MOPE
PROCESSOS MINERAIS

NOVA ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE MINERAÇÃO

Dezembro 2015

OBJETIVOS

Estabelecer uma nova fórmula para o desenvolvimento de projetos de mineração, assim como colaborar com a eventual adaptação das usinas existentes para esta nova estratégia.

Ajudar para trazer de volta a mineração para o ganho legitimo do investidor, para uma engenharia mais criativa, para a “otimização” de processos, para os mínimos CAPEX e OPEX, para a sinergia entre as mineradoras e entre estas e o poder público, e para a real sustentabilidade dos empreendimentos, valorizando a sociedade e o meio ambiente.

Divulgar, discutir e congregar mineradoras, empresas consultoras e de engenharia, fornecedores de equipamentos e serviços, cientistas e o poder público, dentre outros protagonistas da área mineral, para aprimorar, difundir e praticar esta nova estratégia.

MOTIVAÇÃO

A chave desta virada, em nossa opinião, estará na mudança de foco na solução procurada perante as naturais perdas de competitividade da mineração, quais são, dentre outras: queda de teor, queda de tamanho das reservas, disseminação de pequenos depósitos, elevado custo da energia, falta de água, problemas logísticos, restrições socioambientais e menores preços das commodities. A opção seguida até agora tem sido pelo gigantismo, privilegiando grandes fornecedores e agredindo o ambiente.

O caminho aqui proposto aponta para a mínima usina com a mínima geração de resíduos finos, focando agora na reconstituição ou pré-concentração do minério, investindo pouco numa melhor fragmentação e liberação, mas, poupando muito nas usinas concentradoras, reduzindo os problemas ambientais. Projetar ou operar uma usina com este conceito reduziria significativamente os investimentos e os custos de operação.

.

ALGUNS NÚMEROS

Se uma usina foi implantada para produzir 25 milhões de toneladas por ano de concentrado de minério de ferro e, ao longo do tempo (como é a regra geral) o teor do ROM começar a cair, parece evidente que a usina deverá ser ampliada e a quantidade de rejeitos gerados irá aumentar assustadoramente, como ilustrado no quadro abaixo *(estimativa MOPE).*

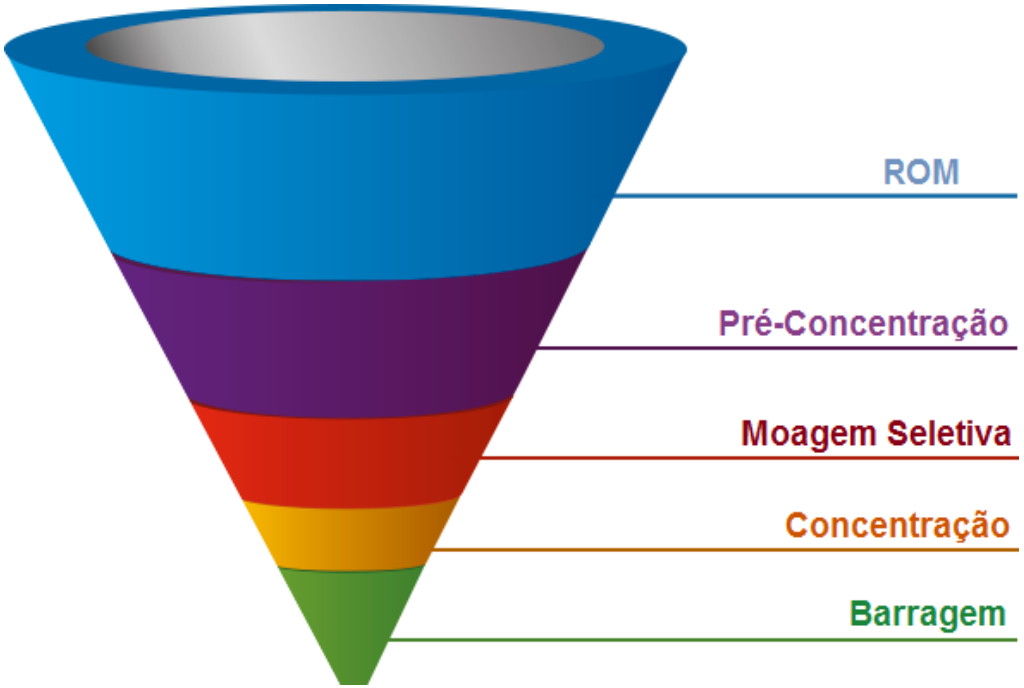
MANTENDO A PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE FERRO						
Teor, %Fe	Alim., t/h	Ampliação Usina, %	Recup. Mássica, %	Concentrado Mtpa	Rejeito, t/h	% aumento de rejeito
55	4.530	**0**	70	25	1359	**0**
50	5.285	**17**	60	25	2114	**56**
45	5.765	**27**	55	25	2594	**91**
40	7.047	**56**	45	25	3876	**185**
35	8.345	**84**	38	25	5174	**281**
30	9.909	**119**	32	25	6738	**396**

Investe-se CAPEX e se gasta mais OPEX, apenas em processar e depositar ganga

INVERTINDO A LÓGICA ATUAL

Deve ser avaliada a cominuição seletiva e pré-concentração, elevando o teor de alimentação e reduzindo a massa alimentada nas operações mais caras de concentração, reduzindo os problemas ambientais.

Muita gente se surpreenderia se soubesse a potencialidade que o seu minério lhe oferece e, ainda, o fácil e rápido que são os testes.



Mínimos CAPEX, OPEX e geração de resíduos finos

A NOVA ESTRATÉGIA

Testes de fragmentação seletiva

Testes de moagem seletiva e pré-concentração

Melhor rota de processos. Otimização de usinas em operação

Circuitos Abertos Peneiras HF vs. ciclones

PRÉ-CONCENTRAÇÃO

MINA

- Mais Reservas;
- Cava otimizada;
- Menor relação E/M;
- Flexibilidade operacional.

USINA

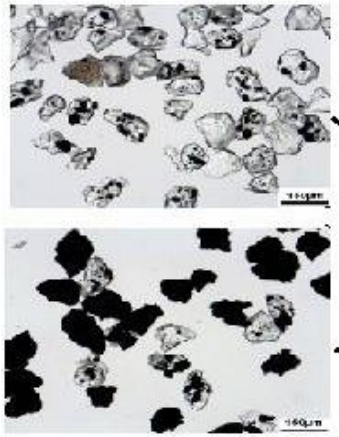
- Usina menor (< CAPEX);
- Menor taxa (t/h);
- Minério mais rico e macio;
- Alimentação estável ;
- Redução radical do OPEX.

REJEITOS

- Menos Rejeitos;
- Menores problemas ambientais.

Melhor desempenho, com mínimos CAPEX, OPEX e riscos ambientais

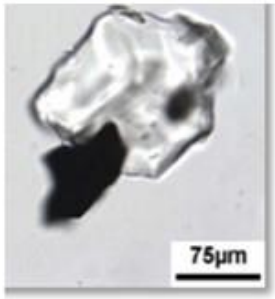
MOAGEM SELETIVA DO MINÉRIO DE FERRO



Tamanho do grão

Quartzo: 150 a 200 µm

Ferro: 75 µm

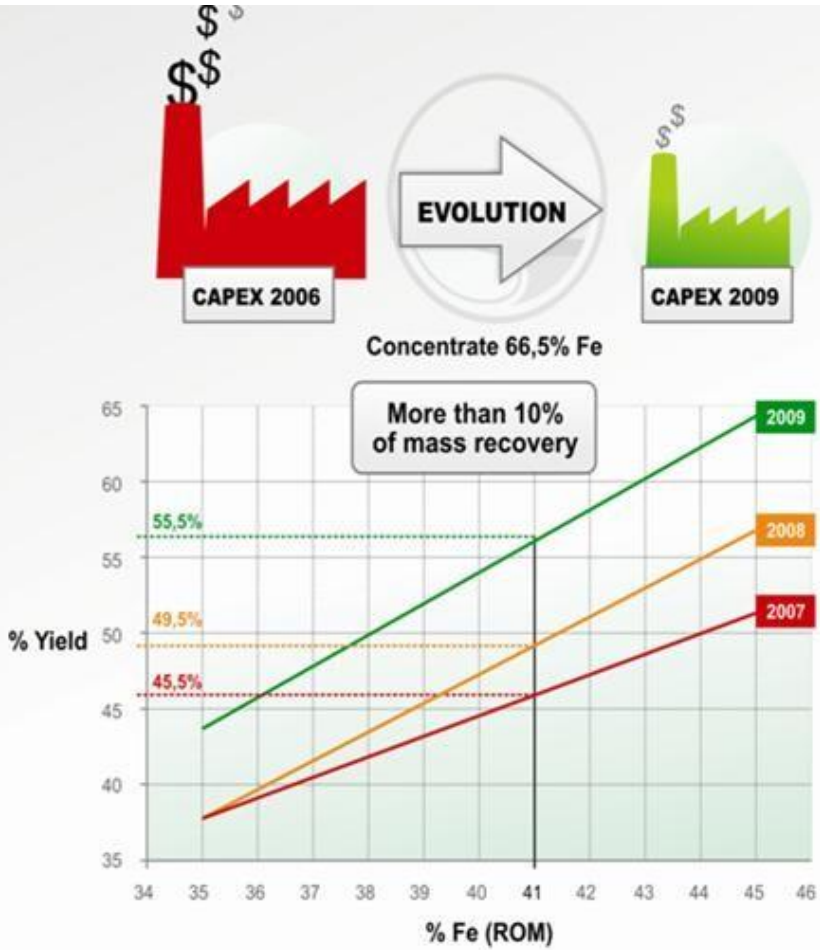


Projeto Pedra de Ferro (Bamin) – Prêmio Excelência da Revista Mineral & Minérios em 2010

REDUÇÃO DE 50% DO CAPEX E 66% DO OPEX

(Em relação a projeto convencional original)

Compilation and historic evaluation of 3 years of metallurgical research



Projeto Pedra de Ferro (Bamin)

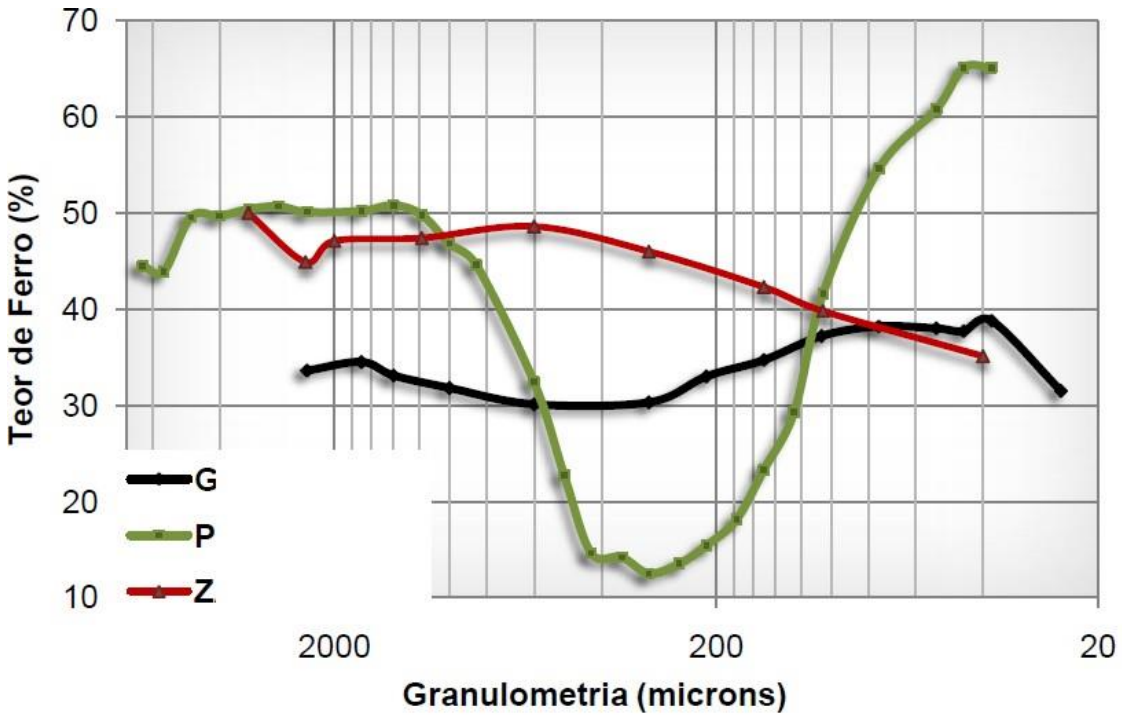
FRAGMENTAÇÃO SELETIVA MINÉRIO DE FERRO

Com teor médio próximo, os três minérios se fragmentam de forma muito diferente.

O “G” é carregado de anfibólios.

O “P” é o típico Itabirito com elevada % de hematita monocristalina .

O “Z” é magnetitito, interessante para produto granulado.



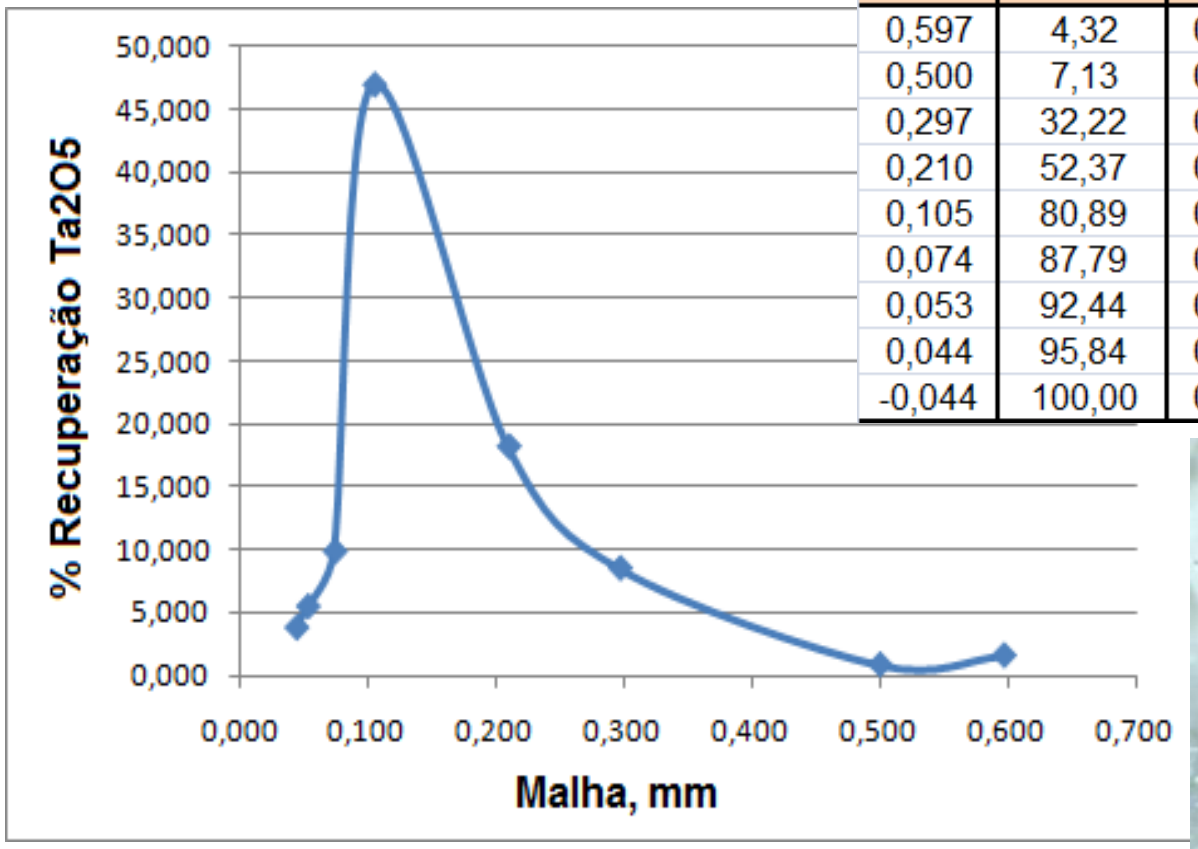
Comparação da granuloquímica de Ferro para três diferentes depósitos.

Cada minério fragmenta em forma diferente, exteriorizando a sua heterogeneidade

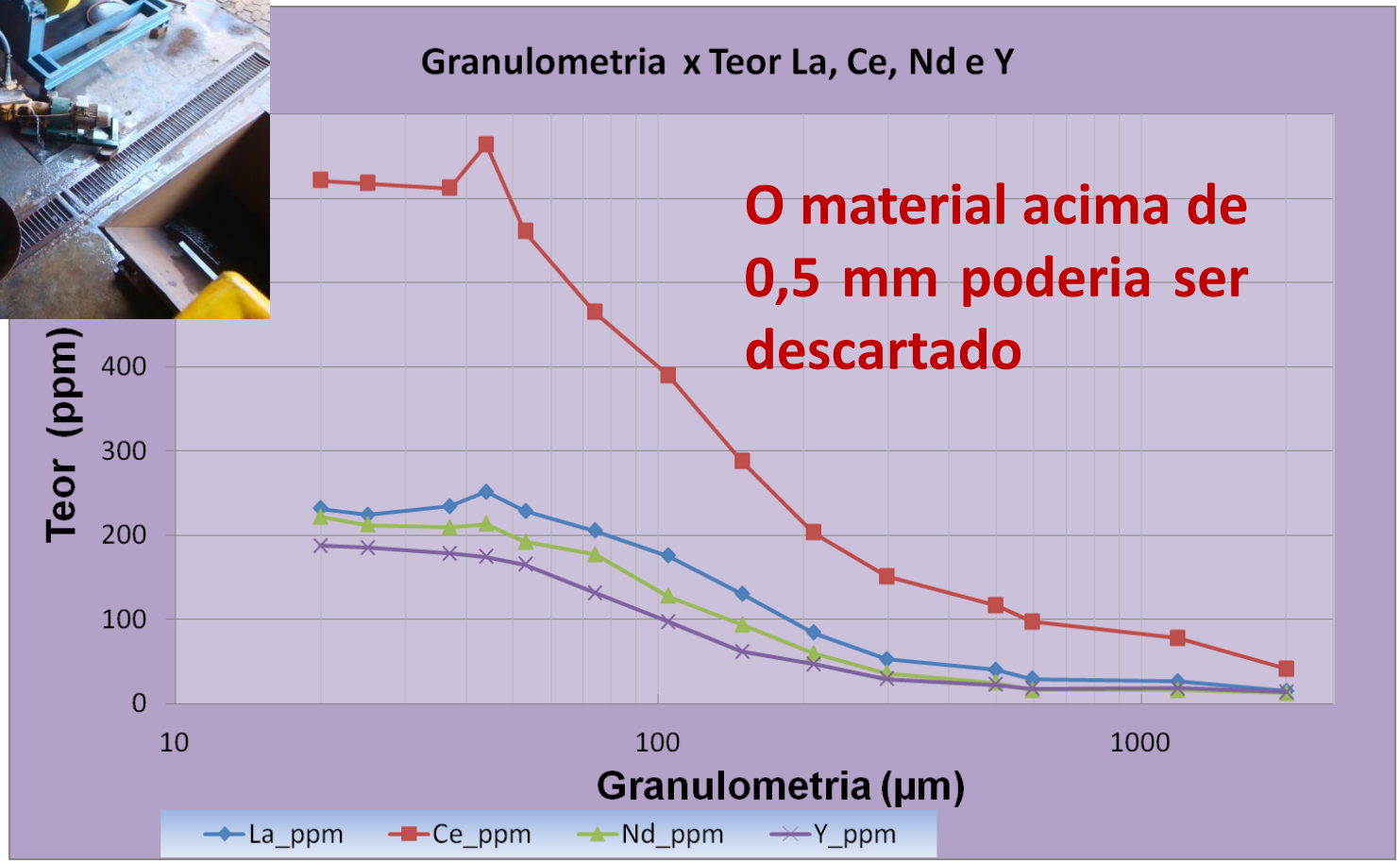
MOAGEM SELETIVA CASSITERITA, 2010

MOAGEM SELETIVA TANTALITA, 2011

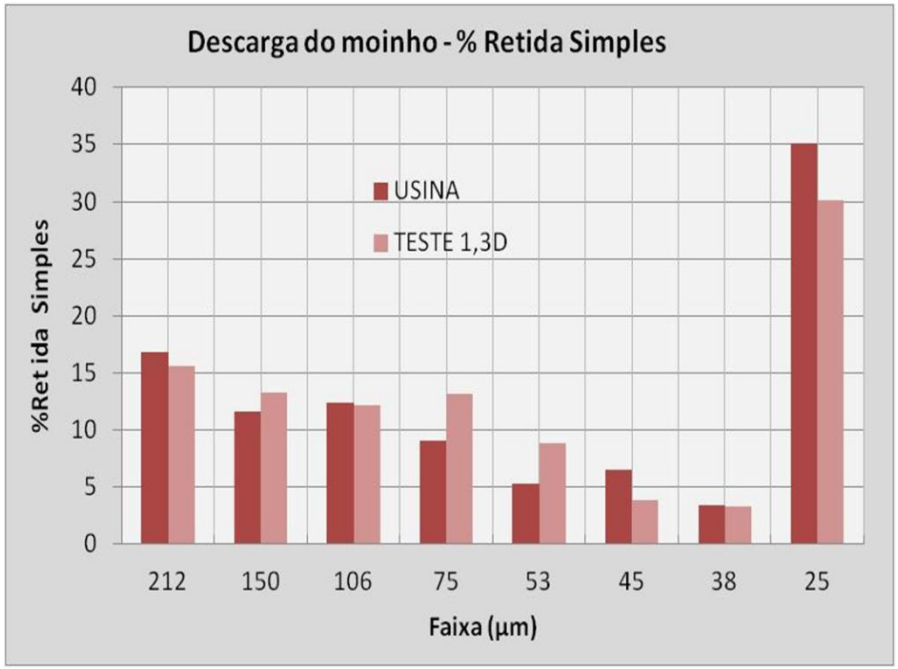
mm	% Massa Retida	%Sn	%Nb2O5	%Ta2O5	Rec. Ta2O5 Acumulada
0,597	4,32	0,068	0,179	0,016	1,56
0,500	7,13	0,057	0,162	0,013	2,39
0,297	32,22	0,056	0,163	0,015	10,89
0,210	52,37	0,066	0,259	0,04	29,11
0,105	80,89	0,087	0,390	0,073	76,15
0,074	87,79	0,105	0,367	0,063	85,98
0,053	92,44	0,125	0,336	0,052	91,44
0,044	95,84	0,138	0,333	0,049	95,21
-0,044	100,00	0,136	0,352	0,051	100,00

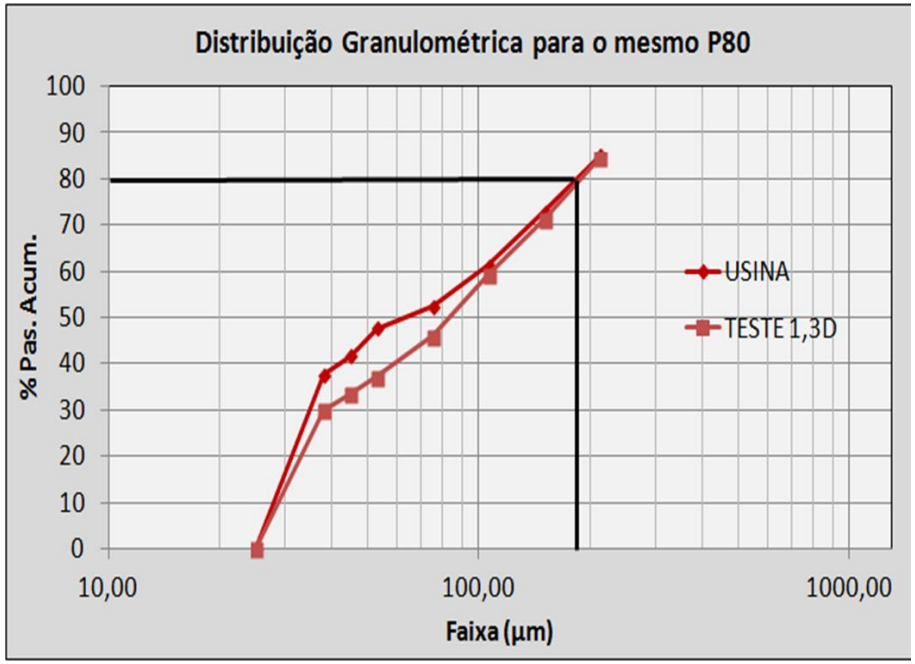


MOAGEM SELETIVA TERRAS RARAS, 2012



MOAGEM SELETIVA MINÉRIO DE COBRE, 2013





A moagem seletiva é mais eficiente nos tamanhos intermediários, reduzindo a proporção de material grosseiro e, ainda, gerando menos ultrafinos

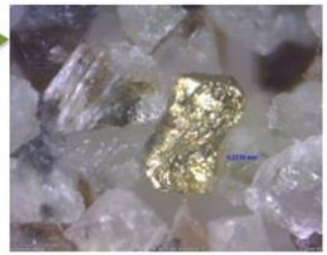
MOAGEM SELETIVA MINÉRIO DE COBRE, 2013

Análise de Liberação (Descarga do Moinho)			
microns	mesh	Usina	1,3D
µm	#	P80 195 µm	P80 191 µm
595	28	40,76	15,63
420	35		
300	48		(7,26)
210	65	(20,24)	
150	100		84,37
105	150		
74	200	59,24	
53	270		
44	325	(79,76)	(92,74)
37	400		
22	-400		

Análise de liberação (descarga do moinho)		
microns	mesh	1,3D
µm	#	P80 191 µm
595	28	15,63
420	35	
300	48	(7,26)
210	65	
150	100	84,37
105	150	
74	200	
53	270	
44	325	(92,74)
37	400	
22	-400	

Sem Parênteses	% Massa
Entre Parênteses	%Cobre Acumulado

300 µm



150 µm

Na moagem seletiva, a <u>liberação</u> de sulfetos começa a acontecer em tamanho mais grosseiro do que o observado na usina, com moagem convencional.

Para o mesmo P80, a moagem seletiva permite que 84,37% da massa esteja pronta para flotar em condições aceitáveis de liberação, contra apenas 59,24% de massa gerada pela atual forma de moagem.

MOAGEM SELETIVA MINÉRIO DE COBRE, 2013

O concentrado Rougher foi de 8 a 10%Cu, para mais de 20%Cu no teste com moagem seletiva, em batelada e também na usina industrial.

A moagem seletiva mói menos (com menos consumo de energia, bolas e outros) e libera mais, ou seja, permite melhorar a seletividade do processo de flotação e, junto com isso, o incremento de recuperação geral da usina.

COMINUIÇÃO SELETIVA DE WILLEMITA, 2014

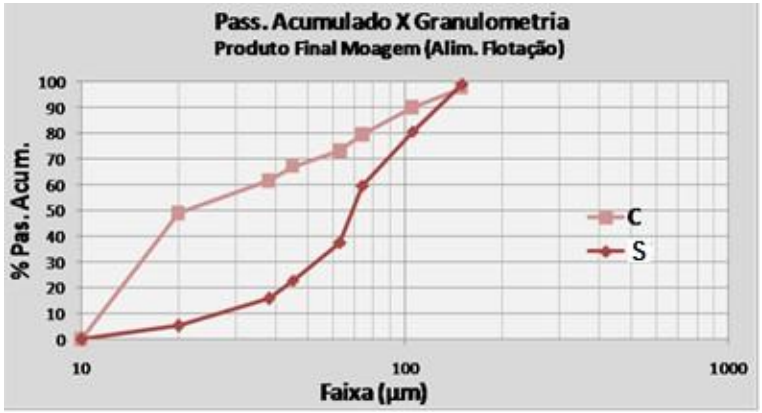
Produto da Britagem 3ª

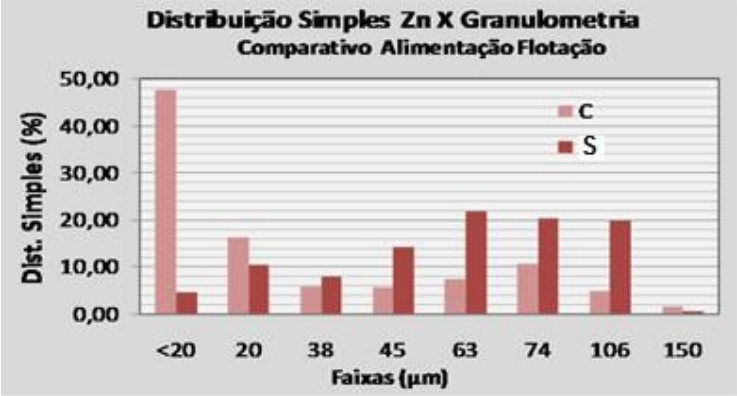
Descarga da moagem seletiva

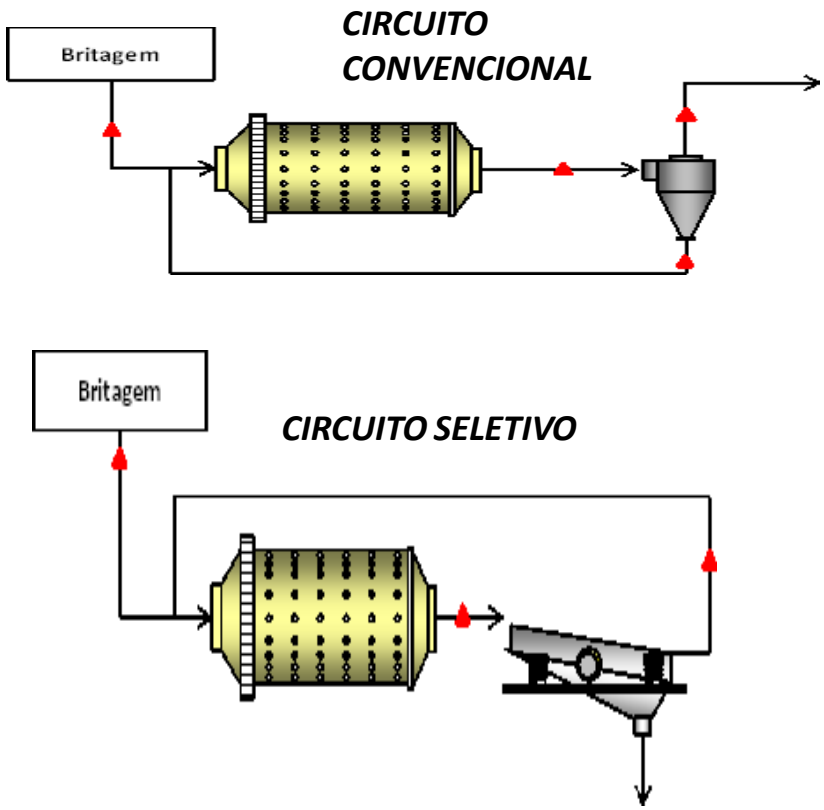
Oportunidade para recuperação de magnetita granulada, antes da moagem.

A concentração final poderá ocorrer em tamanho granulado, sem necessidade de moer todo o material abaixo de 0,15 mm para alimentar a flotação.

MOAGEM SELETIVA DE WILLEMITA, 2014



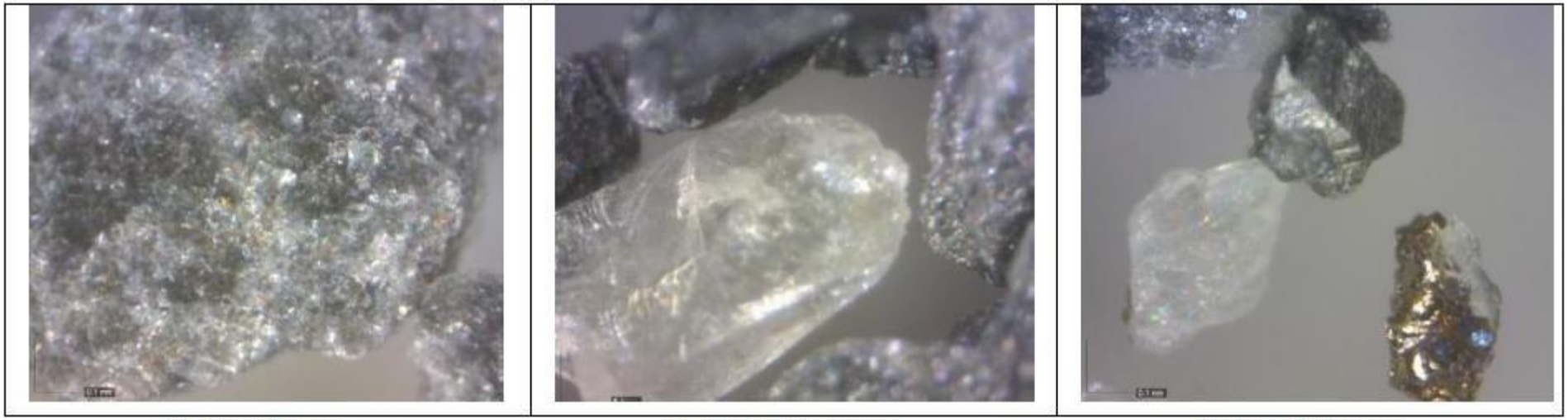




O circuito S (Seletivo, com peneira HF) é mais eficiente que o circuito C (convencional), tanto no consumo energético como na qualidade do produto moído.

O material moído em forma seletiva apresenta uma distribuição mais uniforme do zinco, enquanto o da usina Convencional apresenta quase 50% do zinco contido no fluxo ultrafino (<20 µm)

FRAGENTAÇÃO SELETIVA MINÉRIO DE OURO, 2015



0,6 a 1 mm | 0,3 a 0,6 mm | 0,1 a 0,3 mm

Liberação do minério

A britagem seletiva leva o Ouro para as parcelas mais finas do fluxo, permitindo o eventual descarte de ganga grosseira, antes de entrar ao moinho

RESUMO

Nem sempre tudo o que sai da Mina deve chegar até a usina de beneficiamento

Caracterização Geometalurgica Inovadora

PRÉ-CONCENTRAÇÃO

Otimização Mina e Usina

MOPE
PROCESSOS MINERAIS

Rua Califórnia, 281/103 – Bairro Sion
Belo Horizonte, Minas Gerais
CEP 30315-500
+55 31 3285-3923
contato@modelooperacional.com.br

Também no Chile

Contacto en Chile
Carlos Delgado Quintanilla
delgado.carlose@gmail.com
Fono: 56 9 76499006