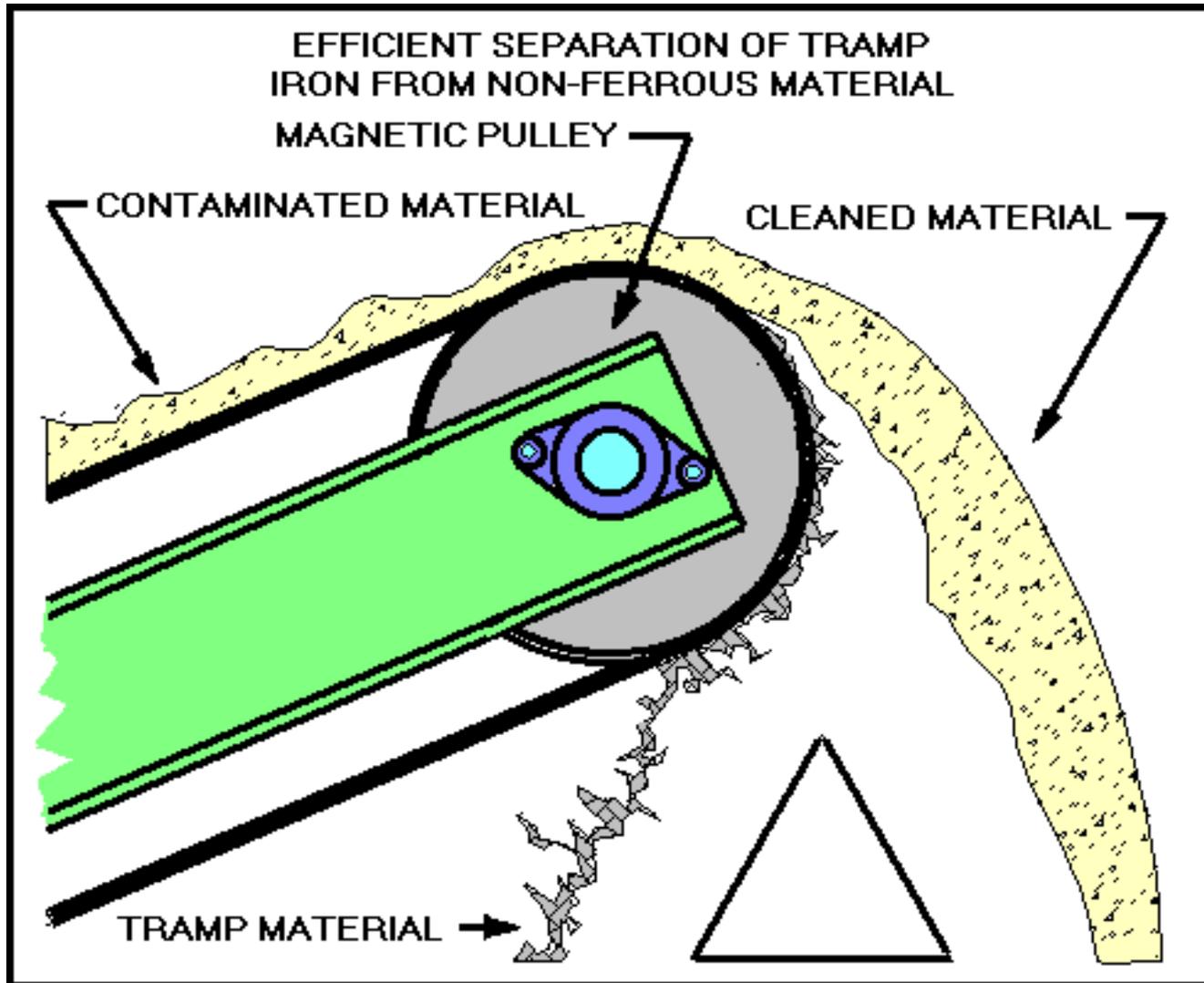


METALURGIA EXTRATIVA DOS NÃO FERROSOS

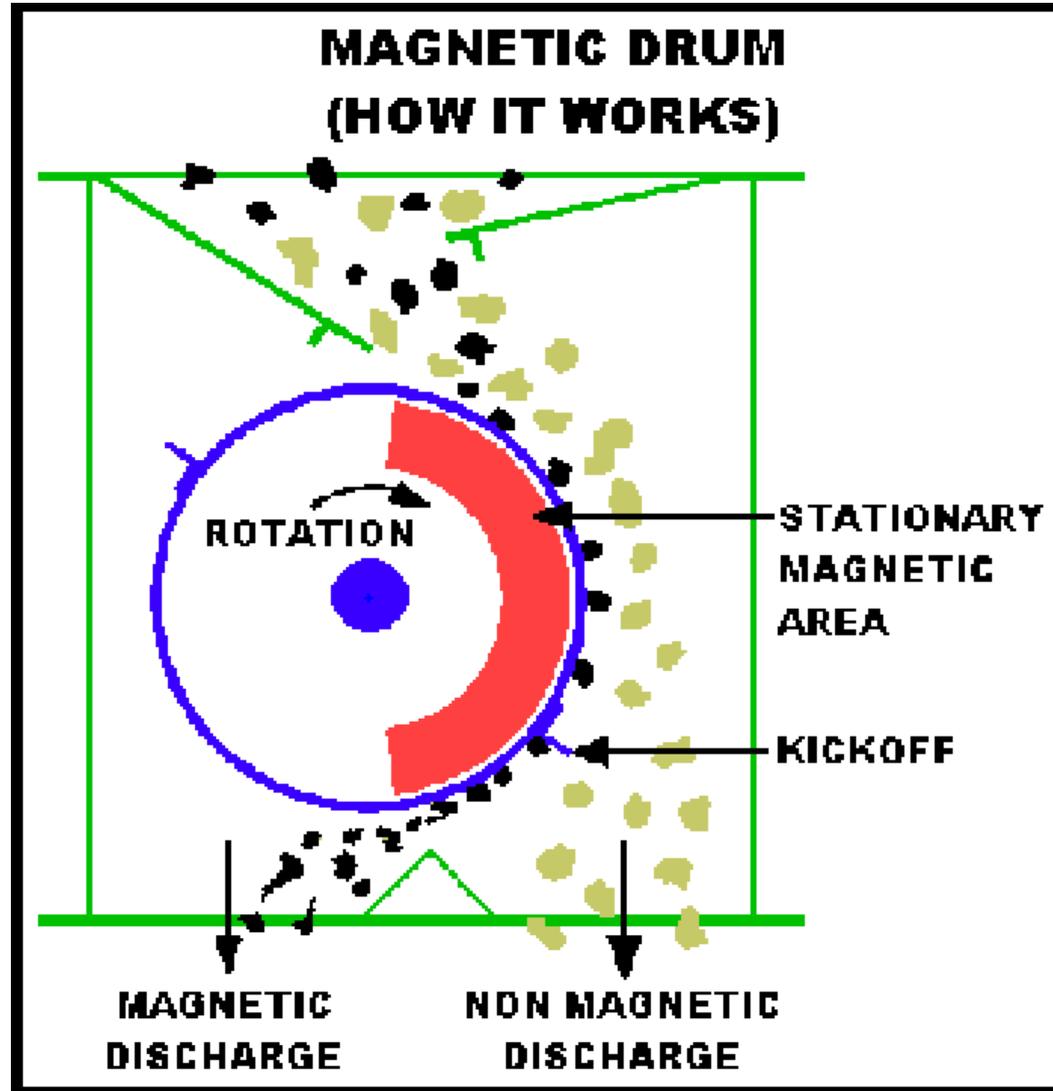
PMT 2509

PMT 3409

SEPARAÇÃO MAGNÉTICA



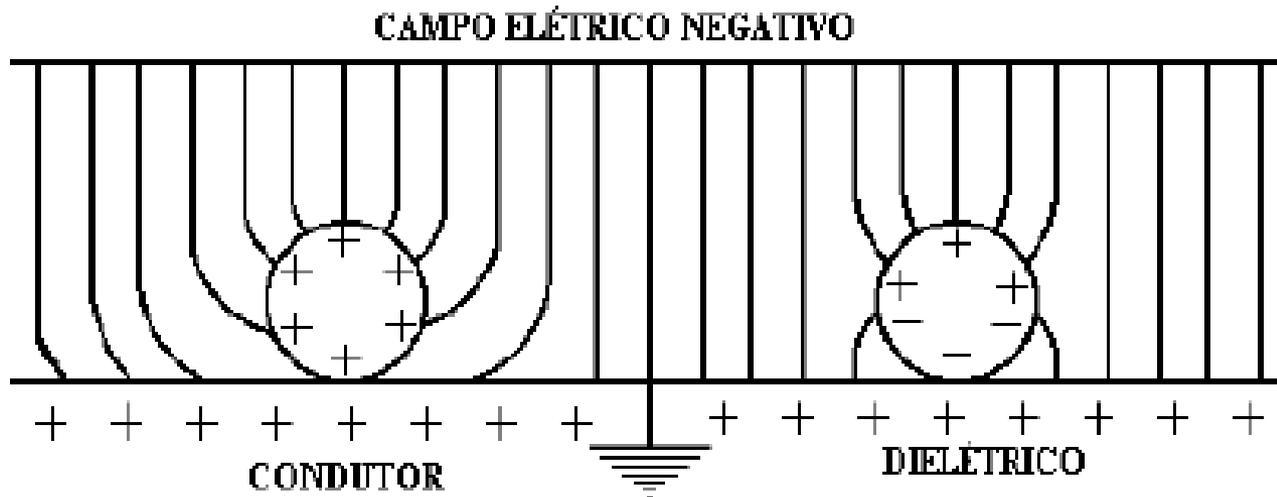
SEPARAÇÃO MAGNÉTICA



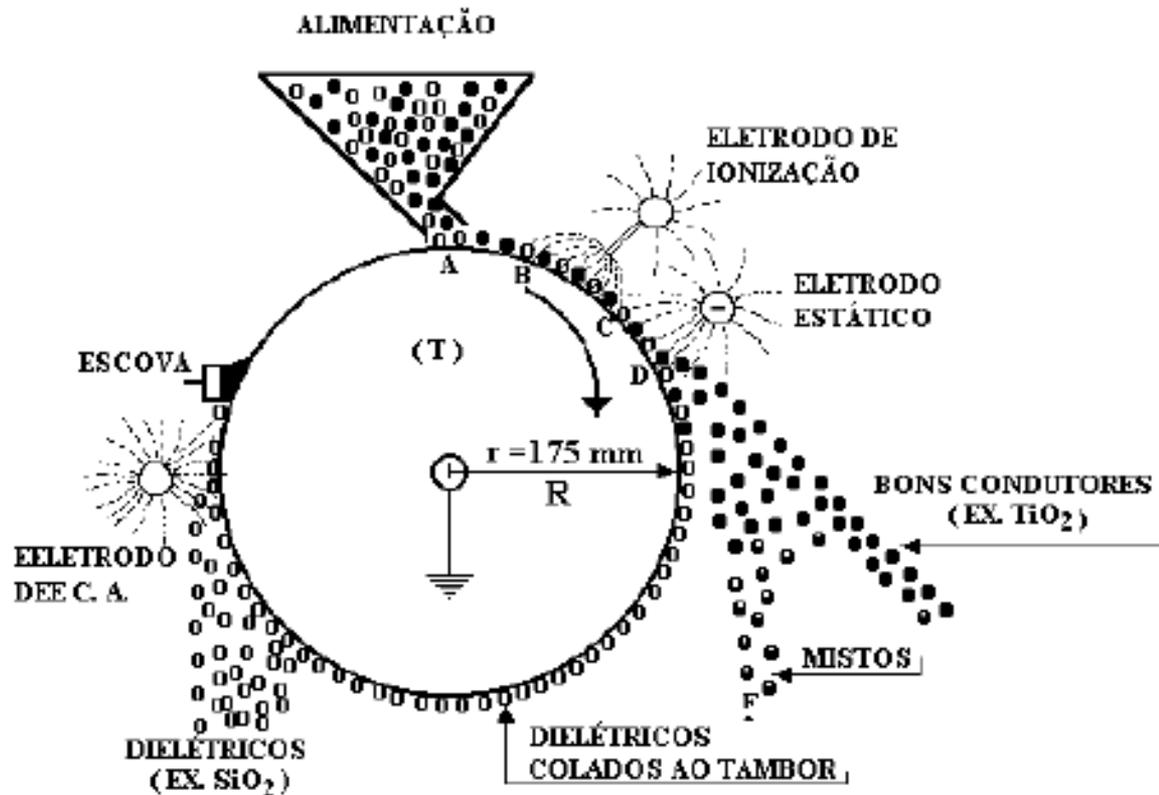
SEPARAÇÃO ELETROSTÁTICA

- Baseia-se nas diferenças de algumas de suas propriedades, tais como: condutibilidade elétrica, susceptibilidade em adquirir cargas elétricas superficiais, forma geométrica, densidade, etc
- Para promover a separação é necessária a existência de dois fatores elétricos:
 - um campo elétrico de intensidade suficiente para desviar uma partícula eletricamente carregada quando em movimento na região do campo;
 - carga elétrica superficial das partículas ou polarização induzida que lhes permitam sofrer a influência do campo elétrico.

SEPARAÇÃO ELETROSTÁTICA

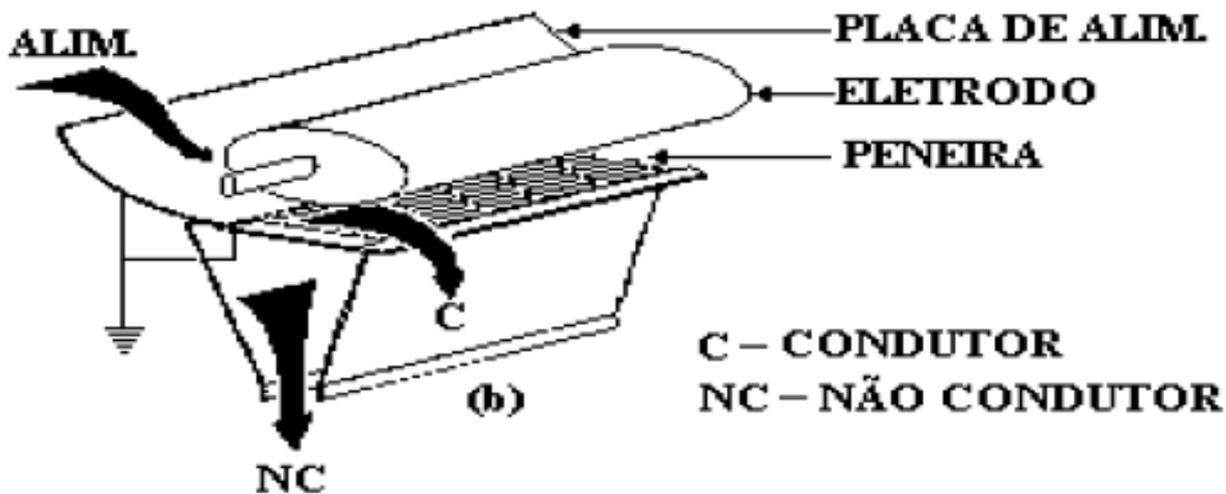
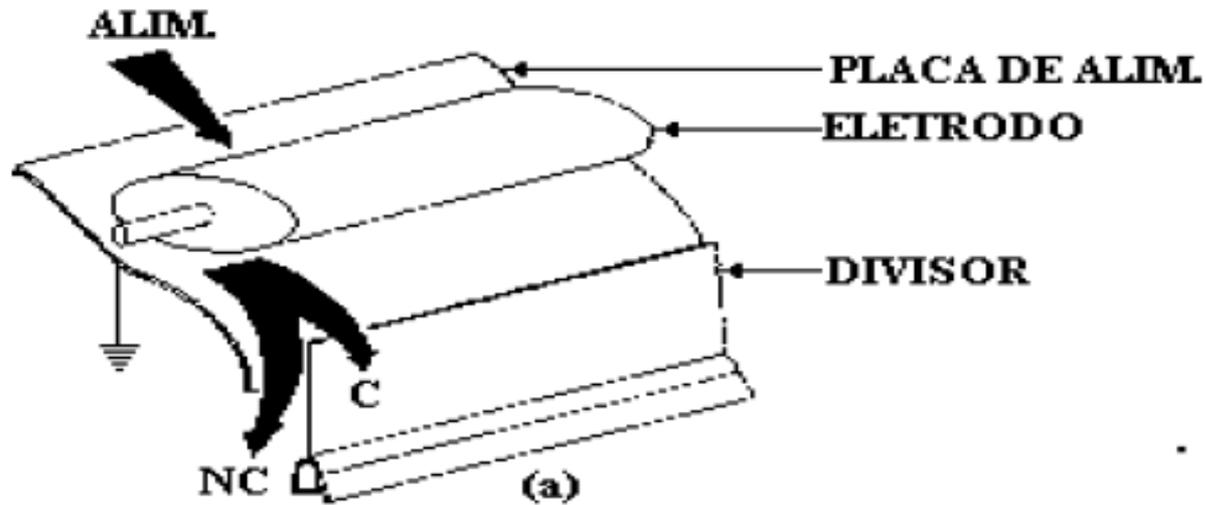


SEPARAÇÃO ELETROSTÁTICA



Tambor Rotativo

SEPARAÇÃO ELETROSTÁTICA



Placa
condutora

SEPARAÇÃO ELETROSTÁTICA

<i>Minerais que se prendem ao tambor (NC)</i>		<i>Minerais que não se prendem ao tambor (C)</i>	
Apatita	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$	Cassiterita	SnO_2
Barita	BaSO_4	Cromita	FeCr_2O_4
Calcita	CaCO_3	Esfalerita	ZnS
Cianita	Al_2SiO_5	Estibnita	Sb_2S_3
Coríndon	Al_2O_3	Galena	PbS
Garnierita	Silicato hidratado de Ni	Goetita	$\text{FeO}(\text{OH})$
Gibsita		Hematita	Fe_2O_3
Gipsita	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ilmenita	FeTiO_2
Monazita	$(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd}, \text{Th})\text{PO}_4$	Magnetita	Fe_3O_4
Quartzo	SiO_2	Ouro	Au
Scheelita	CaWO_4	Pirita	FeS_2
Sillimanita	Al_2SiO_5	Rutilo	TiO_2
Turmalina	Borossilicato	Columbita-Tantalita	$(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$
Zircão	ZrSiO_4	Wolframita	$(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$

CONCENTRAÇÃO

- **FLOTAÇÃO**

- Conceitos iniciais pelos irmãos Bessel (1877) recuperando grafita com óleo (flotação oleosa). Esses, provavelmente, são os precursores da flotação por espuma
- As partículas são mais densas que o líquido e são carregadas pelas bolhas
- Hidrofobicidade: exprime a tendência dessa espécie mineral ter maior afinidade pela fase gasosa que pela fase líquida
- Poucas espécies minerais são hidrofóbicas: é necessária a adição de substâncias (coletor)

CONCENTRAÇÃO

- Substâncias coletoras (exemplos): devem ser adsorvidas pela superfície da partícula
 - ácidos graxos e seus sabões
 - tiocarbamatos ou xantatos
 - sulfatos de alcoila ou arila
 - tióis (álcoois de enxofre) ou mercaptana:
 - tiouréias
 - ditiofosfatos ou aerofloats
 - tiocarbamatos
 - aminas e seus acetatos (catiônicos)

FLOTAÇÃO

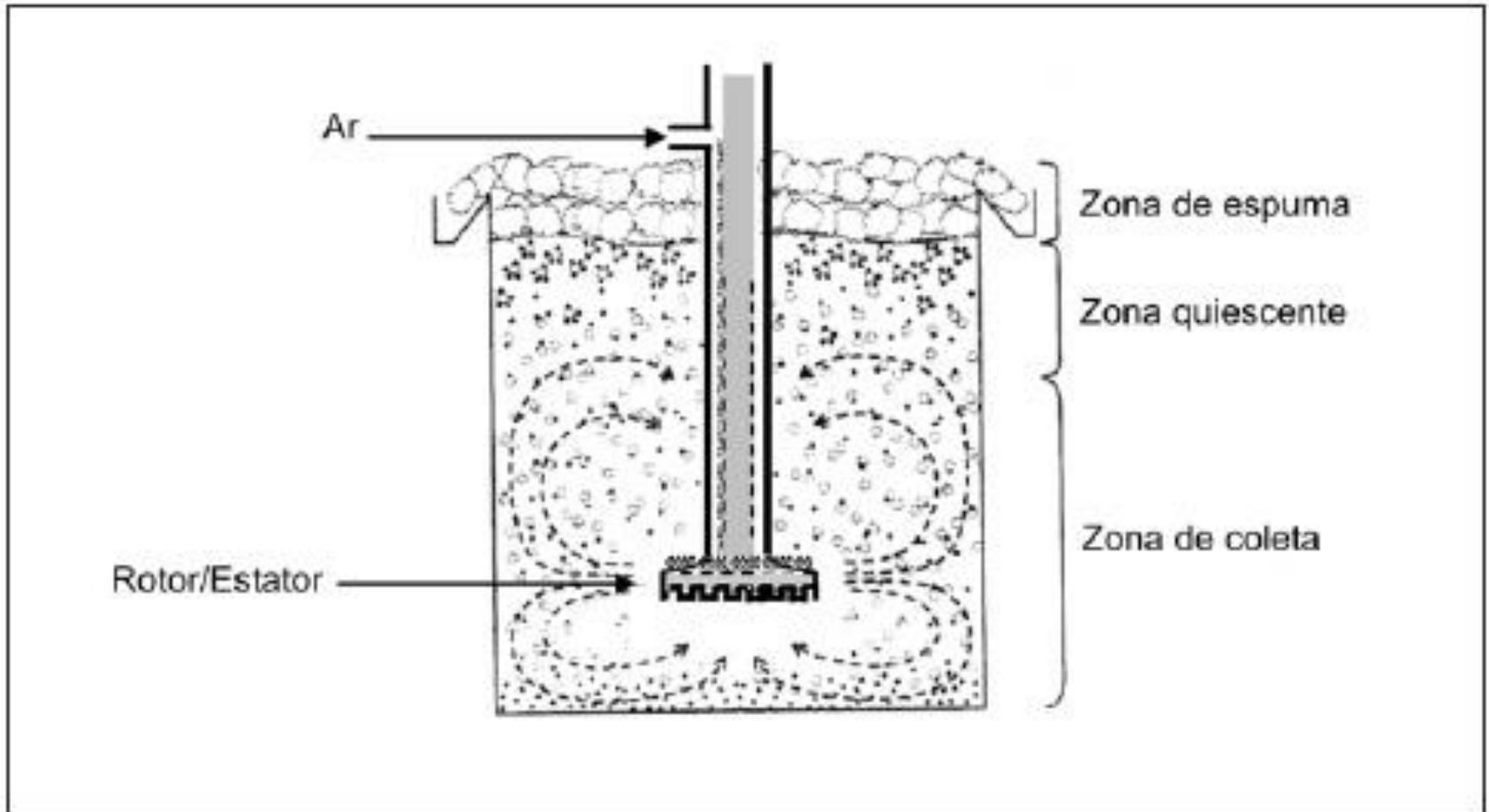


Figura 1 - Padrões de fluxo numa célula de flotação.

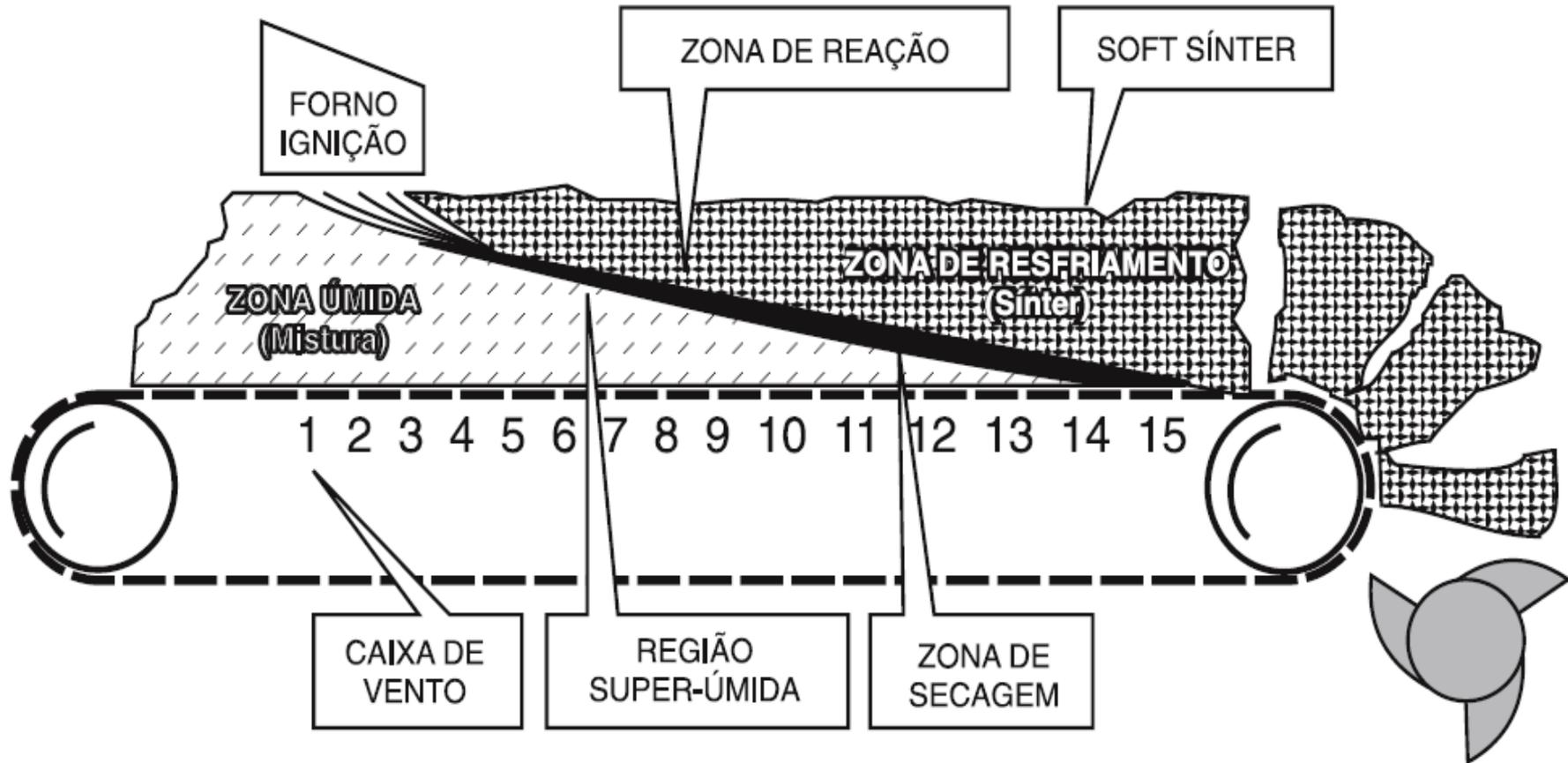
FLOTAÇÃO



PREPARAÇÃO DE CARGAS

- Os minérios podem ser carregados nos reatores na forma
 - “Lumps” ou pedras: logo após a britagem e classificação
 - Finos: após a moagem e classificação
 - Preparados (normalmente os finos):
 - Sinterização
 - Pelotização
 - Briquetagem

SINTERIZAÇÃO



<http://www.youtube.com/watch?v=zJxtKlbU0Gc&feature=youtu.be>

SINTERIZAÇÃO

- CARGA: finos de minério, fundente, coque
 - 0,15 mm – 6,35 mm
- ZONA ÚMIDA: tendo como limite superior a temperatura de 100°C, constitui a base do leito de mistura a sinterizar.
- ZONA DE SECAGEM: compreendida entre 100 a 500°C. Região onde ocorre principalmente a vaporização da umidade da mistura e depois a desidratação dos hidróxidos.

SINTERIZAÇÃO

- **ZONA DE REAÇÃO:** compreende toda a região térmica no aquecimento acima de 500°C , quando se inicia a combustão do coque, passando pelo ponto de temperatura máxima do processo e chegando até $>900^{\circ}\text{C}$, quando se inicia o resfriamento do sinter. As principais reações que ocorrem nesta zona são: combustão do coque (exotérmica), decomposição dos carbonatos (endotérmica), reações na fase sólida, reações na fase líquida (formação do magma), redução e reoxidação dos óxidos de ferro.
- **ZONA DE RESFRIAMENTO:** tem início abaixo de 900°C , quando termina a reação. Nesta fase do processo tem lugar o resfriamento do sinter e é nela que aparecem os primeiros cristais que, conforme o seu desenvolvimento, irão conferir determinadas propriedades ao sinter.

SINTERIZAÇÃO

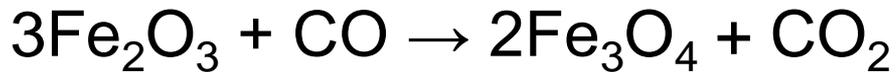
a) Secagem: até 300°C - Vaporização da água livre.



b) Desidratação: 400 a 500°C - Vaporização da água combinada



c) Redução superficial do minério de ferro

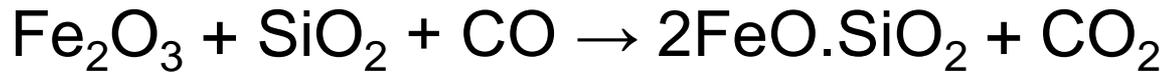
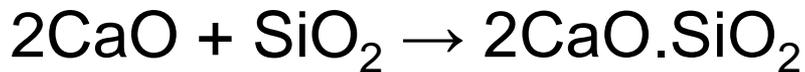
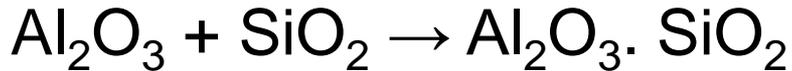


d) Decomposição de carbonatos: 750 a 1150°C

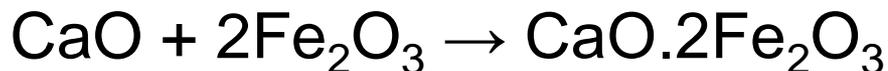
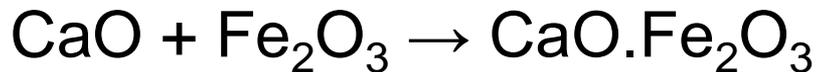


SINTERIZAÇÃO

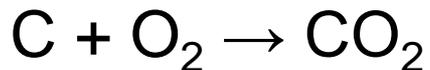
e) Formação de silicatos: 600 a 1300°C



f) Formação de Cálcio-ferritas: 600 a 1300°C



g) Combustão do Coque: 1300°C



h) Formação da magnetita:



SINTERIZAÇÃO

Produto final

- 5-50 mm: AF
- 10-20 mm: falsa grelha
- <5 mm: retorno

PELOTIZAÇÃO

- Pelotas são aglomerados de forma esférica formados pela pelotização de minérios finos com o auxílio de aditivos seguido por um endurecimento a frio ou a quente.
- Os aditivos geralmente utilizados são: fundentes (calcário, dolomita), aglomerantes (bentonita, cal hidratada) e combustível sólido (antracito)
- Existem basicamente dois tipos de pelotas:
 - PAF: Para Alto Forno
 - PRD: Para Redução Direta

PELOTIZAÇÃO



Disco Pelotizador

PELOTIZAÇÃO



<http://www.youtube.com/watch?v=K9-2VmNrUqk>

PELOTIZAÇÃO

- Carga:
 - Minério: <325#
 - 0,5-1%: Bentonita
 - 2-3%: Cal hidratada
 - 0,05-0,1%: polímero
- Discos de 7,5m de diâmetro: 16 rpm; 48° a 55°; 120 t/h de “polpa retida”
- Pela ação do aglomerante e da capilaridade, formam-se pequenos núcleos esféricos, que vão crescendo pelo efeito de “bola de neve”: diâmetro entre 8 e 18mm (pelota crua)
- As pelotas cruas são então queimadas num forno específico a temperaturas de até 1350°C

BRIQUETAGEM



- **PARÂMETROS:**

- Pressão de trabalho;
- Vão entre rolos;
- Frequência de rotação;
- Formato das cavidades;
- Nº cavidades por rolo;
- Dimensões das cavidades;
- Tipo de material a ser briquetado;

BRIQUETAGEM



Carga: 100#

