

METALURGIA EXTRATIVA DOS NÃO FERROSOS

PMT 3409

PRODUÇÃO DE ALUMINA/ALUMÍNIO

ALUMINA

Mineral	Corundum		
Crystal system	Hexagonal a:4.67、c:13.00 $\times 10^{-10}$ m		
Specific gravity	3.98		
Melting point	2053°C		
Thermal conductivity	36J/m·sec·°C		
Specific heat	750J/kg·°C		
Thermal expansion coefficient	C	6.6 $\times 10^{-6}$ /°C	
	C ⊥	5.3 $\times 10^{-6}$ /°C	
Dielectric loss tangent	1 $\times 10^{-5}$ at 10 ³ Hz		
Dielectric constant	C	11.5	at 25°C 10 ³ ~10 ¹⁰ Hz
	C ⊥	9.3	
Dielectric strength	4.8 $\times 10^5$ V/cm		
Volume resistivity	10 ¹⁵ Ω/cm		
Refractive index	1.76		
Hardness	New Mohs	12	
	Vickers	2.2 $\times 10^4$ MPa	
Young's modulus	4.7 $\times 10^5$ MPa		
Compressive strength	2940MPa		

Publication number in Japanese official gazette 1-23

ALUMINA



ALUMÍNIO

- Não ferroso mais importante

Condutividade Térmica
de Materiais a 27°C

Materiais	Cond. Térmica (J/s.m.K)
Prata	426
Cobre	398
Alumínio	237
Tungstênio	178
Ferro	80,3
Vidro	0,72 a 0,86
Água	0,61
Tijolo	0,4 a 0,8
Madeira (Pinho)	0,11 a 0,14
Fibra de vidro	0,046
Espuma de poliestireno	0,033
Ar	0,026
Espuma de poliuretano	0,020

Material	Condutividade ($\Omega.m$) ⁻¹
Prata	$6,17 \times 10^{-9}$
Cobre	$5,91 \times 10^{-9}$
Ouro	$4,25 \times 10^{-9}$
Alumínio	$3,63 \times 10^{-9}$
Tungstênio	$1,90 \times 10^{-9}$
Ferro	$1,03 \times 10^{-9}$
Platina	$0,94 \times 10^{-9}$

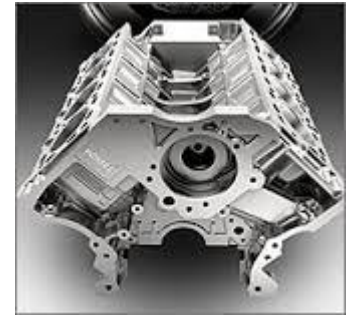
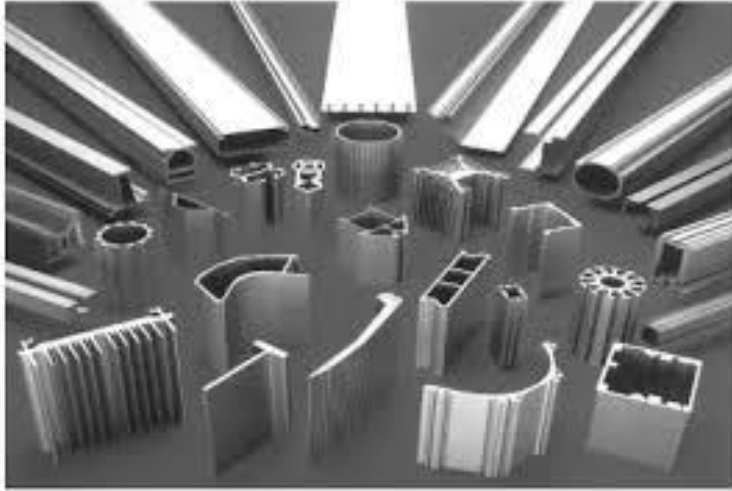
ALUMÍNIO

Material	Tensile strength σ_M (MPa)	Specific gravity ρ	Specific strength σ_R (MPa)
Al	100	2.7	37
Brass	350	8.6	41
Stainless steel	500	7.8	64
Steel (used for automobiles)	400-800	7.8	51-102
Developed iPP	230	0.94	244

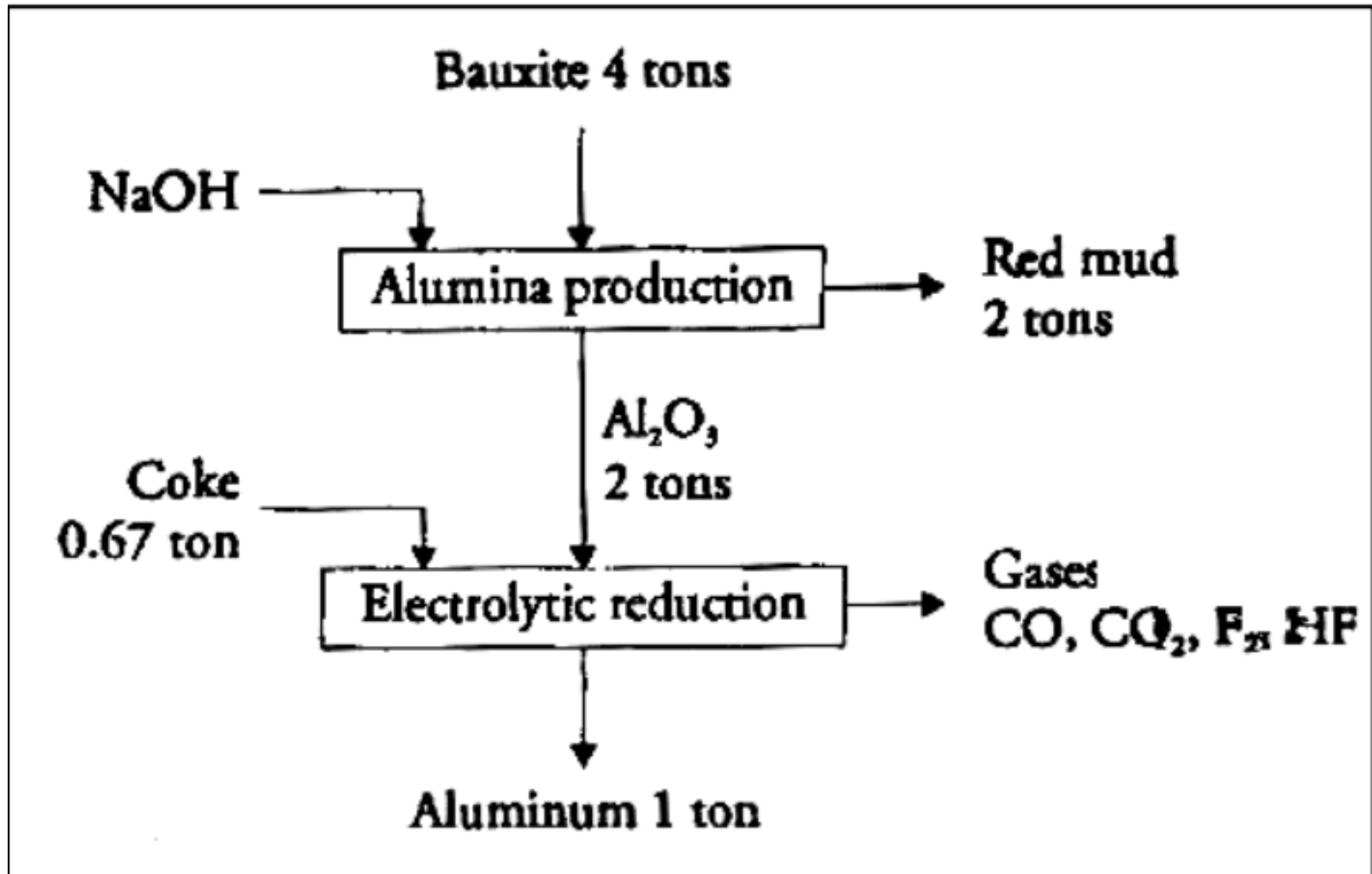
Specific strength $\sigma_R = \text{Tensile breaking strength } \sigma_B / \text{Specific gravity } \rho$

AA	Resist. corrosão	Maquin.	Soldabil.	UNS	Composição	Condição	Propriedades mecânicas			Aplicações/Características
							Rm (MPa)	Re (MPa)	A%	
356.0				A03560	7.0Si, 0.3Mg	Tratado termic. (T6)	228	164	3,5	Caixas de transmissão, blocos de motor
					2.0Li, 0.1Zr	def. frio (T651)				de elevado carregamento

ALUMÍNIO



PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO



PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO

Custos de produção por etapa

Sector	Percentage
Mining	4.6
Al ₂ O ₃ production	22.3
Metal production	73.1
Total	100.0

BAUXITA

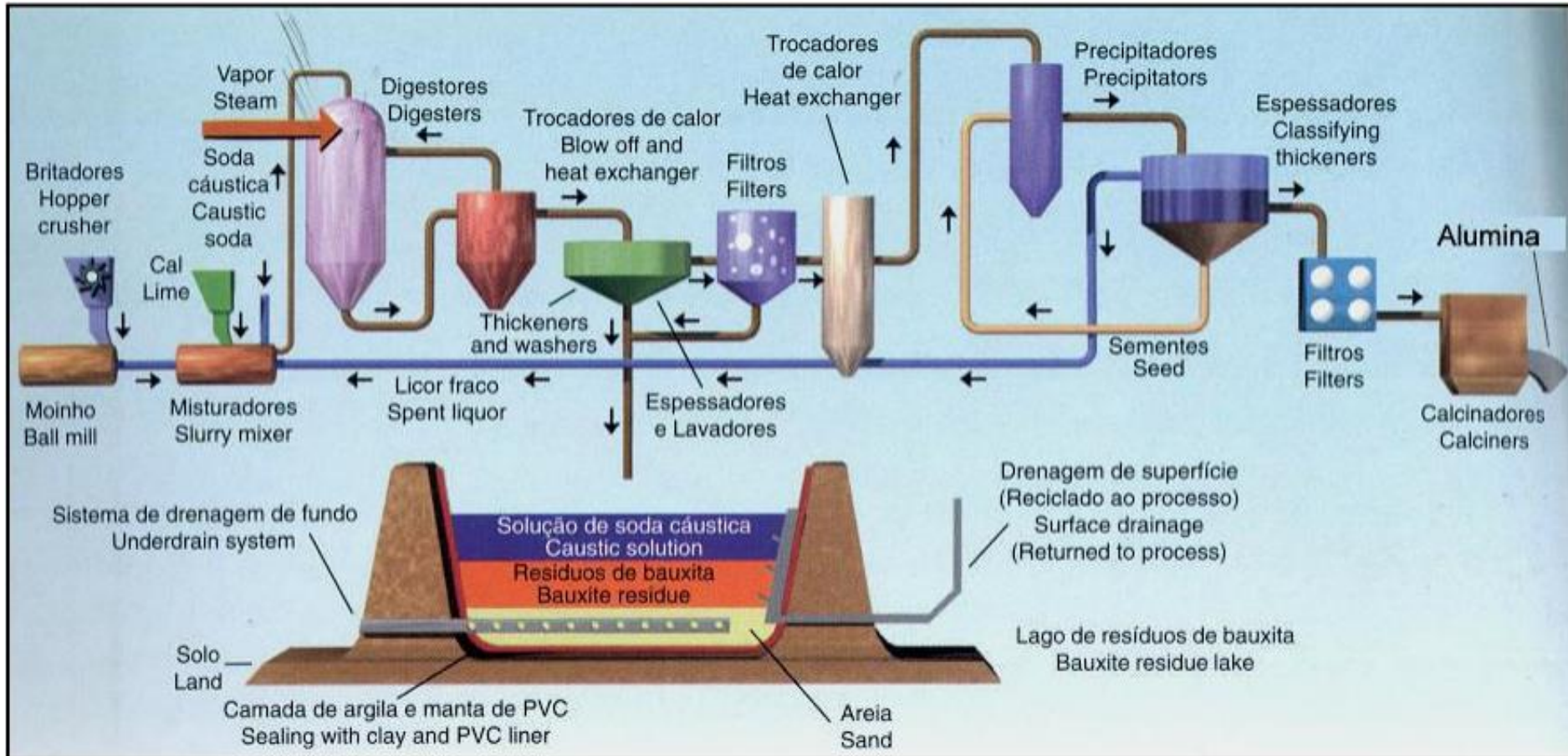
- A maioria dos minérios bauxíticos são compostos por:
 - gibisita ($\text{Al}(\text{OH})_3$ ou $\text{AlO}(\text{OH})\cdot\text{H}_2\text{O}$)
 - boemita ($\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$)
 - diásporo ($\alpha\text{-AlO}(\text{OH})$).

BAUXITA

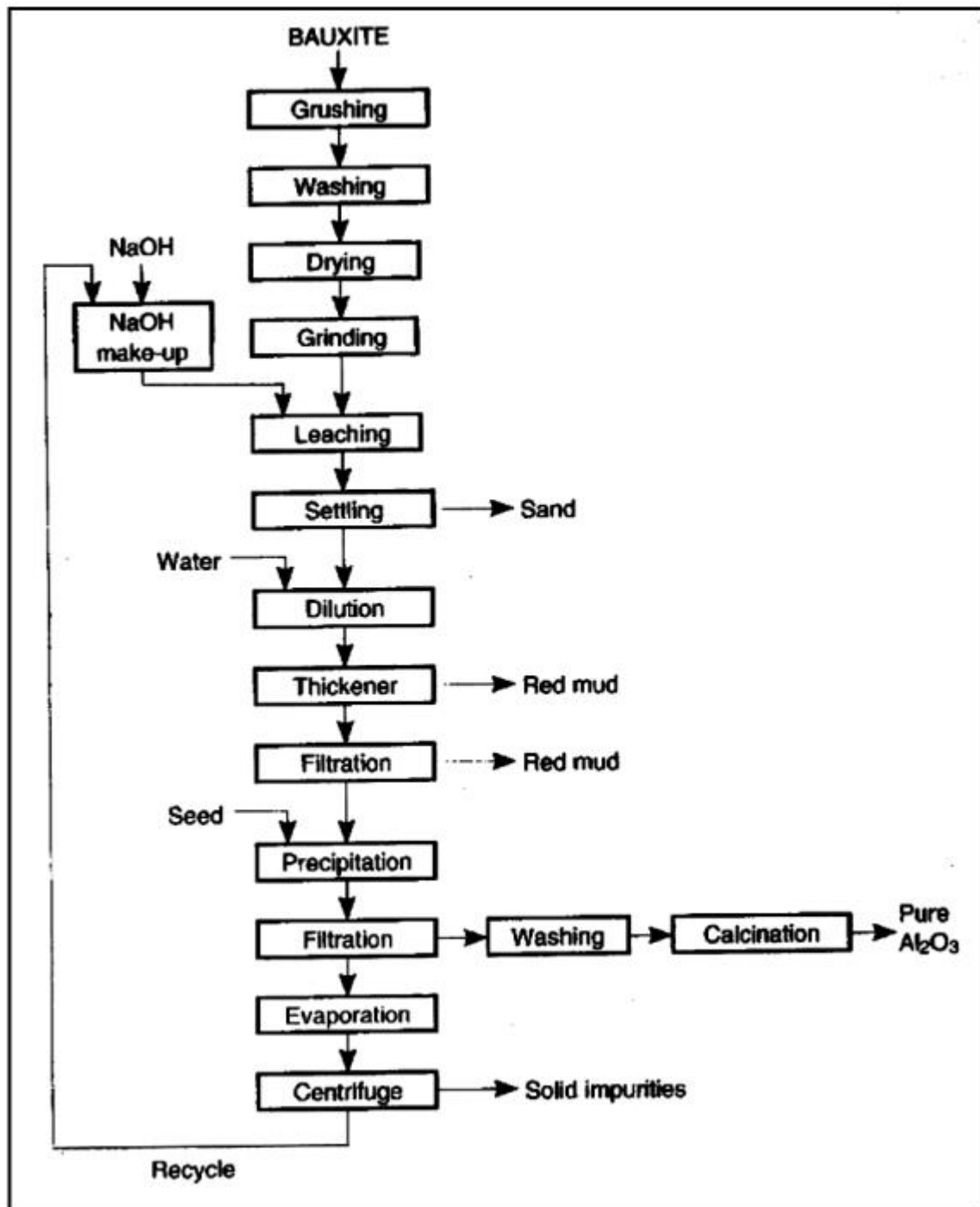
	Percentage
Al_2O_3	40–60
SiO_2	1–6
Fe_2O_3	2–25
TiO_2	1–5
$\text{CaO}+\text{MgO}$	0.2–0.6
Loss on ignition	10–30
Ga_2O_3	0.01
K_2O	0.01
P_2O_5	0.02–0.4
V_2O_5	0.01–0.1
$\text{Ln}_2\text{O}_3^{\text{a}}$	0.01
F	0.01–0.05

^aLn = lanthanide.

PROCESSO BAYER



PROCESSO BAYER

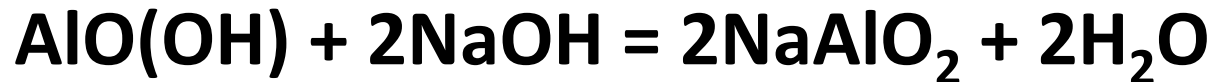


DIGESTÃO

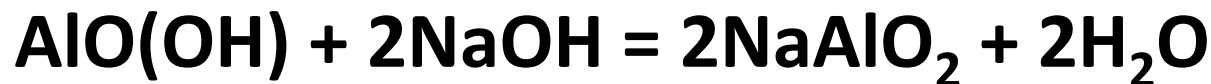
- A Gibisita pode ser digerida a 135-150°C a pressão atmosférica:



- A Boemita pode ser digerida a 205-245°C a pressão atmosférica:

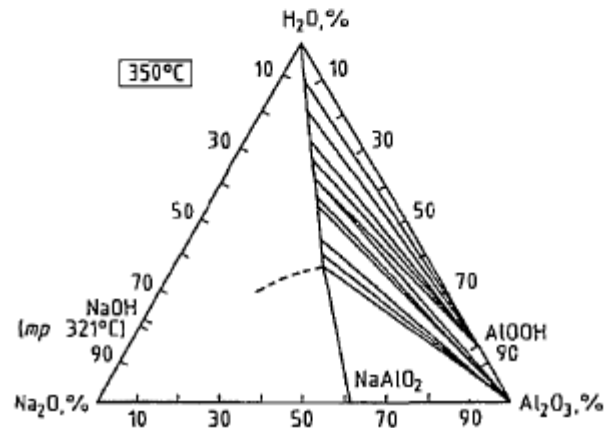
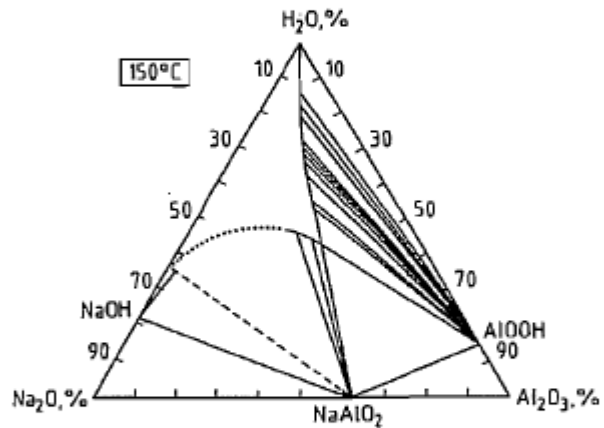
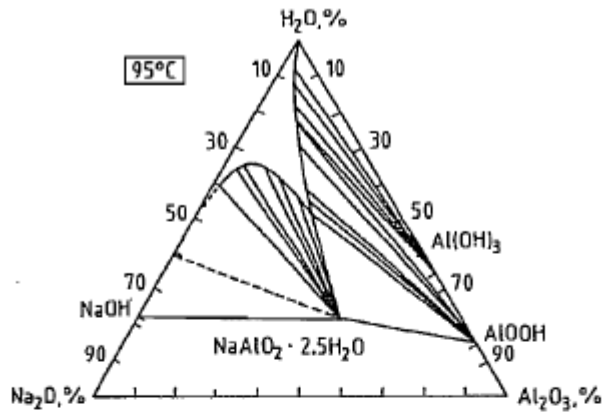


- O diásporo pode ser digerido acima de 250°C a pressões de cerca de 35 atm:



Processo típico: 150°C/4 atm

DIGESTÃO



Bauxite type	Temperature, K	c_{NaOH} , g/L	Final $c_{\text{Al}_2\text{O}_3}$, g/L
gibbsitic	380	260	165
	415	105–145	90–130
boehmite	470	150–250	120–160
	510	105–145	90–130
diaspore ^a	535	150–250	100–150

^a CaO is added to digests to accelerate dissolution of diaspoire.

DIGESTÃO

- A sílica deve ser também digerida:

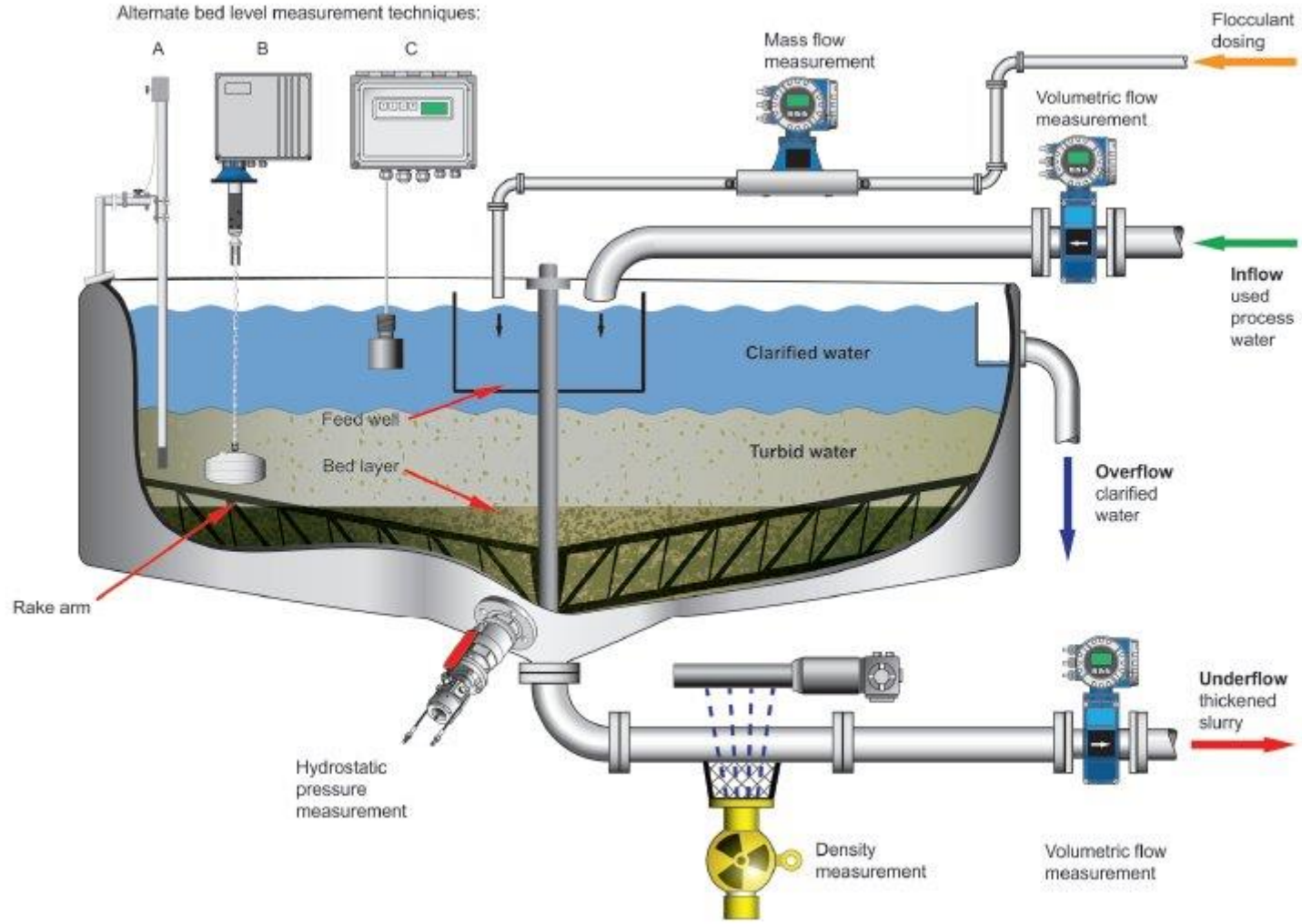


- A adição de CaO
 - Minimiza a %SiO₂ no licor
 - Minimiza a %P e %carbonatos
 - Acelera a digestão do diásporo

CLARIFICAÇÃO

- É produzido o licor rico que é uma solução de aluminato de sódio tetra hidratado $\text{NaAlO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaAl}(\text{OH})_4$
- $>100\mu\text{m}$ – areia
- Sólidos removidos por decantação em espessadores
- Adiciona-se flocculantes
 - Amido de milho (0,5-3kg/t bauxita)
 - Polímeros (acrilato-acrilamina, copolímeros)
- A lama vermelha é separada do processo

CLARIFICAÇÃO



CLARIFICAÇÃO

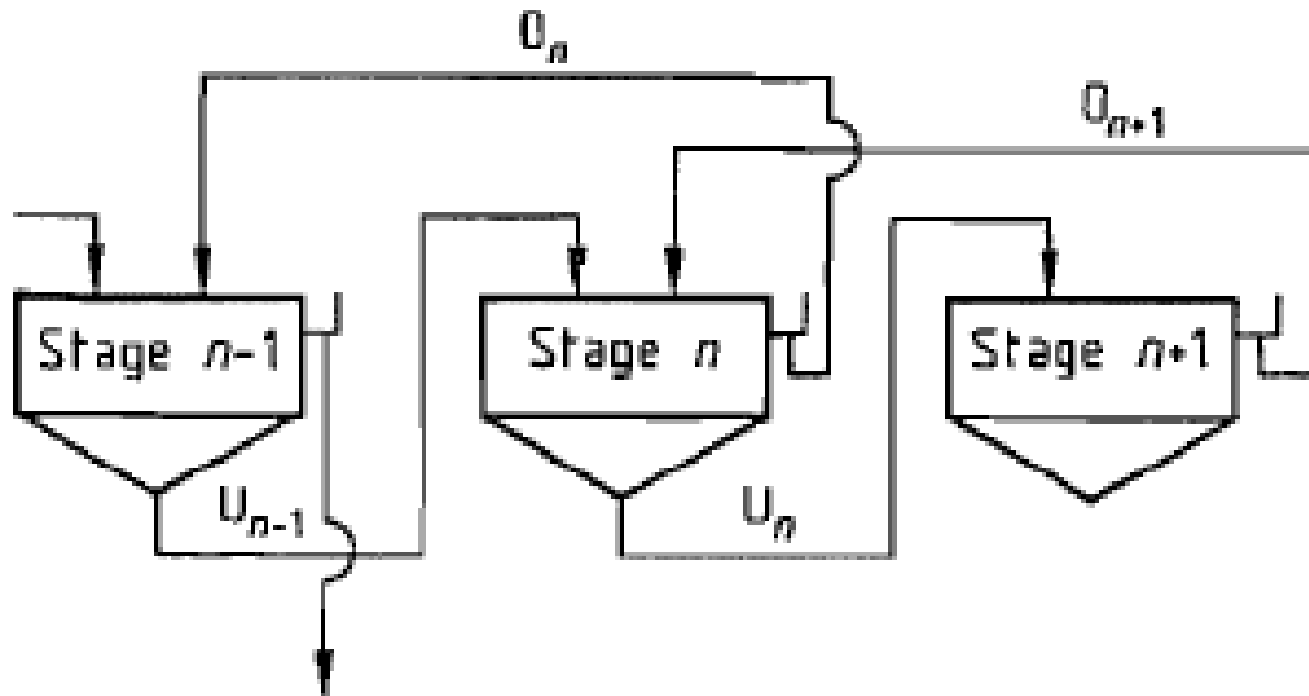


Figure 21.26: Flows at stage n in countercurrent decantation (O = overflow; U = underflow).

CLARIFICAÇÃO



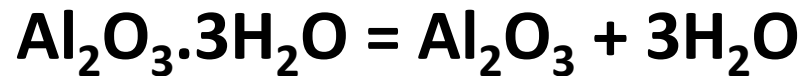
Lagoa de disposição de lama vermelha

PRECIPITAÇÃO

- Neste processo cristais de hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) são produzidos pela adição de sementes

CALCINAÇÃO

- Os cristais de hidróxido de Al são lavados, secos e então aquecidos a temperaturas entre 1010-1260°C em fornos calcinadores rotativos ou de leito fluidizado



OU



- Entre 400-600°C é formada γ - Al_2O_3 (não é inerte)
- Acima de 1150°C a γ -alumina transforma-se em α -alumina (coríndon), que é quimicamente inerte

PROCESSO BAYER

Parâmetros de consumo da alumina

Bauxita (t/t)	1,85 a 3,4
Cal (kg/t)	10 a 50
Soda cáustica (kg/t)	40 a 140
Vapor (t/t)	1,5 a 4,0
Óleo combustível - calcinação (kg/t)	80 a 130
Floculante sintético (g/t)	100 a 1000
Energia elétrica (kwh/t)	150 a 400
Produtividade (Hh/t)	0,5 a 3,0
Água m ³ /t	0,5 a 2,0

Fonte: Boletim Técnico - ABAL/Produtores de Alumínio Primário