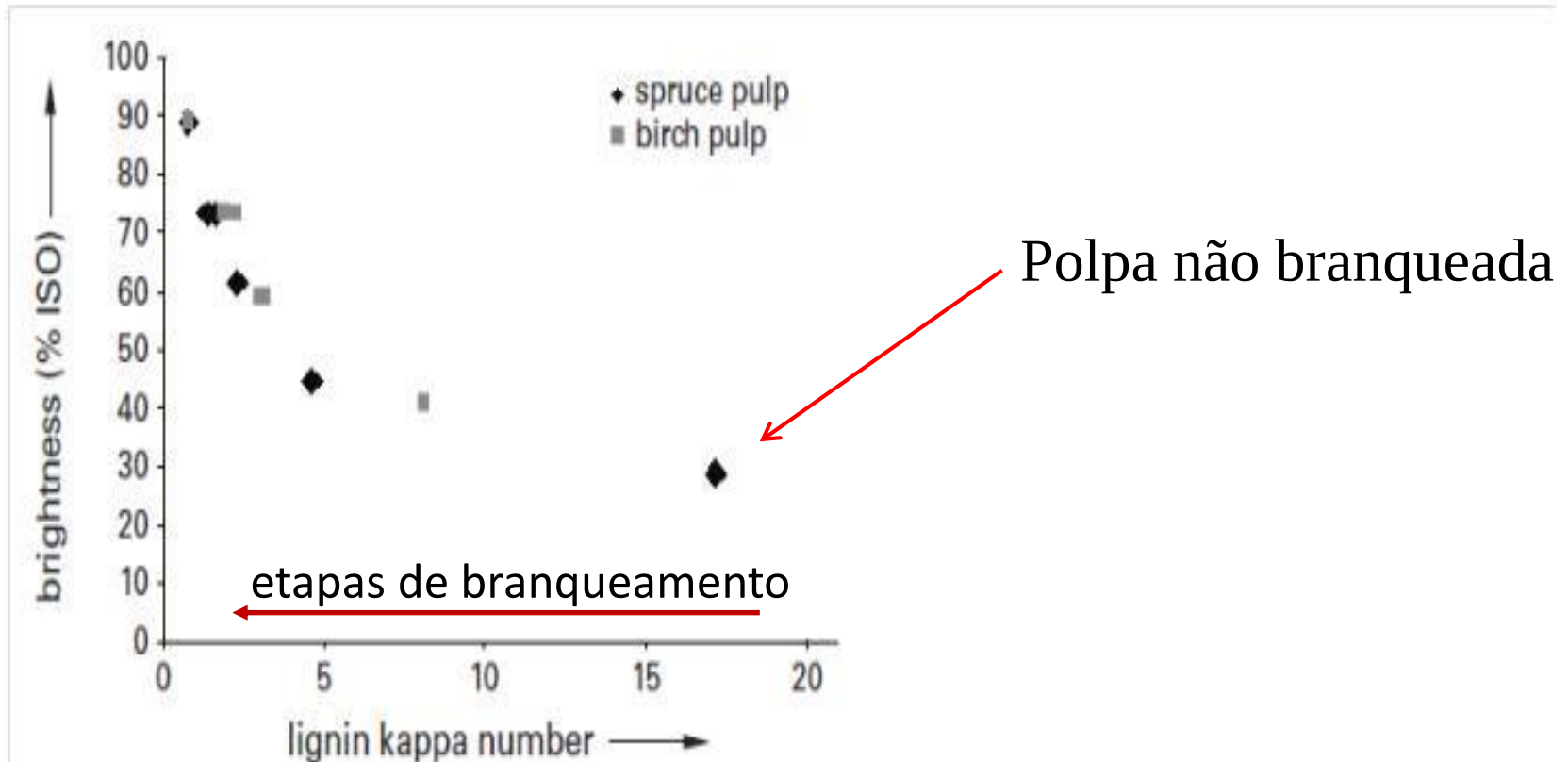
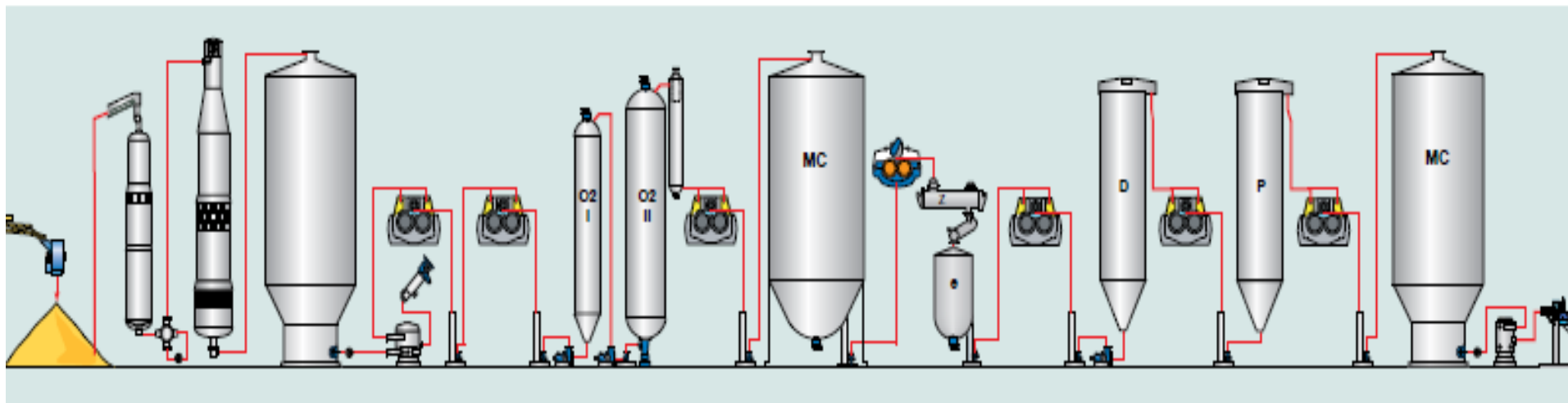


Figure 9.2. Brightness development for industrial kraft pulps as a function of the content of lignin, measured as lignin kappa number. Bleaching sequences: ODEQP (spruce) and OQ(OP)Q(PO) (birch).

↑ ↑
Primeira etapa é com O_2

Sequências industriais de branqueamento



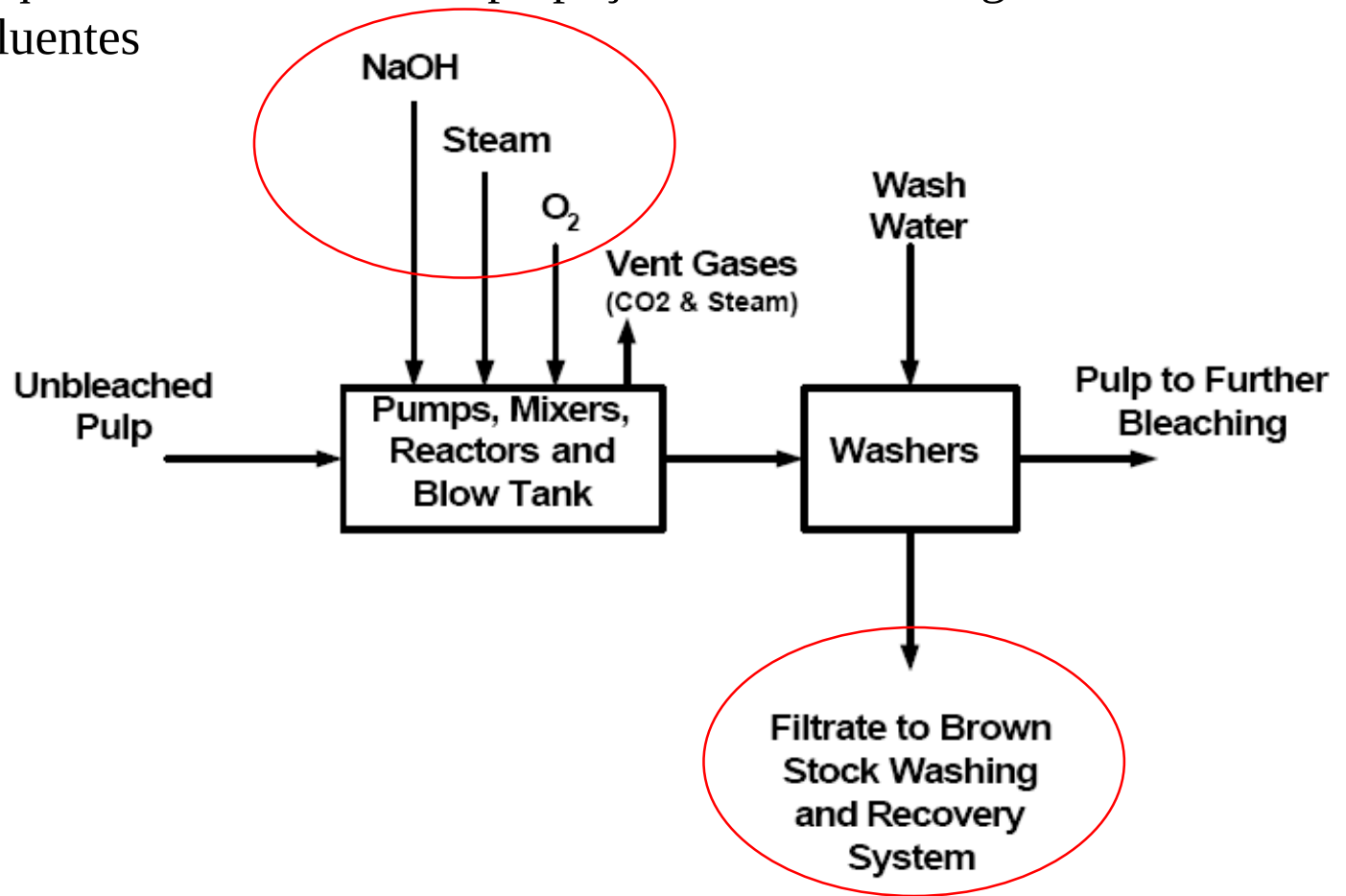
**Aqui começa, efetivamente,
o branqueamento**

**O₂ é considerado etapa de deslignificação
ou pré-branqueamento**

Deslignificação com O₂

Muitas vezes considerada como uma etapa de deslignificação adicional ao cozimento e não como etapa de branqueamento.

Efluente (água de lavagem gerado no processo) volta para o sistema de concentração e queima de licores de polpação e não se dirige ao sistema de tratamento de efluentes



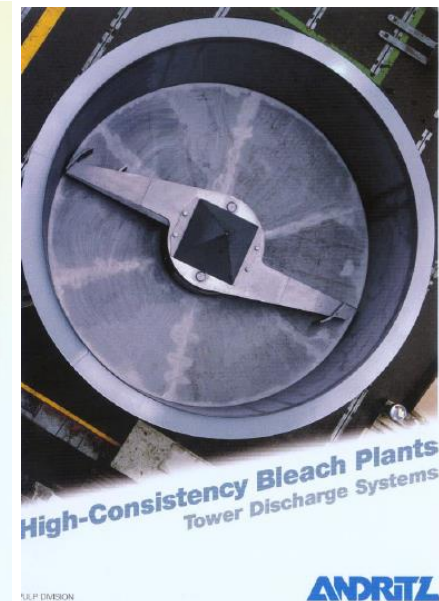
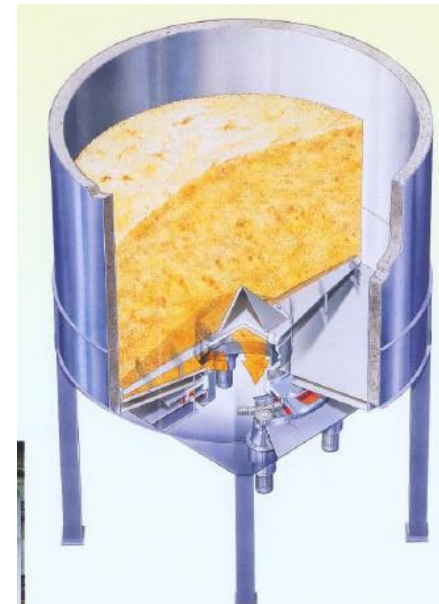
Sistemas industriais para a etapa de deslignificação com O₂

Oxygen delignification Metso



Typical process conditions in the OxyTrac™ system for softwood pulp.

	1 st stage	2 nd stage
Residence time	30 min	60 min
Temperature	80-85 °C	90-105 °C
Consistency	≥ 11%	≥ 11%
Pressure (top)	8-10 bar	3-5 bar
Final pH value		10.5-11



O₂ diminuir número Kappa por remoção de lignina residual (não é útil para remoção de ácidos hexenurônicos)

Table 9.3. Changes in the contribution to kappa number from lignin, HexA and other oxidizable structures after an industrial O-stage of spruce and birch kraft pulps respectively.

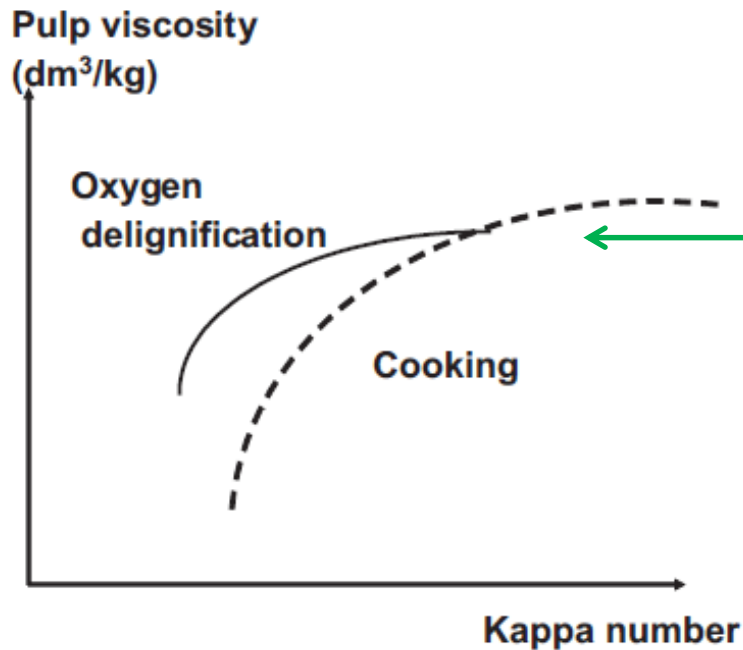
Pulp	Kappa No	Lignin ¹⁾	HexA ^{1,2)}	Non-lignin ^{1, 3)}
Spruce, unbleached	22.5	17.2	1.3	4.0
Spruce, after O-stage	10.7 ↓	4.6 ↓	1.2 aprox. cte	4.9
Birch, unbleached	13.8	8.1	4.7	1.0
Birch, after O-stage	9.6 ↓	3.2 ↓	4.3 aprox. cte	2.1

¹⁾ calculated in Kappa number units

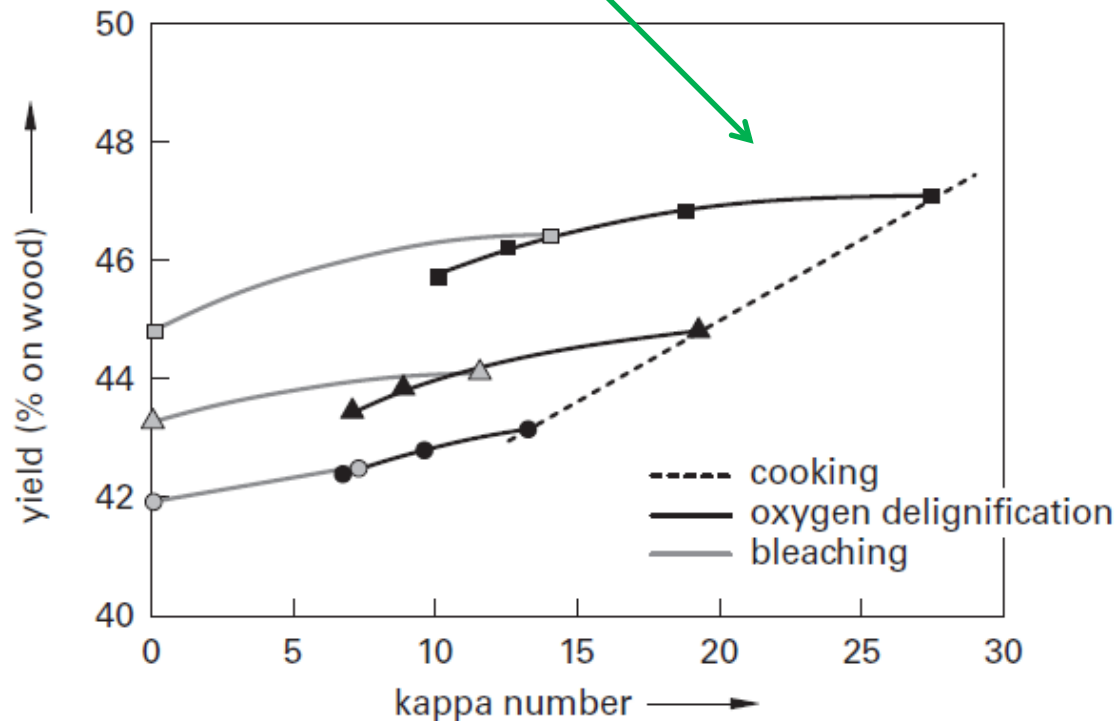
²⁾ HexA = hexenuronic acid

³⁾ Non-lignin = non-specified but oxidizable structures

Sequências industriais que incluem a etapa de pré-deslignificação com O₂ em meio alcalino



Interrupção prematura do cozimento é vantajoso



Sequências industriais que incluem a etapa de pré-deslignificação com O_2 em meio alcalino

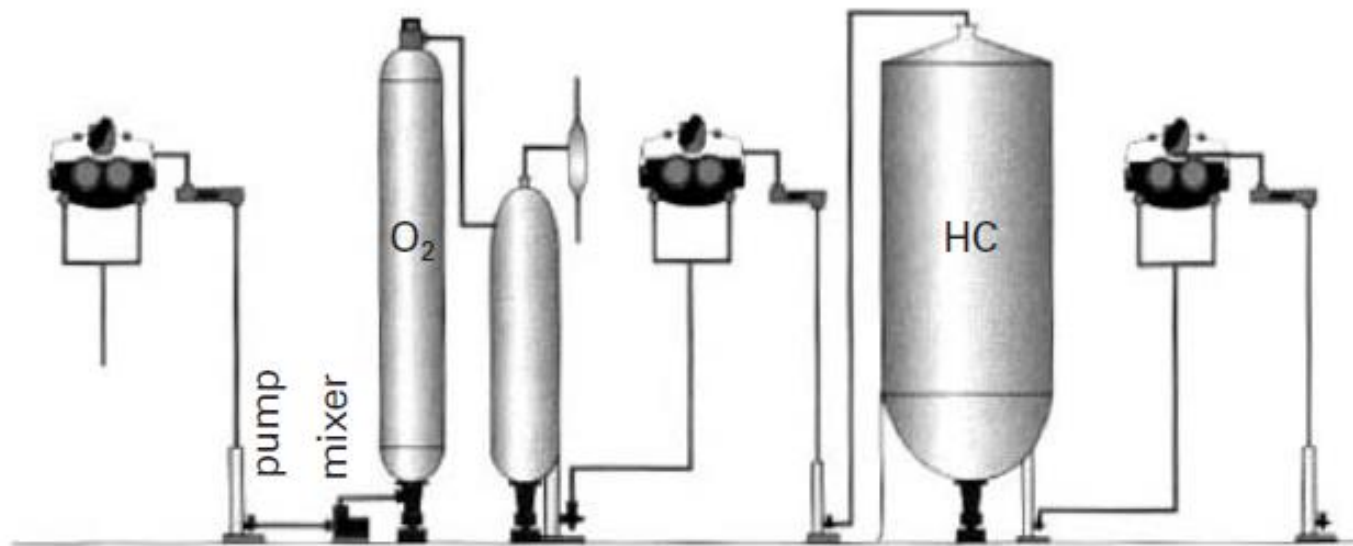


Figure 10.10. A medium consistency oxygen delignification stage consisting of a wash press, a transportation screw, a stand-pipe with a pump, a mixer and a reactor with a following blow tank, a wash press, a HC tower (buffer tank) and a final wash press. (Metso Paper).

Sequências industriais que incluem a etapa de pré-deslignificação com O_2 em meio alcalino

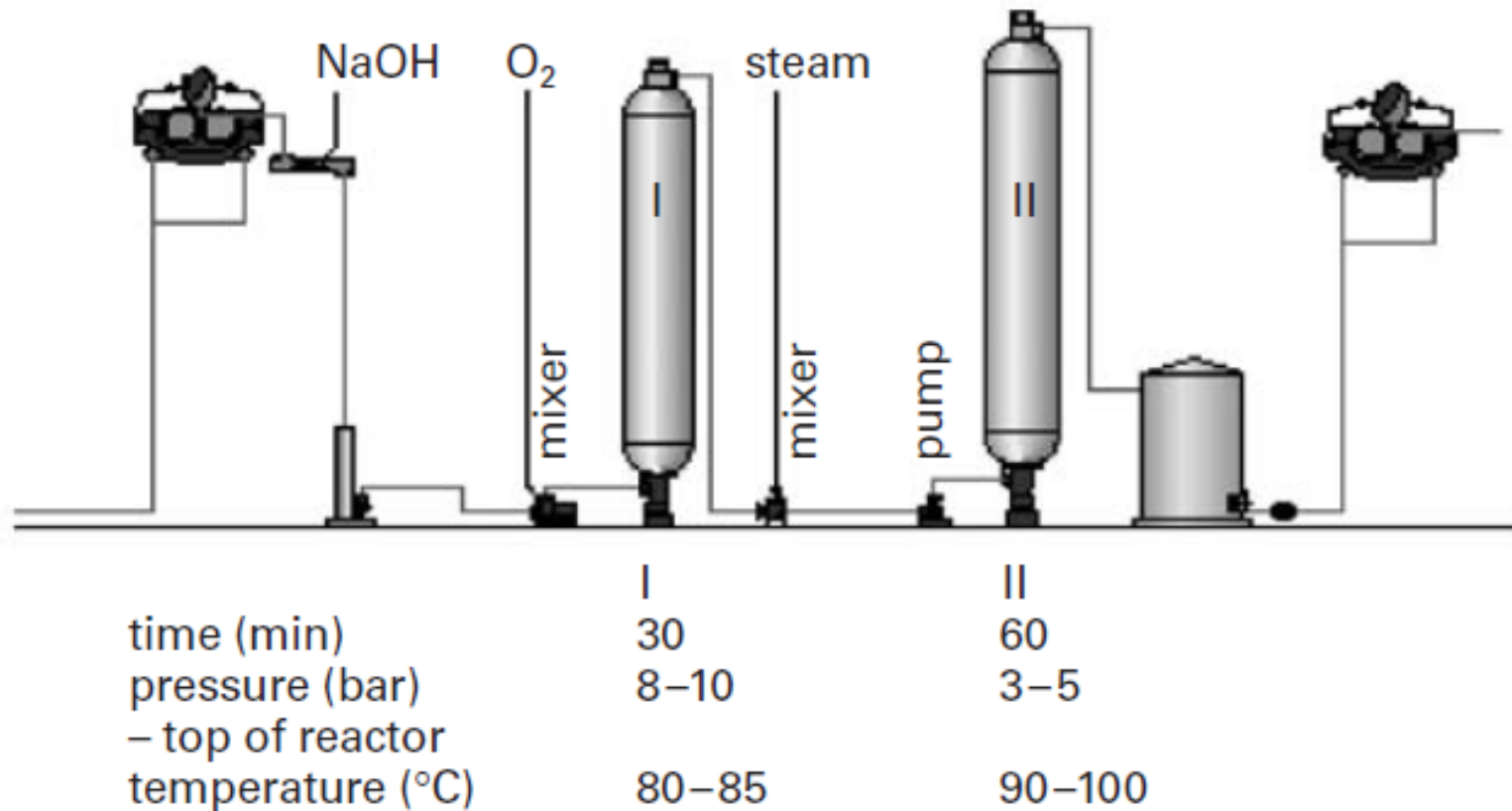


Figure 10.11. A medium consistency oxygen delignification stage with two reactors, 10.10. (Metso Paper).

Dois estágios O_2