



PROJETO
FLOTAÇÃO DE REJEITOS
DE SCHEELITA
(Estudos de bancada)
RELATÓRIO FINAL

PH L 13989

I-96

	SIREMI SEÇÃO
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório nº	734.5
Nº de volumes:	1
Vols.:	-

José Farias de Oliveira ✓

Tulio H. Araya Lucio ✓

João Alves Sampaio ✓

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL — CETEM

RIO DE JANEIRO RJ

1978

Í N D I C E

SUMÁRIO	1
1- INTRODUÇÃO	3
2- AMOSTRAGEM E PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	7
3- ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO E FLOTAÇÃO DOS REJEITOS DA MINA BARRA VERDE	10
3.1 - Rejeito Geral (Estocado)	10
3.1.1 - Ensaios utilizando Acintol FA-1 como coletor	20
3.1.2 - Ensaios utilizando AC-830 como coletor	43
3.2 - Rejeitos Finos	43
3.2.1 - Ensaios utilizando Acintol FA-1 como coletor	48
3.2.2 - Ensaios utilizando AC-845 e AC-830 como coletor	49
4- ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO E FLOTAÇÃO DOS REJEITOS FINOS DA MINA BREJUI	62
4.1 - Ensaios utilizando Acintol FA-1 como coletor	63
4.2 - Ensaios utilizando AC-845 e AC-830 como coletor	64
5- ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO E FLOTAÇÃO DOS REJEITOS DA MINA ZANGARELHA	76
5.1 - Ensaios utilizando Acintol FA-1 como coletor	82
5.2 - Ensaios utilizando AC-845 e AC-830 como coletor	83

cont.

6- DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	101
6.1 - Rejeitos da Mina Barra Verde (Estocado)	101
6.2 - Rejeitos Finos da Mina Barra Verde	105
6.3 - Rejeitos Finos da Mina Brejuí	109
6.4 - Rejeitos da Mina Zangarelha	113
6.5 - Conclusões Gerais	117
7- RECOMENDAÇÕES	119
8- BIBLIOGRAFIA	

Í N D I C E

T A B E L A S E F I G U R A S

TAB. 1	- Composição química do rejeito geral (estocado) da Mina Barra Verde	10
TAB. 2	- Composição mineralógica do rejeito estocado da Mina Barra Verde	12
TAB. 3	- Grau de liberação da scheelita em função da granulometria	13
TAB. 4	- Análise granulométrica do rejeito geral (estocado) da Mina Barra Verde e distribuição do WO_3 nas diversas frações granulométricas	16
TAB. 5	- Ensaios de moagem do rejeito geral (estocado) da Mina Barra Verde	17
TAB. 6	- Recuperação e teor de WO_3 nos concentrados como função do tempo de flotação	21
TAB. 7	- Ensaios de flotação em diferentes valores de pH	25
TAB. 8	- Ensaios de flotação com distintas quantidades de Acintol	27
TAB. 9	- Ensaios de flotação variando a quantidade de Na_2SiO_3	29
TAB. 10	- Ensaios de flotação variando a quantidade de quebracho	30

cont.

TAB. 11	- Testes de flotação variando quantidade de Diacromato de potássio, como depressor para calcita	32
TAB. 12	- Testes de flotação variando quantidade de Amido de Milho, como depressor para calcita	33
TAB. 13	- Teste de flotação a limpeza usando $Al_2(SO_4)_3$ como depressor para calcita	35
TAB. 14	- Teste de flotação de limpeza usando Quebracho como depressor para calcita e Acintol como coletor para scheelita	37
TAB. 15	- Testes de flotação variando a quantidade de AC-830	39
TAB. 16	- Teste de flotação de limpeza, usando Quebracho como depressor para calcita a AC-830 como coletor para a scheelita	40
TAB. 17	- Teste de flotação de limpeza, usando Quebracho como depressor para calcita e AC-830 como coletor para scheelita	41
TAB. 18	- Composição química do rejeito fino da Mina Barra Verde	46
TAB. 19	- Análise granulométrica do rejeito fino da Mina Barra Verde e distribuição de WO_3 nas diversas funções granulométricas	47
TAB. 20	- Ensaio de flotação usando Acintol como coletor e Na_2SiO_3 , Quebracho e $Al_2(SO_4)_3$ como depressor para a ganga	51
TAB. 21	- Ensaio de flotação usando Sobragène como depressor da ganga calcítica	52

cont.

TAB. 22	- Ensaio de flotação usando cal como depressor da ganga calcítica	54
TAB. 23	- Ensaio de flotação usando Na_2SiO_3 a temperatura de 80°C como depressor da ganga	56
TAB. 24	- Ensaio de flotação "rougher" e "cleaner", usando AC-845 como coletor	57
TAB. 25	- Ensaio de flotação, "rougher" e "cleaner", usando como coletor AC-830 (flotação rougher 6 min.)	58
TAB. 26	- Ensaio de flotação "rougher" e "cleaner", usando como coletor AC-830 (flotação rougher 4 min.)	59
TAB. 27	- Ensaio de flotação "rougher" e "cleaner", usando como coletor AC-830 (quatro "cleaner")	60
TAB. 28	- Análise química do rejeito fino da Mina Brejuí	62
TAB. 29	- Análise granulométrica do rejeito fino da Mina Brejuí	66
TAB. 30	- Ensaio de flotação da scheelita, deprimindo a ganga com Cal e soda	67
TAB. 31	- Ensaio de flotação da scheelita, usando Acintol como coletor, e Quebracho como depressor da ganga	68
TAB. 32	- Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-845 como coletor e Quebracho como depressor da ganga	69

cont.

TAB. 33	- Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor e Quebracho como depressor da ganga	70
TAB. 34	- Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor, e Quebracho como depressor da ganga	71
TAB. 35	- Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor e Quebracho como depressor da ganga	72
TAB. 36	- Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor e Quebracho como depressor da ganga	73
TAB. 37	- Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor sobre a fração granulométrica menor a 200 malhas	74
TAB. 38	- Análise química do rejeito da Mina Zangarelha	76
TAB. 39	- Composição mineralógica do rejeito da Mina Zangarelha, contendo 0,07% WO_3	77
TAB. 40	- Grau de liberação da scheelita no rejeito da Mina Sangarelha	79
TAB. 41	- Análise granulométrica e distribuição da scheelita no rejeito da Mina Zangarelha	81
TAB. 42	- Percentagem de minério passante em função do tempo de moagem	85
TAB. 43	- Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na_2SiO_3	87

cont.

TAB. 44 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na_2SiO_3	88
TAB. 45 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na_2SiO_3	89
TAB. 46 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na_2SiO_3	90
TAB. 47 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na_2SiO_3	91
TAB. 48 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Ácido Láctico	93
TAB. 49 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Ácido Láctico	94
TAB. 50 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Ácido Láctico em 4 cleaner	95
TAB. 51 - Ensaio de flotação rougher e cleaner na flotação da scheelita, usando a combinação AC-830 - Na_2SiO_3	96
TAB. 52 - Ensaio de flotação rougher e cleaner na flotação da scheelita, usando a combinação AC-830 - Na_2SiO_3	97

cont.

TAB. 53	- Ensaio de flotação rougher e cleaner de scheelita, usando a combinação AC-830 - Ácido Lático	98
TAB. 54	- Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação AC-830 - Ácido Lático	99
TAB. 55	- Ensaio de flotação rougher e cleaner de scheelita, usando a combinação AC-830 - Ácido Lático, em 4 etapas cleaners	100
FIG. 1	- Grau de Liberação da Scheelita em função da granulometria. Rejeito Geral (estocado) da Mina Barra Verde	14
FIG. 2	- Percentagem de minério passante em 48 #, em função do tempo de moagem. Rejeito Ge <u>ra</u> l da Mina Barra Verde	18
FIG. 3	- Recuperação e teor dos concentrados em função do tempo de flotação	22
FIG. 4	- Recuperação e teor dos concentrados em função do pH	26
FIG. 5	- Recuperação e teor de WO_3 em função da quantidade de Acintol	28
FIG. 6	- Recuperação e teor dos concentrados em função da quantidade de quebracho	31
FIG. 7	- Recuperação e teor dos concentrados em função da quantidade de amido	34

cont.

FIG. 8 - Recuperação e teor dos concentrados em função das etapas de limpeza, com adição de quebracho em cada etapa	36
FIG. 9 - Recuperação e teor dos concentrados em função das etapas de limpeza, agregando $Al_2(SO_4)_3$ em cada etapa	38
FIG. 10 - Recuperação e teor dos concentrados em função da quantidade de Sobragène	53
FIG. 11 - Recuperação e teor dos concentrados em função da quantidade de cal	55
FIG. 12 - Grau de liberação da Scheelita em função da granulometria. Rejeitos da Mina Zangarelha	78
FIG. 13 - Percentagem de minério passante em 65 # em função do tempo de moagem. Rejeitos da Mina Zangarelha	86
FIG. 14 - Recuperação e teor da Scheelita nos concentrados em função da quantidade de Na_2SiO_3 adicionado. Rejeito da Mina Zangarelha	92
FIG. 15 - Recuperação e teor de WO_3 nos concentrados de flotação realizados nas mesmas condições de flotação.	111

SUMÁRIO

De acordo com a solicitação de serviço DNPM/DFPM nº 048/76, foi desenvolvido o projeto de recuperação de scheelita contida nos rejeitos das principais usinas do Rio Grande do Norte, através da flotação.

Os estudos foram desenvolvidos com amostras de rejeitos das usinas da Mina Barra Verde, Brejuí e Zangarelha.

O objetivo principal do projeto, esteve centralizado na obtenção de concentrados com teores em torno de 10% WO_3 e recuperações aceitáveis, com o fim de submetê-lo a processamento de lixiviação a pressão com carbonato de sódio, visando produzir a scheelita sintética ou WO_3 puro. Esta etapa não está, porém, incluída no escopo do projeto em questão.

Foram testadas várias formulas de reagentes de flotação obtendo-se resultados promissores com os reagentes AC-830 como coletor para scheelita e silicato de sódio e quebracho como depressor para ganga com calcita predominante, caso dos rejeitos das Minas Barra Verde e Brejuí. Quanto aos rejeitos da Mina Zangarelha bons resultados foram obtidos com silicato de sódio e ácido láctico como depressores da biotita e quartzo.

Os melhores resultados referem-se aos rejeitos

cont.

finos da mina Brejuí. Foram obtidos concentrados com teores entre 6 e 10% WO_3 , com recuperações totais variando entre 50% e 70%.

cont.

1 - INTRODUÇÃO

Tungstênio é um metal pesado, duro, resistente ao calor, muito usado na fabricação de ferramentas de corte, nas ligas metálicas e em filamentos de lâmpadas elétricas. O uso mais acentuado do tungstênio começou quando o metal foi introduzido como elemento básico para endurecer o aço na produção de ligas metálicas tais como tungstênio-manganês.

A scheelita e a wolframita são os principais minerais do tungstênio. Os concentrados de scheelita são, em geral, obtidos por meio de processos gravimétricos de concentração. Como estes processos não têm alta eficiência na recuperação de finos é comum a perda de scheelita fina nas plantas de concentração, justificando assim a necessidade de outro processo de concentração para minério de granulometria fina.

Diversos trabalhos publicados indicam ser a flotação o processo mais viável para a concentração de scheelita contida em minério de granulometria fina. Os concentrados obtidos não necessitam ser de alto teor. O desenvolvimento do processo de lixiviação a pressão com carbonato de sódio possibilitou o tratamento hidrometalúrgico de concentrados com teores entre 5 e 20% para produção da scheelita sintética do WO_3 puro.

Dean e Schack (11) trabalharam com minério de

cont.

scheelita contendo entre 0,16 a 0,54% WO_3 e 7,20 a 17,80% $CaCO_3$. O objetivo do trabalho foi pesquisar um método de flotação seletiva capaz de produzir um concentrado com teor de 10% WO_3 e uma elevada recuperação. O melhor coletor encontrado para a scheelita foi uma mistura de ácido oleico e linoleico. O quebracho apresentou maior eficiência que o cianeto de sódio como depressor da ganga calcária.

Auge, Bohr e Koser⁽⁵⁾ estudaram a flotação seletiva de um minério de scheelita com teor de 0,8% WO_3 , sendo a ganga composta basicamente de silicatos. O processo desenvolvido baseia-se no condicionamento a quente da polpa com hidróxido de sódio, silicato de sódio e ácidos graxos. Foram obtidos concentrados com teor superior a 65% WO_3 . Comparativamente concentrados obtidos por flotação convencional apresentaram concentrados com teores entre 15 e 50% WO_3 . Foi desenvolvido um estudo de espectroscopia do infravermelho, com o objetivo de avaliar o mecanismo da depressão seletiva dos minerais de ganga.

L.A. Vazquez, Hemachandra e Graurholg⁽⁶⁾ pesquisaram um processo para a flotação seletiva de um minério de scheelita com teor de 0,5% WO_3 e uma ganga com 10,49% calcita, 7,34% CaF_2 e minerais silicosos. O processo pesquisado consistiu no condicionamento da polpa com CaO , seguido da adição de Na_2CO_3 e Na_2SiO_3 . O coletor usado no processo foi uma mistura dos ácidos oleico e naftênico. Os teores dos

cont.

concentrados obtidos foram pouco acima de 15% WO_3 e uma recuperação acima de 80%.

A American Cyanamid Company⁽⁸⁾, desenvolveu testes de flotação com minério de scheelita de teor compreendido entre 0.36 a 0.56% WO_3 , sendo a ganga composta basicamente de silicatos. Os estudos tiveram o objetivo de testar o AERO PROMOTER 845 (sulfonato de petróleo) em comparação com o ácido oleico, tradicional coletor da scheelita. Os resultados mostraram uma mistura de AERO PROMOTER e ÓLEO COMBUSTÍVEL (Fuel Oil) funciona melhor que o ácido oleico. Foram obtidos concentrados com teor de 24,32% WO_3 e uma recuperação de 77,65%.

Nos últimos anos tem-se intensificado a pesquisa de métodos mais eficientes para a recuperação de minerais com granulometria muito fina. A flotação tem recebido particular atenção e muitos métodos têm sido propostos para o aperfeiçoamento deste processo. A floculação prévia seguida de flotação tem apresentado bons resultados em alguns casos.

Estudos de caráter fundamental foram desenvolvidos por Koh e Warren (14), trabalhando com concentrado de scheelita (95% $CaWO_4$) de granulometria inferior a 9 microns. Foram preparadas suspensões contendo 0,2 e 1% de scheelita em peso, e a flotabilidade da scheelita nas polpas floculadas foi medida para cada densidade de polpa. A floculação

cont.

foi feita em meio alcalino na presença de oleato e silicato de sódio. A recuperação da scheelita foi de 80% em comparação com 33% na flotação em polpas dispersas.

cont.

2 - AMOSTRAGEM E PREPARAÇÃO

Nas plantas de concentração de scheelita no Estado do Rio Grande do Norte são produzidos dois tipos de rejeitos distintos em teor de WO_3 e granulometria. O rejeito proveniente dos jigues e mesas de desbaste é chamado rejeito grosso, enquanto que o proveniente das mesas de limpeza é o rejeito fino, com teor de WO_3 mais elevado e granulometria fina.

É pouco comum nas plantas de concentração a estocagem destes rejeitos em barragens distintas; isto se observa apenas na mina Brejuí onde os rejeitos são estocados em separado, enquanto que na mina Barra Verde o estoque é feito em uma única barragem.

Foram tomadas amostras nas minas Barra Verde, Brejuí e Zangarelha sendo a amostragem feita de acordo com as particularidades de cada rejeito.

Com o objetivo de obter uma amostra representativa do rejeito da mina Barra Verde foram tomadas amostras de poços segundo uma malha quadrada de 60 x 60 m. As amostras coletadas em cada poço foram homogeneizadas em pilha de seção triangular, tomando-se, alíquotas de 500 g para análises químicas, ensaios de caracterização e de flotação.

A amostragem do rejeito fino da mina Barra Verde foi feita na estação de bombeamento a intervalos de tempo

cont.

regulares a cada duas horas durante quatro dias. O mesmo processo foi aplicado à amostragem do rejeito fino da mina Brejuí.

Na amostragem dos rejeitos da mina Zangarelha, optou-se por uma sondagem a trado em virtude de a camada de rejeito ter pequena espessura. A princípio traçou-se uma malha quadrada de 10 x 10 m em cujos vértices foram executados furos de trado. O material assim coletado foi homogeneizado em pilha de seção triangular, tomando-se então alíquotas de 500 g para análises químicas, ensaios de caracterização e de flotação.

cont.

REJEITO DA MINA BARRA VERDE (ESTOCADO)

3 - ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO E FLOTAÇÃO DOS REJEITOS DA MI
NA BARRA VERDE

3.1 - Rejeito Geral (estocado)

a) Composição Química e Mineralógica

As análises químicas da amostra do rejeito es-
tocado (geral) da Mina Barra Verde estão apresentados na
Tabela 1.

ELEMENTOS (ou compostos)	TEOR (%)
WO ₃	0.07
CaO.....	30.20
SiO ₂	34,80
Al ₂ O ₃	8.50
MgO.....	2.60
Fe.....	4.80
S.....	0.94
Mo.....	0.70

Tabela 1 - Composição química do rejeito geral (estocado)
da Mina Barra Verde.

cont.

Observa-se que, de fato, a scheelita contida nesses rejeitos concentra-se nas frações finas. No entanto, o molibdênio aí contido concentra-se nas frações mais grosseiras. Estudos de recuperação desta molibdenita não foram realizados de vez que os objetivos do projeto referem-se especificamente ao aproveitamento da scheelita. No entanto, uma vez definida a viabilidade técnica da concentração da scheelita, sem dúvida a recuperação do molibdênio viria aumentar a viabilidade do aproveitamento econômico dos rejeitos em questão.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

Os resultados de estudos em microscópio e lupa binocular revelaram para o rejeito estocado (geral) a composição mineralógica apresentada na Tabela 2.

cont.

M I N E R A L	COMPOSIÇÃO (%)
Calcita.....	50
Granada.....	15
Quartzo.....	15
Epidoto.....	8
Vesuvianita.....	3
Biotita.....	6
Scheelita e outros.....	3

Tabela 2 - Composição mineralógica do rejeito estocado da Mina Barra Verde.

Observa-se a presença marcante de calcita, seguida de granada, quartzo e epidoto como principais minerais de ganga.

cont.

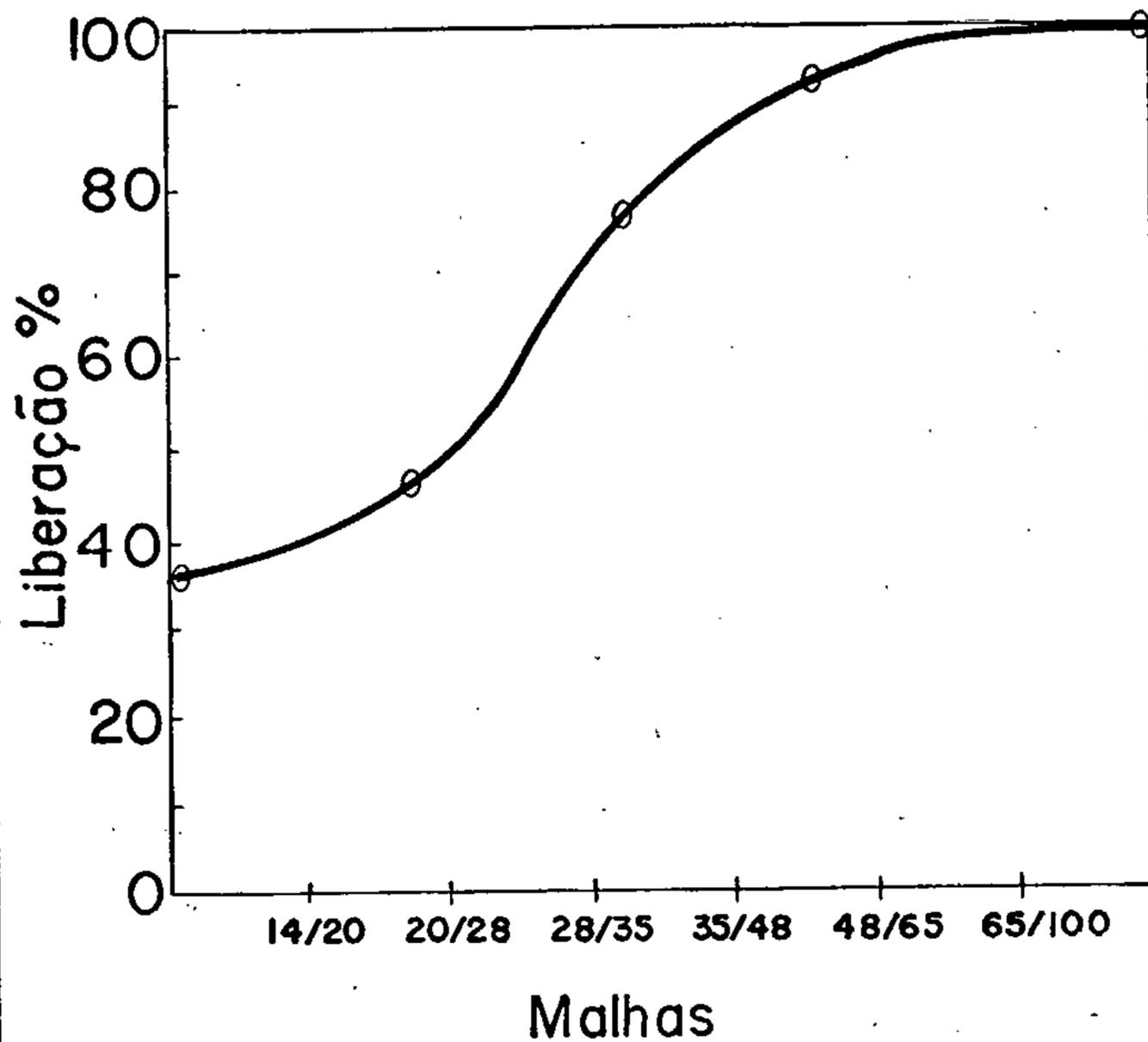
ESTUDOS DE LIBERAÇÃO

A determinação do grau de liberação da scheelita em diferentes granulometrias foi feita com auxílio do "mine ralight" e de lupa binocular. Os resultados mostraram que a scheelita está totalmente liberada a uma granulometria abaixo de 48 malhas. Observou-se que na fração retida em 48 malhas 91% da scheelita se encontra liberada. A Tabela 3 e Figura 1 apresentam os resultados do estudo nas diferentes frações de análise granulométrica.

GRANULOMETRIA (Malhas)	SCHEELITA LIBERADA (%)
14/20.....	37.5
20/28.....	50.5
28/35.....	86.0
35/48.....	92.0
48/65.....	100.0

Tabela 3 - Grau de liberação da scheelita em função da granulometria.

cont.



Figural - Grau de liberação da Scheelita em função da granulometria. Rejeito geral (estocado) da Mina Barra Verde.

CLASSIFICAÇÃO, GRANULOMETRIA E DISTRIBUIÇÃO DA SCHEELITA

Foi feita uma classificação granulométrica com amostras representativas dos rejeitos em estudo e subsequente análise do teor em WO_3 de cada fração. Estes ensaios tiveram o objetivo de mostrar a distribuição granulométrica e o teor de WO_3 em cada amostra ensaiada. Com o rejeito estocado (geral) da Mina Barra Verde os ensaios de classificação foram efetuados por peneiramento a seco-úmido. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.

ENSAIOS DE MOAGEM

Pelos resultados dos ensaios de caracterização (Tabela 4) conclui-se que nos rejeitos da Mina Barra Verde a scheelita não se encontra totalmente liberada. Foram executados ensaios de moagem com o objetivo de conseguir a liberação total da scheelita com a mínima produção de finos. Estes ensaios foram feitos em moinhos de barras com amostras de 500 g, e percentagem de sólidos de 66%.

Nas Tabela 5 e Figura 2 são apresentados os resultados dos testes de moagem em função do tempo. Pelo gráfico da citada figura foi determinado o tempo de moagem necessário para se obter um produto com liberação adequada. No caso, 6 minutos de moagem resulta num produto com 95% - 48 malhas.

cont.

MALHAS	P E S O S		WO ₃		DISTRIBUIÇÃO WO ₃	
	%	Acum. Inv.	%	Acum. Inv.	%	Acum. Inv.
+ 14	1,01	100,00	0,06	-	0,68	100,00
14/20	4,19	98,99	0,07	0,09	3,30	99,32
20/28	12,25	94,80	0,07	0,09	9,70	96,02
28/35	14,60	82,55	0,04	0,09	6,57	86,36
35/48	15,96	67,95	0,04	0,10	7,19	79,79
48/65	12,50	51,99	0,04	0,12	5,63	72,60
65/100	12,24	39,49	0,05	0,15	6,89	66,98
100/150	7,87	27,25	0,05	0,20	4,43	60,09
150/200	7,02	19,38	0,06	0,26	4,74	55,66
200/270	3,68	12,36	0,10	0,37	4,14	50,92
270/325	1,96	8,68	0,20	0,48	4,41	46,77
- 325	6,72	6,72	0,56	0,56	42,36	42,36
Alimentação	100,00	-	0,07	-	100,00	-

TABELA 4 - Análise granulométrica do rejeito geral (estocado) Mina Barra Verde e distribuição do WO₃ nas diversas frações granulométricas.

	MALHAS	TEMPO DE MOAGEM EM MINUTOS				
		0	4	6	8	10
PERCENTAGEM DE MINÉRIO PASSANTE	200	12.36	15.18	21.69	27.75	35.64
	150	19.38	26.11	33.67	42.75	51.93
	100	27.25	43.31	53.71	67.35	86.55
	65	39.49	68.00	80.57	91.95	97.14
	48	51.90	88.03	95.03	97.75	98.77
	35	67.95	94.40	98.13	99.30	99.48
	28	82.55	100.00	100.00	100.00	100.00

TABELA 5 - Ensaios de moagem do rejeito geral (estocado) da Mina Barra Verde.

cont.

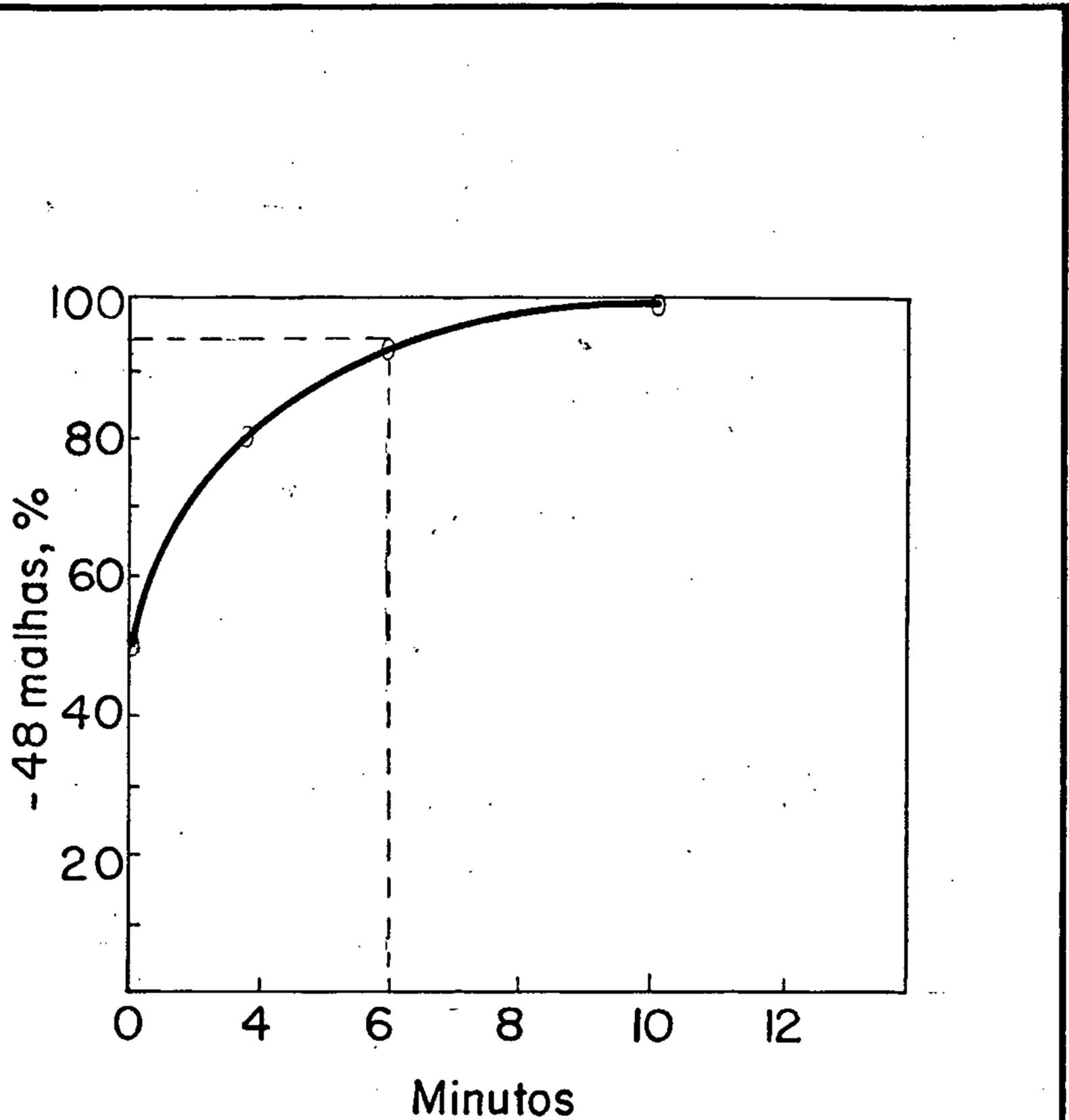


Figura 2 - Percentagem de minério passante em 48 $\#$, em função do tempo de moagem. (Rejeito geral da mina Barra Verde)

ENSAIOS DE CONCENTRADOS POR FLOTAÇÃO

Os principais problemas envolvidos na flotação dos rejeitos em questão referem-se em primeiro lugar a granulometria extremamente fina e a presença de grande quantidade de calcita, cujas propriedades físico-químicas de superfície são semelhantes à da scheelita. Em segundo lugar, os teores das amostras estudadas no presente trabalho são extremamente baixos se comparados com aqueles estudados por outros.

Os ensaios de flotação com o rejeito geral (estoado) da Mina Barra Verde, foram efetuados após moagem a 48 malhas, para liberação da scheelita. A moagem era efetuada em moinho de barras com amostras de 500 gramas e uma percentagem de sólidos de 66%. O teor da amostra média é de 0.07% WO_3 (Tabela 4).

Os ensaios de flotação foram realizados em uma célula de flotação tipo Fagergren com capacidade de 2,5 litros. Nos ensaios de desbaste ("rougher") a percentagem de sólidos na célula era de 17% em peso. As medidas de pH foram efetuadas em medidor de precisão, marca Metrohm. Como coletores, foram testados, entre outros, o Acintol FA-1 (Hércules Co.) e o AC-830 (Cynamid), em distintas condições e diferentes sistemas de reagentes.

cont.

3.1.1 - Ensaio Utilizando Acintol FA-1 como Coletor

Tempo de Flotação - Foram executados vários ensaios variando o tempo de flotação com o objetivo de ver as relações existentes entre tempo de flotação, teor do concentrado e recuperação da scheelita no produto final. O tempo de flotação foi variado desde 0,5 até 10 minutos, sendo o concentrado recolhido a intervalos de tempo determinados conforme apresentado na Tabela 6 e Figura 3.

cont.

Tempo Flot. (min.)	Peso Conct. %	Teor WO ₃ %		Recup. % WO ₃
		Conct.	Rejeito	
0,5	4,73	0,270	0,065	17,56
1,0	10,99	0,424	0,032	62,05
2,0	24,12	0,231	0,025	74,76
3,0	33,37	0,181	0,021	81,45
4,0	40,56	0,154	0,020	84,28
5,0	44,87	0,141	0,020	85,45
6,0	50,28	0,128	0,020	86,91
8,00	51,78	0,125	0,020	87,30
10,0	52,48	0,124	0,020	87,44
Alimentação	100,00	0,075	-	-

TABELA 6 - Recuperação e teor de WO₃ nos concentrados como função do tempo de flotação.

Condições:

pH - 10.4 com Na₂CO₃
 Acintol - 1.0 lb/t
 Na₂CO₃ - 0.5 lb/t
 Quebracho - 1.0 lb/t
 MIBC - 0.15 lb/t

cont.

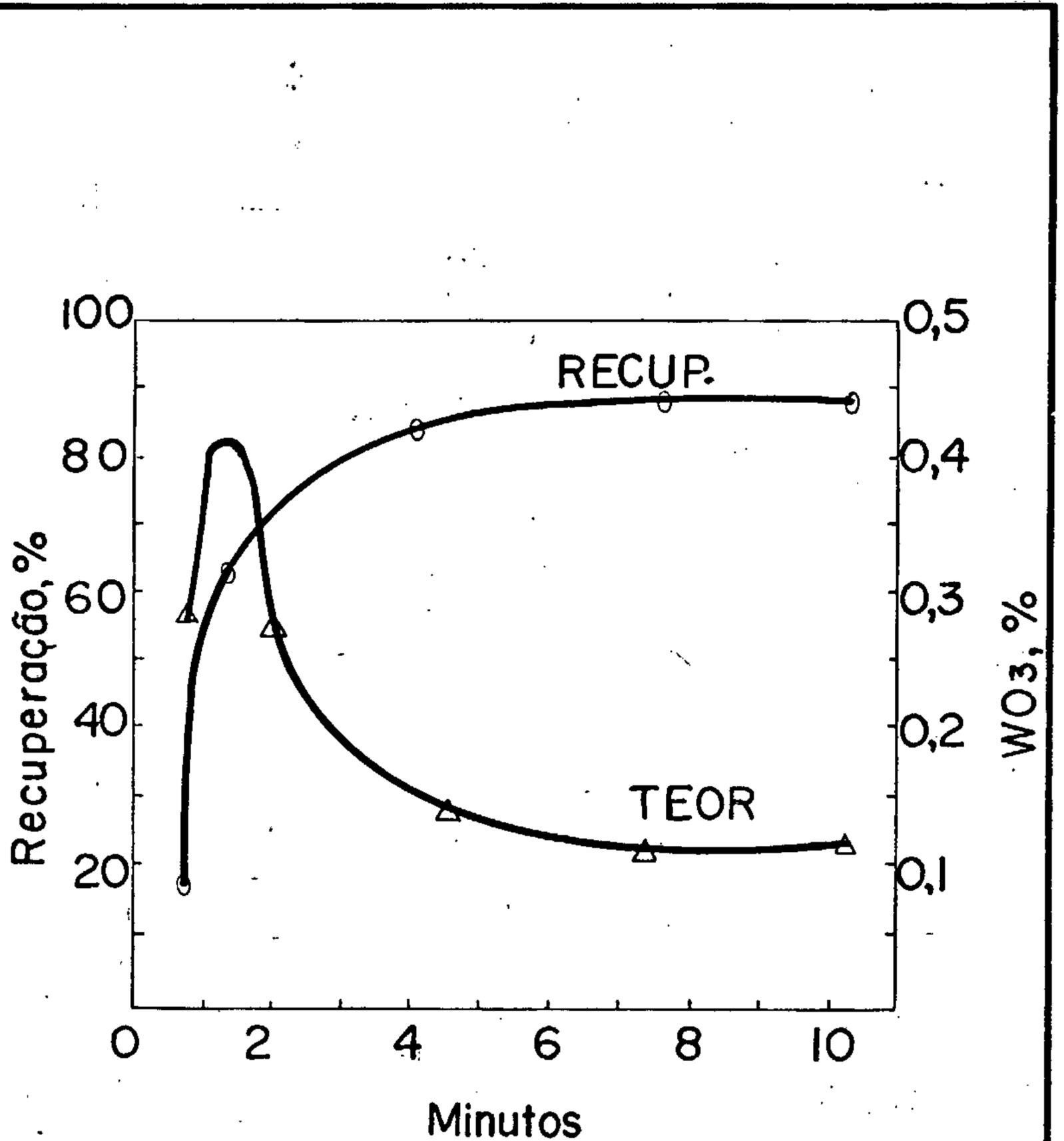


Figura 3- Recuperação e teor dos concentrados em função do tempo de flotação.-(Condições tabela 7)

Efeito do pH na Flotação da Scheelita - O pH de flotação foi estudado na faixa de 8 a 11: como modificador do pH foi usado Na_2CO_3 , dada a sua propriedade de diminuir a dureza da água, importante para melhor comportamento do acintol como coletor. Os resultados são apresentados na Tabela 7 e Figura 4.

Efeitos do Acintol, Na_2SiO_3 e Quebracho na Flotação - Acintol e Na_2SiO_3 usados respectivamente como coletor da scheelita e depressor dos minerais de ganga, foram ambos testados com uma concentração variando de 0,25 a 1,5 lb/t, mantendo-se constantes as demais variáveis. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. O quebracho foi usado como depressor da ganga calcárea com uma concentração variando na faixa de 0,25 a 2,5 lb/t mantendo-se constantes as demais variáveis. Os resultados destes estudos são apresentados nas Tabelas 8 (Figura 5), 9 e 10 (Figura 6).

Efeitos do Dicromato de K, Amido de Milho e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ como depressores da calcita - O efeito depressor dos reagentes acima foi testado tanto na flotação de desbaste ("rougher") como na flotação de limpeza ("cleaner"). Os resultados estão apresentados nas Tabelas 11, 12 (Figura 7) e 13.

Reflotação dos Concentrados da Flotação de Desbas

cont.

te - Os reagentes mencionados foram testados em seguida com diversas etapas de limpeza estando os resultados apresentados nas Tabelas 13 (Figura 8), 14 (Figura 9).

cont.

TESTE Nº	PESOS %		TEOR Fe_2O_3 %			RECUP. Fe_2O_3 %	pH Flot.	MOAGEM - 325	REAGENTES lb/t				
	Conct.	Rejeito	Aliment.	Concentr.	Rejeito				Na_2CO_3	Na_2SiO_3	Cuet.	Acintol	MIBC.
1	4,78	95,22	0,089	0,060	0,09	3,24	8,0	22,52	-	0,5	1,0	1,0	0,15
2	5,66	94,34	0,075	0,490	0,05	37,06	9,0	22,52	8,0	0,5	1,0	1,0	0,15
3	26,87	73,13	0,076	0,230	0,02	80,86	10,0	22,52	10,0	0,5	1,0	1,0	0,15
4	46,33	53,67	0,076	0,140	0,02	85,80	11,0	22,52	15,0	0,5	1,0	1,0	0,15

TABELA 7 - Ensaio de flotação em diferentes valores de pH.
(Rejeitos da Mina Barra Verde Estocado).

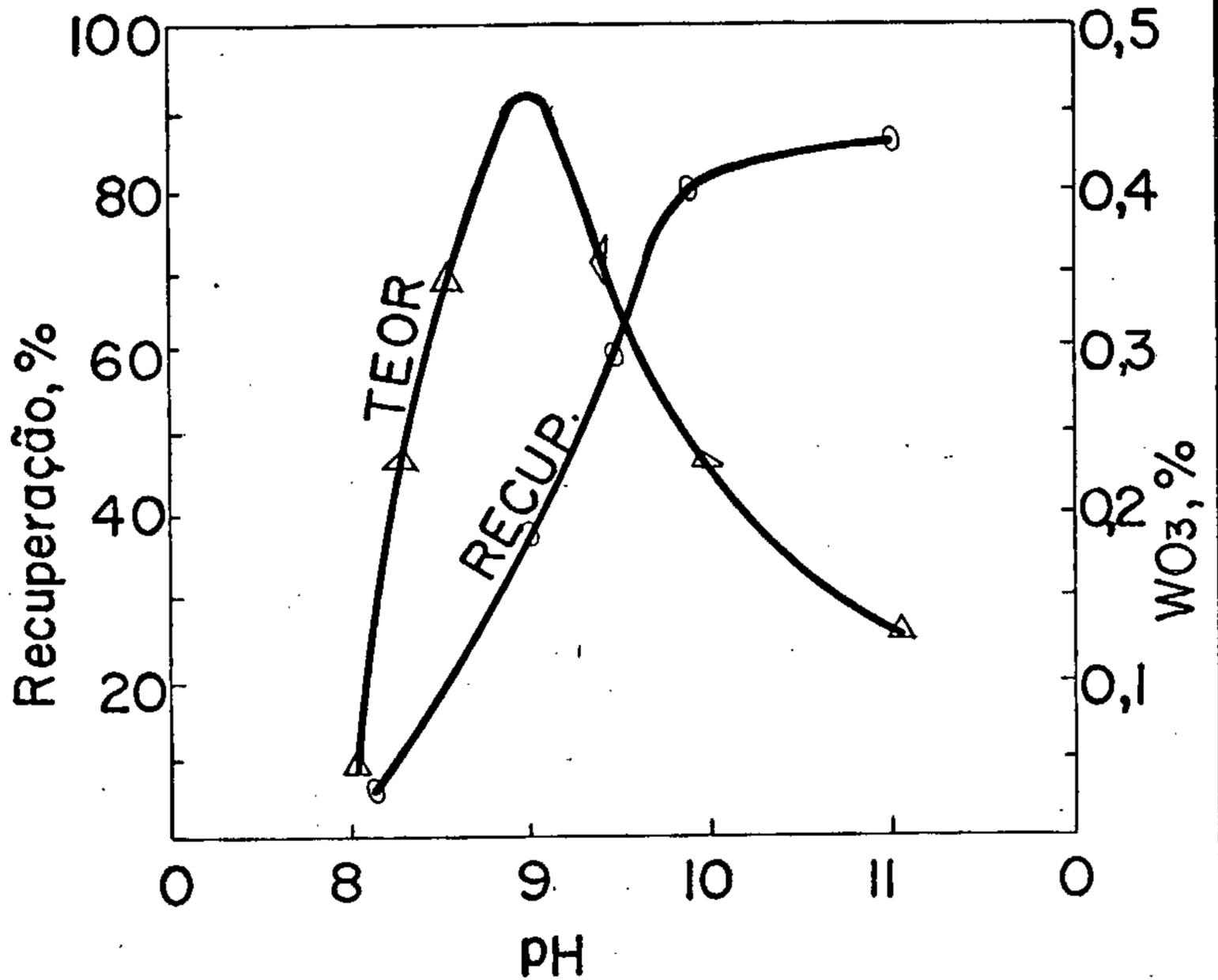


Figura 4 - Recuperação e teor dos concentrados em função do PH.

TESTE NR	PESOS %		TEOR WO ₃ %			RECUP. WO ₃ %	pH Flot.	MOAGEM - 325	REAGENTES Lb/t				
	Conct.	Rejeito	Aliment.	Concent.	Rejeito				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Queb.	Acintol	MEBC.
1	19,03	80,97	0,075	0,310	0,020	78,46	10,0	22,52	12,0	0,5	1,0	0,25	0,15
2	25,67	74,13	0,077	0,240	0,020	80,72	10,2	22,52	12,0	0,5	1,0	0,50	0,15
3	31,19	68,81	0,079	0,210	0,020	82,64	10,2	22,52	12,0	0,5	1,0	0,75	0,15
4	31,73	68,27	0,077	0,200	0,020	82,29	10,4	22,52	12,0	0,5	1,0	1,00	0,15
5	31,68	68,32	0,077	0,200	0,020	82,26	10,4	22,52	12,0	0,5	1,0	1,50	0,15

TABELA 8 - Ensaio de flotação com distintas quantidades de Acintol.
(Rejeitos da Mina Barra Verde Estocado).

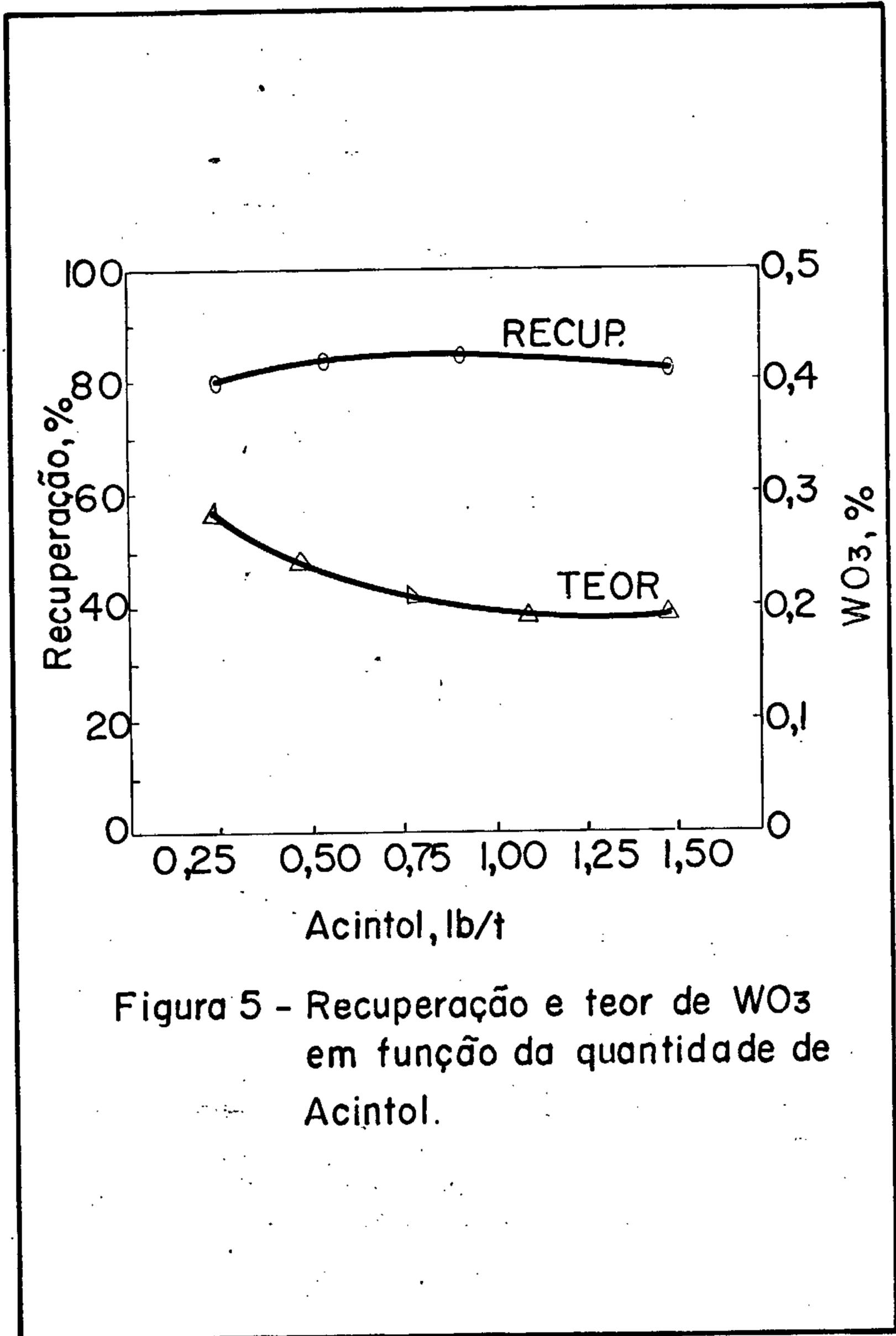


Figura 5 - Recuperação e teor de WO₃ em função da quantidade de Acintol.

TESTE Nº	PESOS %		TEOR WO ₃ %			RECUP. WO ₃ %	pH Flot.	MOAGEM - 325	REAGENTES lb/t				
	Conct.	Rejeito	Aliment.	Concant.	Rejeito				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Queb.	Acintol	MIBC.
1	36,35	63,65	0,078	0,180	0,020	83,71	10,4	22,52	12,0	0,25	1,0	1,0	0,15
2	31,47	68,53	0,082	0,220	0,020	83,52	10,5	22,52	12,0	0,50	1,0	1,0	0,15
3	33,88	66,12	0,072	0,170	0,020	81,33	10,5	22,52	12,0	0,75	1,0	1,0	0,15
4	31,50	68,50	0,077	0,200	0,020	82,14	10,5	22,52	12,0	1,00	1,0	1,0	0,15
5	30,72	69,28	0,072	0,190	0,020	80,82	10,5	22,52	12,0	1,50	1,0	1,0	0,15

TABELA 9 - Ensaio de flotação variando a quantidade de Na₂SiO₃.
(Rejeitos da Mina Barra Verde Estocado).

TESTE Nº	PESOS %		TEOR WO ₃ %			RECUP. WO ₃ %	pH Flot.	MOAGEM - 325	REAGENTES lb/t				
	Conct.	Rejeito	Aliment.	Concent.	Rejeito				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Queb.	Acintol	MIBC.
1	51,46	48,54	0,071	0,120	0,020	86,41	10,5	22,52	10,0	0,5	0,25	1,0	0,15
2	34,85	65,15	0,076	0,180	0,020	82,80	10,5	22,52	10,0	0,5	0,50	1,0	0,15
3	33,47	66,53	0,080	0,200	0,020	83,42	10,5	22,52	10,0	0,5	0,75	1,0	0,15
4	27,20	72,80	0,077	0,230	0,020	81,12	10,5	22,52	10,0	0,5	1,00	1,0	0,15
5	23,71	76,29	0,075	0,250	0,020	79,53	10,5	22,52	10,0	0,5	1,50	1,0	0,15
6	24,55	75,45	0,076	0,250	0,020	80,27	10,5	22,52	10,0	0,5	2,50	1,0	0,15

TABELA 10 - Ensaio de flotação variando a quantidade de quebracho.
(Rejeitos da Mina Barra Verde Estocado).

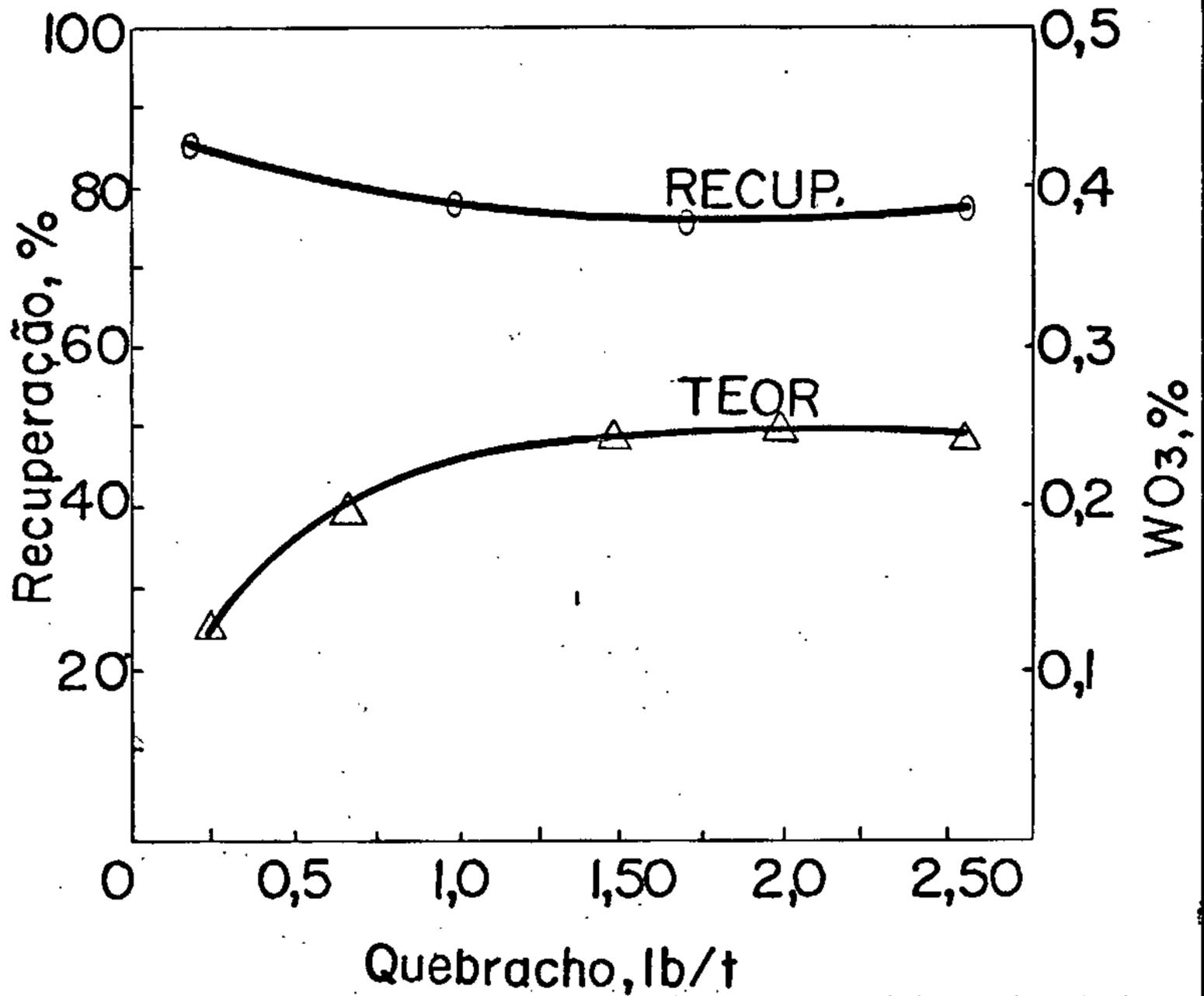


Figura 6 - Recuperação e teor dos concen-
trados em função da quantida-
de de quebracho.

Teste nº	Pesos %		Teor WO ₃ %			Recup. WO ₃ %	Moagem - 325	pH Flot.	Reagentes lb/t.				
	Conct.	Rejeito	Aliment.	Conct.	Rejeito				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Dicromato	Acintol	MIFC
1	68,66	31,34	0,075	0,100	0,020	91,63	22,53	10,6	12,0	0,5	0,25	1,0	0,15
2	69,15	30,85	0,075	0,100	0,020	91,80	22,53	10,4	12,0	0,5	0,75	1,0	0,15
3	71,46	28,54	0,074	0,090	0,020	91,85	22,53	10,4	12,0	0,5	3,00	1,0	0,15
4	58,00	42,00	0,072	0,110	0,020	88,37	22,53	10,4	12,0	0,5	6,00	1,0	0,15

TABELA 11 - Testes de flotação variando quantidade de Dicromato de potássio, como depressor para Calcita.
(Rejeitos da Mina Barra Verde Estocado).

Teste NR	Pesos %		Teor WO ₃ %			Recup. WO ₃ %	Moagem - 325	pH Flot.	Reagentes lb/t.				
	Conct.	Rejeito	Aliment.	Conct.	Rejeito				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Amido de Milho	Acintol	MIBC
1	57,17	42,83	0,071	0,110	0,020	88,01	22,53	10,5	12,0	0,5	0,5	1,0	0,15
2	34,63	65,38	0,072	0,170	0,020	81,82	22,53	10,4	12,0	0,5	1,0	1,0	0,15
3	23,51	76,49	0,071	0,200	0,030	67,20	22,53	10,3	12,0	0,5	2,0	1,0	0,15
4	20,15	79,85	0,072	0,210	0,030	68,06	22,53	10,4	12,0	0,5	4,0	1,0	0,15

TABELA 12 - Testes de flotação variando quantidade de Amido de Milho, como depressor para Calcita.

(Rejeitos da Mina Barra Verde Estocado).

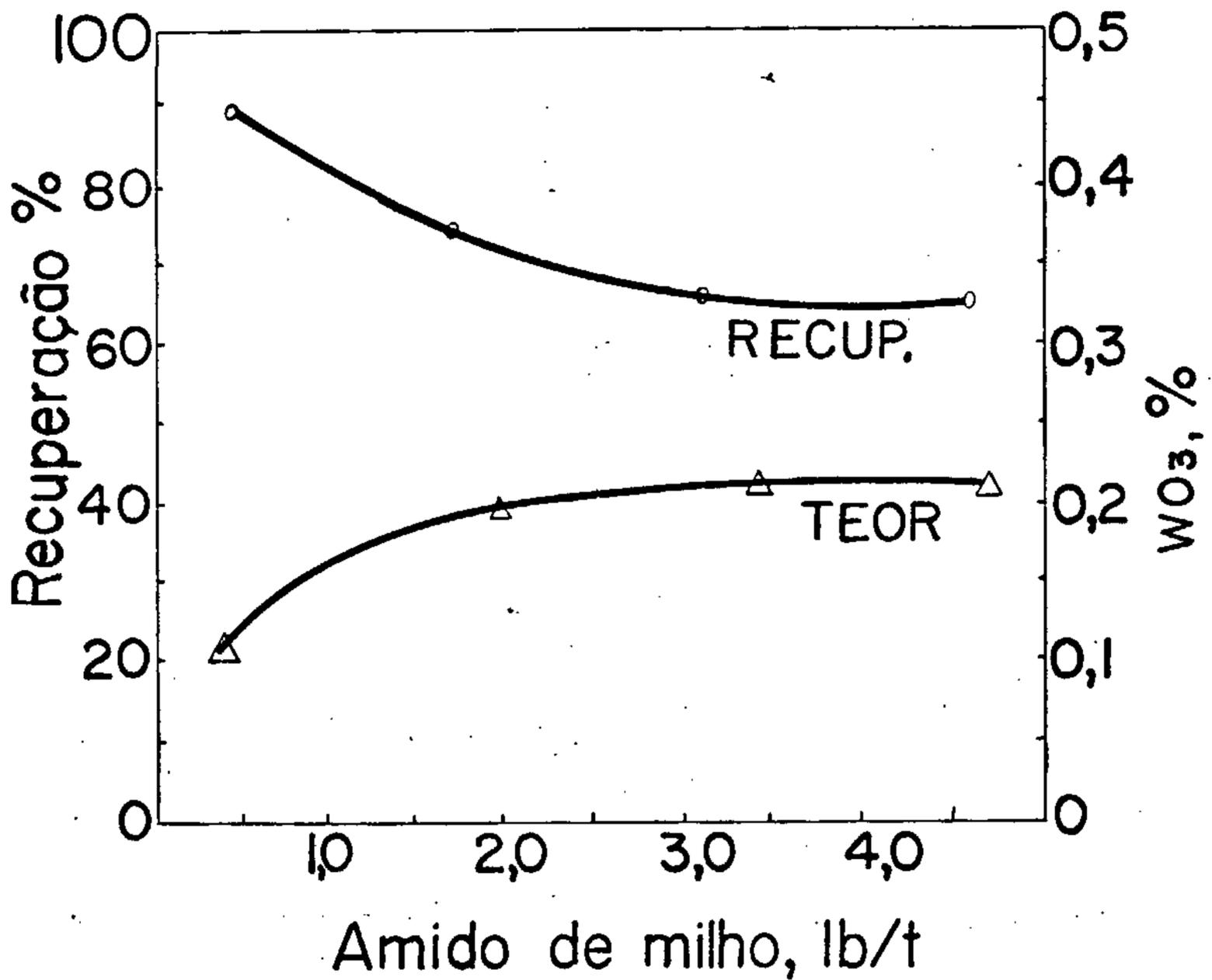


Figura 7 - Recuperação e teor dos concentrados em função da quantidade de amido.

Circuito	Produtos	Peso %	Teor WO ₃ %	Dist. WO ₃ %	Reagentes lb/t.		pH Flot.	Tempo Flot.
					Na ₂ CO ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃		
1ª Limp.	Concentrado	44,55	0,224	72,00	-	-	-	-
	Rejeito	55,45	0,070	28,00	-	-	-	-
	Alimentação	100,00	0,139	100,00	6,0	1,0	10,4	2,0
2ª Limp.	Concentrado	30,25	0,235	51,36	-	-	-	-
	Rejeito	14,31	0,200	20,64	-	-	-	-
	Alimentação	44,56	0,224	72,00	-	1,5	10,3	1,5
3ª Limp.	Concentrado	24,80	0,243	43,50	-	-	-	-
	Rejeito	5,45	0,200	7,86	-	-	-	-
	Alimentação	30,25	0,235	51,36	-	1,3	10,0	1,0
4ª Limp.	Concentrado	18,17	0,270	35,37	-	-	-	-
	Rejeito	6,63	0,170	8,13	-	-	-	-
	Alimentação	24,80	0,243	43,50	1,0	1,5	10,4	2,0
5ª Limp.	Concentrado	15,52	0,284	31,74	-	-	-	-
	Rejeito	2,65	0,190	3,63	-	-	-	-
	Alimentação	18,17	0,270	35,37	-	0,8	10,0	1,0
6ª Limp.	Concentrado	10,52	0,295	22,00	-	-	-	-
	Rejeito	5,00	0,260	9,74	-	-	-	-
	Alimentação	15,52	0,284	31,74	-	0,6	9,8	1,0
Total Reagentes lb/t.					7,0	6,7	-	8,5

TABELA 13 - Teste de flotação de limpeza usando Al₂(SO₄)₃ como depressor para Calcita.

(Rejeitos da Mina Barra Verde Estocado).

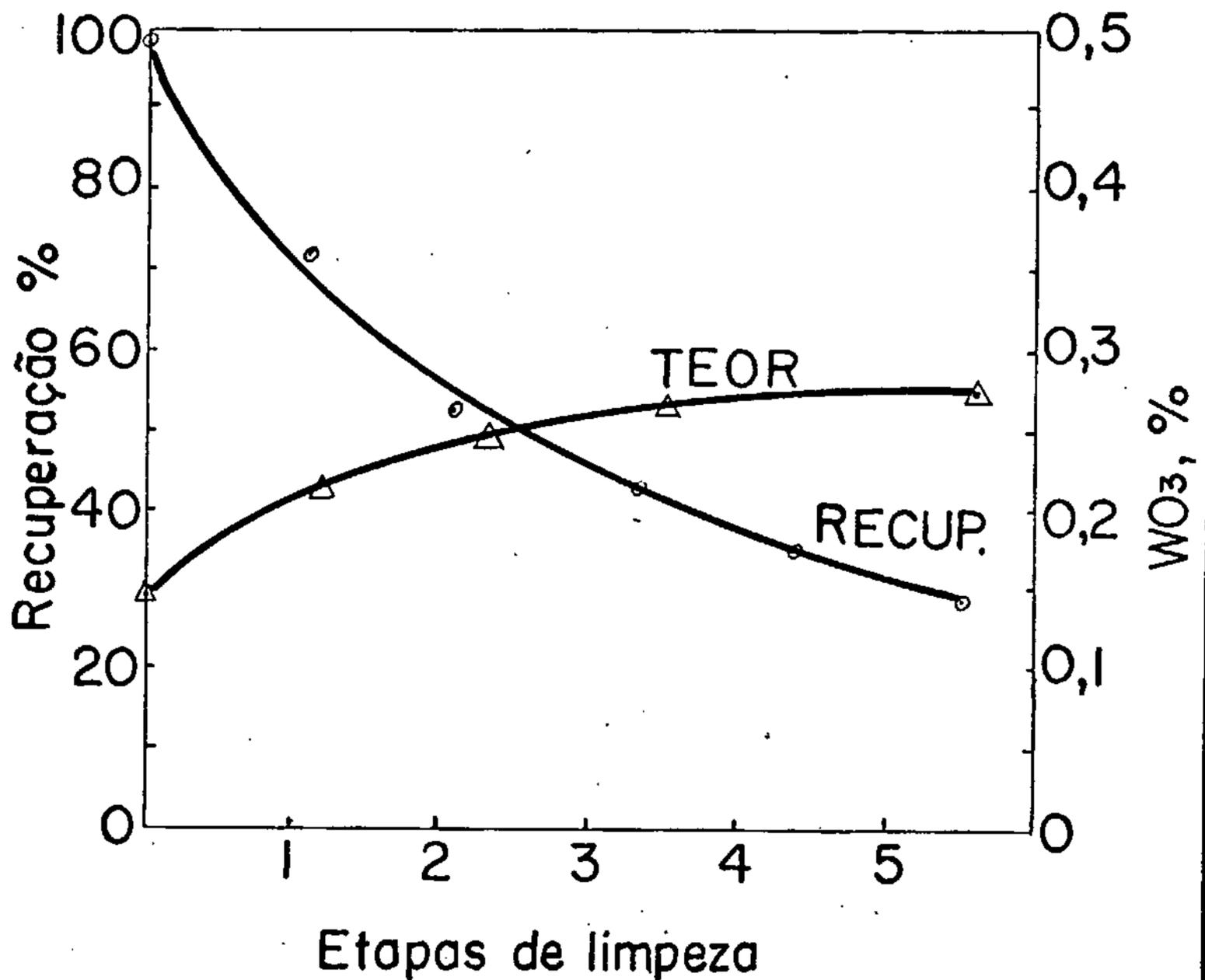


Figura 8 - Recuperação e teor dos concentrados em função das etapas de limpeza, com adição de quebracho em cada etapa.

Circuito	Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Dist. WO ₃ %	Reagentes lb/ton.			pH Flot.	Temp. Flot. Minutos
					Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho		
1ª Limp.	Concentrado	88,17	0,182	95,76	-	-	-	-	-
	Rejeito	11,83	0,060	4,24	-	-	-	-	-
	Alimentação	100,00	0,167	100,00	5,6	1,0	1,0	10,5	3
2ª Limp.	Concentrado	72,97	0,186	81,22	-	-	-	-	-
	Rejeito	15,21	0,160	14,54	-	-	-	-	-
	Alimentação	88,18	0,182	95,76	2,6	-	1,6	10,0	2
3ª Limp.	Concentrado	57,53	0,191	65,56	-	-	-	-	-
	Rejeito	15,43	0,170	15,67	-	-	-	-	-
	Alimentação	72,97	0,186	81,22	3,1	-	1,9	9,8	1,5
4ª Limp.	Concentrado	37,82	0,215	48,49	-	-	-	-	-
	Rejeito	19,71	0,145	17,07	-	-	-	-	-
	Alimentação	57,53	0,191	62,56	5,9	-	2,4	10,1	1,5
5ª Limp.	Concentrado	21,35	0,280	35,70	-	-	-	-	-
	Rejeito	16,47	0,130	12,79	-	-	-	-	-
	Alimentação	37,82	0,215	48,49	6,0	-	3,7	10,0	1,5
Total reagentes					23,2	1,0	10,6	-	9,5

TABELA 14 -- Teste de flotação de limpeza usando Quebracho como depressor para Calcita e Acintol como coletor para Scheelita.

(Rejeitos da Mina Barra Verde Estocado).

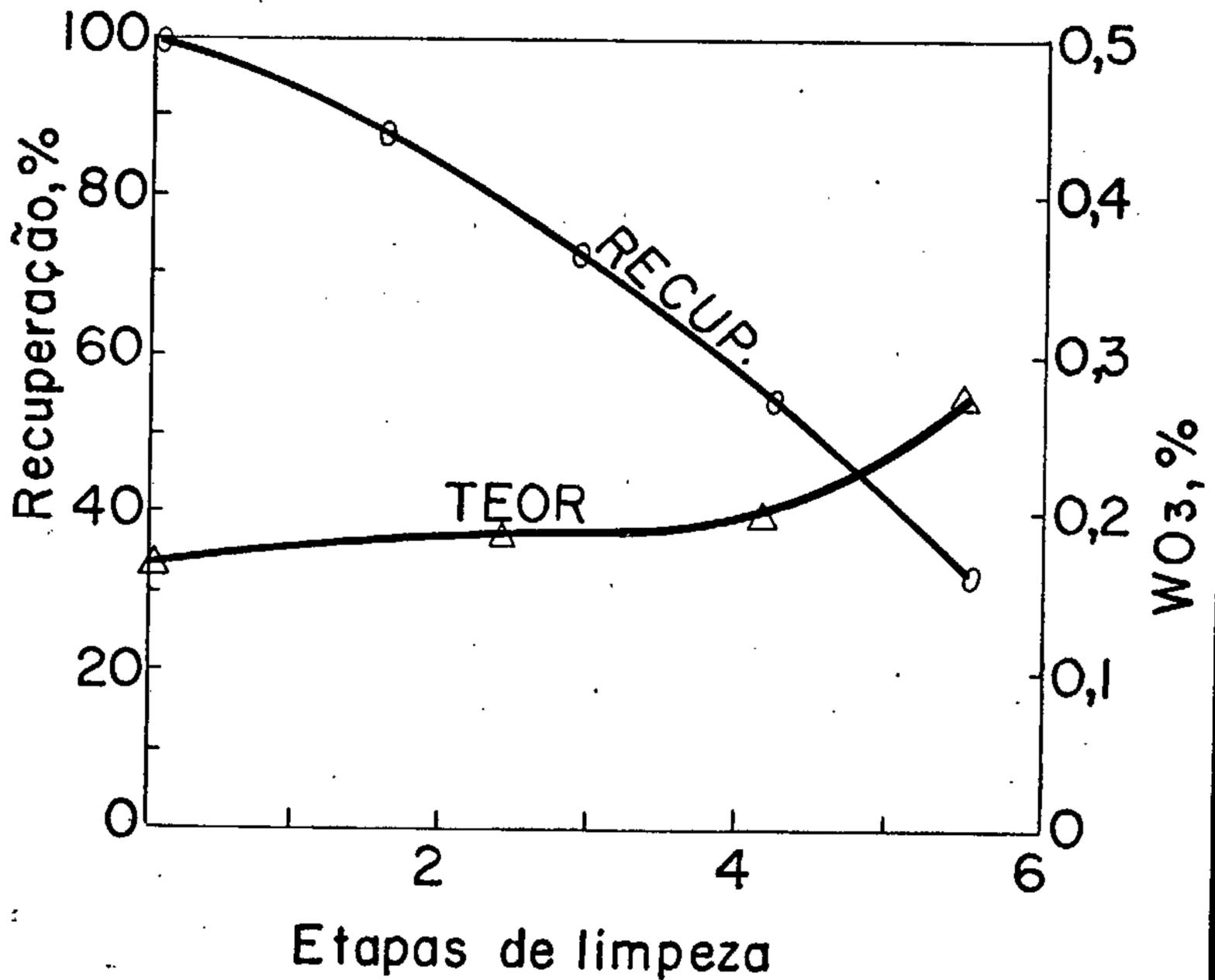


Figura 9 - Recuperação e teor dos concentrados em função das etapas de limpeza, agregando $Al_2(SO_4)_3$ em cada etapa.

Produtos	Pesos (%)	Teor (WO ₃ %)	Distrib. (WO ₃ %)	Reagentes lb/t					pH Flot.	Tempo Flot.
				AO-830	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	MIBC		
Concentrado	1,35	0,140	2,34	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito	98,65	0,080	97,65	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,081	100,00	0,15	12,0	0,50	0,25	0,15	10,5	6
Concentrado	1,65	0,230	5,22	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito	98,35	0,070	94,78	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,073	100,00	0,30	12,0	0,50	0,25	0,15	10,5	6
Concentrado	2,84	0,360	14,92	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito	97,16	0,060	85,08	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,069	100,00	0,50	12,0	0,50	0,25	0,15	10,5	6
Concentrado	5,25	0,620	53,40	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito	94,75	0,030	46,60	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,061	100,00	0,75	12,0	0,50	0,25	0,15	10,5	6
Concentrado	8,80	0,410	57,12	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito	91,12	0,030	42,88	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,064	100,00	1,00	12,0	0,50	0,25	0,15	10,5	6
Concentrado	8,77	0,500	70,62	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito	91,23	0,020	29,38	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,062	100,00	1,50	12,0	0,50	0,25	0,15	10,5	6
Concentrado	18,10	0,300	76,83	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito	81,90	0,020	23,17	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,071	100,00	2,00	12,0	0,50	0,25	0,15	10,5	6

TABELA 15 - Testes de flotação variando a quantidade de AO-830.

(Rejeito da Mina Barra Verde (estocado)).

PRODUTOS	PESO %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	REAGENTES lb/t					pH FLOT.	TEMPO FLOT.
				Na ₂ SiO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	6,91	0,685	71,79	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	93,09	0,020	28,21	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,066	100,00	24,00	0,50	0,25	1,00	0,15	10,5	6
Conct. Cleaner I	0,93	2,422	34,13	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	5,98	0,416	37,66	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	6,91	0,551	71,79	2,21	0,04	0,02	0,02	0,01	10,5	3
Conct. Cleaner II	0,13	8,096	15,95	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	0,80	1,500	18,18	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	0,93	2,422	34,12	0,16	-	0,01	0,02	-	10,3	1
Total de Reagentes lb/t				26,37	0,54	0,28	1,04	0,16	-	-

TABELA 16 - Teste de flotação de limpeza, usando Quebracho como depressor para calcita e AC-830 como coletor para a scheelita.

Moagem 95% - 48 malhas.
(Rejeitos da Mina Barra Verde (estocado)).

PRODUTOS	PESO %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	REAGENTES lb/t					pH FLOT.	TEMPO FLOT.
				Na ₂ SiO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	10,75	0,429	72,11	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	89,25	0,020	27,89	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,064	100,00	24,00	0,50	0,25	1,00	0,15	10,5	6
Conct. Cleaner I	1,60	1,306	32,65	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	9,15	0,276	39,46	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	10,75	0,429	72,11	0,80	-	0,03	-	-	10,4	3
Conct. Cleaner II	0,13	9,050	18,39	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	1,47	0,621	14,26	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	1,60	1,306	32,65	0,80	0,04	0,02	-	-	10,4	1,0
Total reagentes lb/t				25,60	0,54	0,30	1,00	0,15	-	-

TABELA 17 - Teste de flotação de limpeza, usando quebracho como depressor para calcita e AC-830 como coletor para scheelita.

Moagem 100% - 48 malhas.
(Rejeitos de Mina Barra Verde (estocado)).

REJEITOS FINOS DA MINA BARRA VERDE

3.1.2 - Ensaaios com AC-830

Os resultados dos ensaios utilizando-se Aero promotor AC-830, como coletor, em associação com quebracho, silicato de sódio e metil isobutil carbinol (MIBC) foram realizados nas mesmas condições já descritas anteriormente. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 15, 16 e 17.

3.2 - Rejeito Fino

a) Composição Química e Mineralógica

As análises químicas da amostra do rejeito fino da mina Barra Verde estão apresentados na Tabela 18. Pode-se observar que a scheelita se encontra mais concentrada no rejeito fino. Este fato se observará melhor na distribuição da scheelita nas frações granulométricas.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

Devido a sua granulometria extremamente fina, foi impossível determinar sua composição mineralógica ao microscópio; mas, pela análise química se conclui que é semelhante ao rejeito estocado, o que significa predominância de calcita, quartzo e granada como ganga.

b) Estudos de Liberação

A amostra está toda abaixo de 65 malhas. Com

cont.

base nos estudos referentes ao rejeito estocado, pode afirmar-se estar a scheelita totalmente liberada, dispensando remoagem para flotação.

c) Classificação Granulométrica e Distribuição da Scheelita

Foi feita uma classificação granulométrica com uma amostra representativa do rejeito fino e a análise de WO_3 em cada fração granulométrica. O objetivo foi observar a distribuição granulométrica e da scheelita nas diferentes frações. Os resultados estão apresentados na Tabela 19.

Observa-se que quase toda amostra está abaixo de 65 malhas, e que o teor de WO_3 aumenta nas frações mais finas. Os resultados mostram que 97% da scheelita está abaixo de 200 malhas; fato que indica não ser necessária nova moagem. Um peneiramento a 200 malhas eliminando a fração grosseira de baixo teor, apresenta-se no entanto, aconselhável.

Esta operação significa eliminar cerca de 20% da massa total e elevar o teor de WO_3 a 0,16%, com uma perda de apenas 3% do WO_3 contido.

d) Ensaio de Concentração por Flotação

Os problemas envolvidos na flotação deste re-

cont.

jeito fino são semelhantes a amostra estocada, mais ainda com o agravante de encontrar-se grande parte da scheelita distribuída abaixo de 200 malhas (97% abaixo 74 microns e 35% abaixo 11 microns).

Foram desenvolvidos ensaios de flotação com e sem descarte da fração granulométrica abaixo de 200 malhas.

Nos diversos ensaios foram testados os coletores Acintol, AC-845 e AC-830, os reagentes depressores da ganga Quebracho, Cal, Sobragène e $Al_2(SO_4)_3$. Também foi testado processo de agitação a temperatura elevada usando Na_2SiO_3 , com o fim de obter a depressão da calcita e a flotação da scheelita.

cont.

Elementos (ou compostos)	Teor (%)
WO ₃	0,13
CaO.....	34,40
SiO ₂	25,20
Al ₂ O ₃	6,60
MgO.....	2,90
Fe.....	2,40
S.....	0,44
Mo.....	0,20

TABELA 18 - Composição química do rejeito fino da Mina Barra Verde.

cont.

MALHAS	PESOS		WO ₃		DISTRIBUIÇÃO WO ₃	
	%	Acum. Inv.	%	Acum. Inv.	%	Acum. Inv.
+ 65	0,91	100,00	0,02	-	0,13	100,00
65/100	3,03	99,09	0,02	0,14	0,46	99,87
100/150	5,34	96,06	0,02	0,14	0,80	99,41
150/200	11,98	90,72	0,02	0,15	1,80	98,61
74/45	16,67	78,74	0,21	0,16	26,21	96,81
45/32	8,36	62,07	0,14	0,15	8,76	70,60
32/22	9,08	53,71	0,14	0,15	9,51	61,84
22/16	9,95	44,63	0,15	0,16	11,18	52,33
16/11	5,05	34,68	0,15	0,16	5,66	41,15
- 11	29,63	29,63	0,16	0,16	35,49	35,49
Alimentação	100,00	-	0,13	-	100,00	-

TABELA 19 - Análise granulométrica do rejeito fino da Mina Barra Verde e distribuição de WO₃ nas diversas funções granulométricas.

3.2.1 - Ensaio de Flotação Utilizando Acintol AF-1 como Coletor

Nos ensaios de flotação usando Acintol como coletor, o minério não foi classificado a 200 malhas.

Nos diversos ensaios foram testados os depressores para a ganga: Quebracho, Na_2SiO_3 e $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ bem como misturas de Quebracho e Na_2SiO_3 e, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ com Na_2SiO_3 . Os resultados estão apresentados na Tabela 20.

O Sobragène, reagente recomendado pela SOBREP (Paris) como depressor para minerais de metais alcalinos Ferrosos, foi testado como depressor da ganga calcárea. Este reagente de origem vegetal foi dissolvido em solução de Na_2CO_3 com 4% de concentração.

O Sobragène teve variada a sua quantidade na flotação do 0,25 até 1,0 lb/t. O pH foi mantido igual a 10,0 usando Na_2CO_3 como modificador. Os resultados são apresentados na Tabela 21 e Figura 10.

O processo Cal-Soda consistiu no acondicionamento da polpa com cal, Na_2CO_3 e Na_2SiO_3 . O objetivo foi deprimir a calcita antes da flotação da scheelita. Os ensaios foram conduzidos variando a quantidade de cal de 0,5 lb/t até 3,0 lb/t, mantendo constante as concentrações dos demais reagentes. O tempo de condicionamento foi de 15 minutos.

Os resultados estão apresentados na Tabela 22 e

cont.

Figura 11.

O processo baseado no condicionamento da polpa com Na_2SiO_3 a uma temperatura entre 80 e 90°C, foi aplicado na flotação "cleaner" após a flotação "rougher" da scheelita. O objetivo foi deprimir a calcita.

No processo o concentrado "rougher" foi condicionado sob forte atrição durante uma hora a temperatura entre 80 e 90°C, com uma percentagem de sólidos de 40% e 3,0 lb/t de Na_2SiO_3 . Em seguida foi flotada a scheelita a temperatura normal e com 20% de sólido na polpa. O concentrado foi coletado aos 1º, 3º e 6º minutos da flotação.

RESULTADOS APRESENTADOS NA TABELA 23

3.2.2 - Ensaio de Flotação Utilizando como Coletor para Scheelita AC-845 e AC-830

Os ensaios de flotação com os Aero promotores da Cyanamid Ac-845 e AC-830, foram feitos com a fração abaixo de 200 malhas do rejeito fino da mina Barra Verde, sendo eliminada a fração grosseira. Com esta operação elimina-se cerca de 20% da massa com 0,02% de WO_3 , e eleva-se o teor da alimentação a 0,17% de WO_3 . O depressor da ganga foi Na_2SiO_3 e Quebracho, o Na_2CO_3 foi usado como modificador de pH. O coletor foi adicionado na base de 1,0 lb/t na etapa "rougher" Foram feitos entre dois e quatro "cleaner".

cont.

Os resultados obtidos empregando-se AC-845 são apresentados na Tabela 24, para o qual foram feitos três "cleaner". Em cada etapa foi adicionado Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 e Quebracho. O tempo de flotação rougher foi de 7 minutos.

O coletor AC-830 foi empregado nos ensaios seguintes nas quantidades de 1,0 lb/t com duas etapas de limpeza ("cleaner"). O tempo de flotação de desbaste ("rougher") foi de 6 e 4 minutos. Os resultados são apresentados nas Tabelas 25 e 26.

O ensaio seguinte foi com quatro etapas "cleaner" e 6 minutos na flotação de desbaste com AC-830 a 1,0 lb/t. Tabela 27.

cont.

Peso %		Teor			Recup. const.	Reagentes lb/t.						pH Flot.	Tempo Flotação
Conct.	Rejeito	Aliment.	Conct.	Rejeito		Na ₂ CO ₃	Acintol	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	Al ₂ (SO ₄) ₃	MIBC		
4,97	95,03	0,140	0,170	0,130	30,36	12,0	0,50	0,50	2,5	-	0,30	10,4	6
29,10	70,90	0,137	0,300	0,07	63,76	12,0	0,50	0,5	-	2,50	0,30	10,4	6
17,65	82,35	0,133	0,280	0,10	36,60	12,0	0,25	0,5	-	-	0,30	10,4	6
23,20	76,80	0,143	0,320	0,09	51,79	12,0	0,25	0,5	-	2,50	0,30	10,4	6
21,58	78,42	0,147	0,280	0,11	41,46	12,0	0,25	0,5	-	2,50	0,30	10,4	6
16,67	83,33	0,139	0,290	0,11	34,16	12,0	0,25	-	-	2,50	0,30	10,4	6

TABELA 20 - Ensaios de flotação usando Acintol como coletor e Na₂SiO₃, Quebracho e Al₂(SO₄)₃ como depressor para a ganga.
(Rejeitos Finos da Mina Barra Verde).

TESTE	Pesos %		Teor % WO ₃			Recup. Concent.	Reagentes lb/t.			MIBC	pH Flot.	Tempo Flotação
	Concent.	Rejeito	Aliment.	Concent.	Rejeito		Na ₂ CO ₃	Sobragene	Acintol			
1	50,30	49,70	0,137	0,200	0,07	74,65	12,0	0,17	0,50	0,15	10,0	6
2	57,65	42,35	0,136	0,200	0,05	84,48	12,0	0,25	1,00	0,15	10,2	6
3	36,20	63,80	0,139	0,220	0,09	58,60	12,0	0,34	0,25	0,15	10,1	6
4	58,06	41,94	0,137	0,200	0,05	84,68	12,0	0,50	1,00	0,15	10,2	6
5	58,40	41,60	0,132	0,180	0,06	81,93	12,0	0,75	1,00	0,15	10,0	6
6	57,46	42,54	0,133	0,180	0,06	77,65	12,0	1,00	1,00	0,15	10,2	6

TABELA 21 - Ensaios de flotação usando Sobragene como depressor da ganga calcítica.

(Rejeitos Finos da Mina Barra Verde).

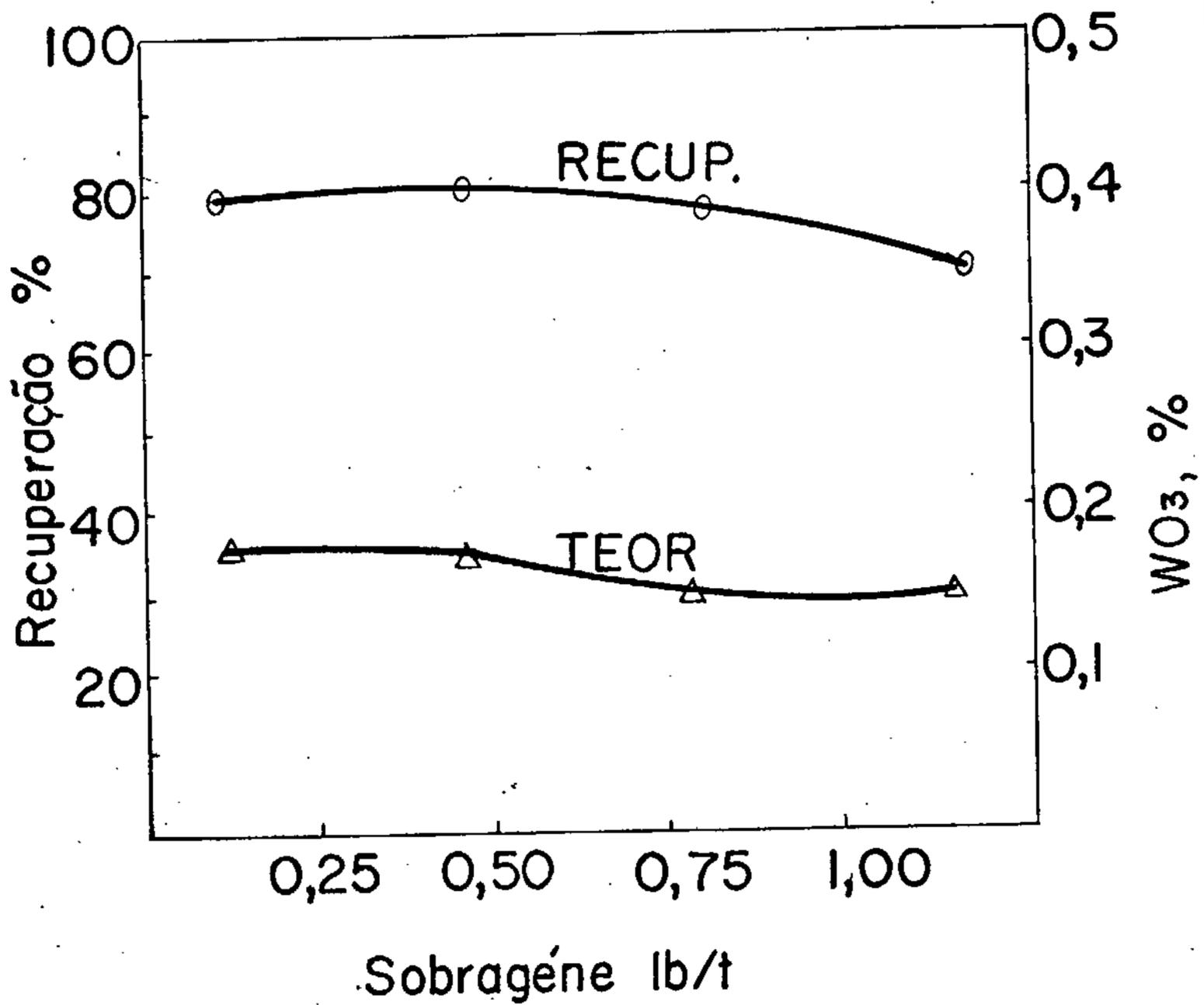


Figura 10—Recuperação e teor dos concen-
trados em função da quantida-
de de Sobragéne.

Teste	Pesos %		Teor WO ₃			Recup. WO ₃ %	Reagentes lb/ton.					pH	Tempo Flot.
	Conct.	Rejeito	Aliment.	Conct.	Rejeito		CaO	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Acintol	MIBC		
1	10,20	89,80	0,14	0,24	0,13	17,09	0,5	0,5	10,0	1,0	0,3	11,3	6
2	8,45	91,55	0,14	0,25	0,13	15,07	1,0	0,5	10,0	1,0	0,3	11,5	6
3	10,43	89,57	0,14	0,30	0,13	21,18	2,0	0,5	10,0	1,0	0,3	11,5	6
4	10,66	89,34	0,14	0,33	0,11	26,36	3,0	0,5	10,0	1,0	0,3	11,8	6

TABELA 22 - Ensaio de flotação usando Cal como depressor da ganga calcítica.

(Rejeitos Finos da Mina Barra Verde).

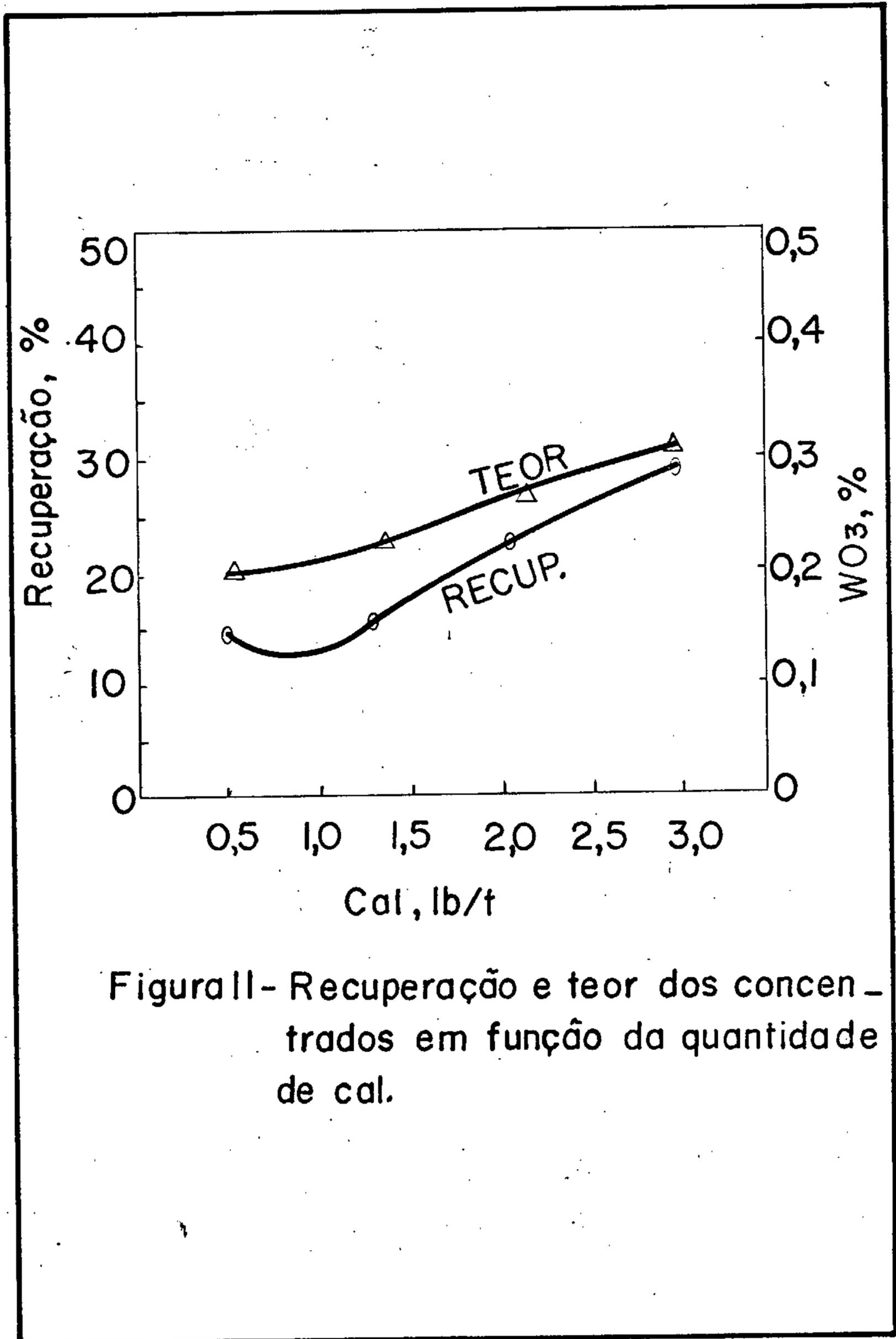


Figura II - Recuperação e teor dos concentrados em função da quantidade de cal.

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Dist. WO ₃ %	Reagentes lb/t.					pH	Tempo de Flot. Minutos
				Na ₂ CO ₃	NaOH	Na ₂ SiO ₃	Acintol	MLBC		
Rougher										
Concentrado	36,07	0,237	65,60	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito	63,93	0,070	34,40	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,130	100,00	12,0	1,2	0,5	1,0	0,3	10,4	6

Tratamento do Concentrado do Rougher: Agitação 1 h com 3 lb/t. de Na₂SiO₃ a 80°C temp.

Cleaner										
Concentrado até 1ª Flot.	16,24	0,230	28,71	-	-	-	-	-	-	1
Concentrado até 3ª Flot.	28,16	0,250	25,65	-	-	-	-	-	-	3
Concentrado até 6ª Flot.	31,96	0,260	9,35	-	-	-	-	-	-	6
Rejeito	4,11	0,060	1,89	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	36,07	0,237	65,60	-	-	3,0	-	-	-	-

TABELA 23 - Ensaio de flotação usando Na₂SiO₃ a temperatura de 80°C como depressor da ganga.

(Rejeitos Finos da Mina Barra Verde).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Dist. WO ₃ %	Reagentes lb/ton.					pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-845	MIBC		
Conct. Rougher	65,54	0,251	97,95	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	34,46	0,010	2,05	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	100,00	0,168	100,00	21,0	0,52	0,26	1,06	0,15	10,3	6
Conct. 1º Cleaner	43,95	0,355	92,81	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	21,59	0,040	5,14	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	65,54	0,251	97,95	2,38	0,13	0,13	-	-	10,0	3
Conct. 2º Cleaner	19,50	0,700	81,17	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	24,45	0,080	11,64	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	43,95	0,355	92,81	3,55	0,07	0,07	-	-	10,0	1,5
Conct. 3º Cleaner	4,16	2,507	62,00	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	15,34	0,210	19,17	-	-	-	-	-	-	-
Aliment.	19,50	0,700	81,17	1,33	0,04	0,03	-	-	10,0	0,5
Fração + 200	23,10	0,020	3,45	-	-	-	-	-	-	-
Fração - 200	76,90	0,168	96,55	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. Total	100,00	0,134	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Reagente total				28,26	0,76	0,49	1,06	0,15		

TABELA 24 - Ensaios de flotação "rougher" e "cleaner", usando AC-845 como coletor.
(Rejeitos Finos da Mina Barra Verde).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Dist. WO ₃ %	Reagentes lb/ton.					pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	63,18	0,242	89,23	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	36,82	0,050	10,77	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	100,00	0,171	100,00	21,2	0,66	0,26	1,06	0,12	10,2	6
Conct. 1ª Cleaner	13,91	0,849	69,06	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	49,27	0,070	20,17	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	63,18	0,242	89,23	10,5	-	0,20	-	-	10,3	3
Conct. 2ª Cleaner	2,52	3,964	58,41	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	11,39	0,160	10,65	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	13,91	0,849	69,06	-	-	0,06	-	-	10,1	1,5
Fração + 200	24,50	0,020	3,66	-	-	-	-	-	-	-
Fração - 200	75,50	0,171	96,34	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,134	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Reagentes total				31,7	0,66	0,52	1,06	0,12	-	-

TABELA 25 - Ensaio de flotação, "rougher" e "cleaner", usando como coletor AC-830 (flotação rougher 6 min).
(Rejeitos Finos da Mina Barra Verde).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Dist. WO ₃ %	Reagentes lb/ton.					pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ ClO ₃	Quebracho	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	30,18	0,451	76,46	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	69,82	0,060	23,54	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	100,00	0,178	100,00	23,0	0,71	0,29	1,14	0,15	10,6	4
Conct. 1ª Cleaner	4,56	2,029	51,97	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	25,62	0,170	24,49	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	30,18	0,451	76,46	-	-	0,13	-	-	10,3	3
Conct. 2ª Cleaner	0,56	9,607	30,22	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	3,99	0,970	21,74	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	4,56	2,029	51,96	1,78	-	0,03	-	-	10,2	1
Fração + 200	23,70	0,020	3,37	-	-	-	-	-	-	-
Fração - 200	76,30	0,178	96,63	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. Total	100,00	0,141	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Reagentes total				24,78	0,71	0,45	1,14	0,15	-	-

TABELA 26 - Ensaio de flotação "rougher" e "cleaner", usando como coletor AC-830 (flotação rougher 4 min).
(Rejeitos Finos da Mina Barra Verde).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.					pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	KIDC		
Conct. Rougher	51,42	0,259	79,66	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	48,58	0,070	20,34	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	100,00	0,167	100,00	22,0	1,12	0,28	1,12	0,15	10,5	6
Conct. 1ª Cleaner	79,87	0,381	68,05	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	21,55	0,090	11,61	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	51,42	0,259	79,66	5,66	0,14	-	-	-	10,2	3
Conct. 2ª Cleaner	8,08	0,895	43,28	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	21,79	0,190	24,77	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	29,87	0,381	68,05	1,47	0,08	0,08	-	-	10,2	2
Conct. 3ª Cleaner	1,12	2,794	18,72	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	6,96	0,590	24,56	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	8,08	0,895	43,28	0,48	-	0,03	-	-	10,1	1
Conct. 4ª Cleaner	0,49	4,200	12,31	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	0,63	1,700	6,41	-	-	-	-	-	-	-
Aliment. "	1,12	2,794	18,72	0,06	-	-	-	-	10,0	0,5
Fração + 200	25,73	0,020	3,98	-	-	-	-	-	-	-
Fração - 200	74,27	0,167	96,02	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,120	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Reagentes total				29,67	1,34	0,39	1,12	0,15	-	-

TABELA 27 - Ensaio de flotação "rougher" e "cleaner", usando como coletor AC-830 (quatro "cleaner").

(Rejeitos Finos da Mina Barra Verde).

REJEITOS FINOS DA MINA BREJUI

4 - ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO E FLOTAÇÃO DOS REJEITOS FINOS DA MINA BREJUI

a) Análise química e Composição Mineralógica

A análise química da amostra representativa do rejeito fino da mina Brejuí, está apresentada na Tabela 28.

Elemento Ou Composto	Teor (%)
SiO ₂	27,00
Al ₂ O ₃	6,60
CaO.....	32,60
MgO.....	3,60
Fe.....	2,80
S.....	0,12
Mo.....	0,40
WO ₃	0,11

TABELA 28 - Análise química do rejeito fino da Mina Brejuí.

A composição mineralógica não foi possível ser determinada por meio do microscópio e lupa, por estar a amostra a uma granulometria muito fina. Em todo caso é uma a-

cont.

mostra muito semelhante a da mina Barra Verde, com forte predomínio de calcita e quartzo na ganga.

b) Ensaio de classificação granulométrica e Distribuição da scheelita

Foi feita uma classificação granulométrica e distribuição da scheelita nas distintas frações, com uma amostra representativa do rejeito da mina Brejuí.

A Tabela 29 apresenta os resultados; pode-se observar que mais 90% da scheelita está abaixo de 270 malhas (ou seja 63 microns), e ainda, mais de 30% abaixo de 11 microns.

4.1 - Ensaio de flotação utilizando Acintol FA-1, como coletor para scheelita

O rejeito fino da mina Brejuí tem um teor de 0,11% de WO_3 . A fração superior a 100 malhas tem um peso de 18% com um teor de 0,02% WO_3 e 3,19% de WO_3 contido.

Estes dados justificaram a classificação na malha 100, com o objetivo de rejeitar a fração acima de 100 o que significa elevar o teor na fração menor que 100 malhas a 0,13% de WO_3 , com 97% da scheelita a flotação. O problema desta amostra foi semelhante a amostra da mina Barra Verde. A scheelita apresentando-se nas frações mais finas, e a alta percentagem de calcita na ganga tornaram impossível uma boa se

cont.

letividade na flotação com Acintol. Foram testados depressores para a ganga como Cal e Na_2CO_3 ; os resultados estão apresentados na Tabela 30. A cal foi usada na quantidade de 2,0 lb/t e a Na_2CO_3 5 lb/t.

Ensaio de flotação usando Quebracho como depressor da ganga foi efetuado, incluindo cinco etapas de flotação "cleaner", utilizando Na_2CO_3 e NaOH para manter o pH em 10,4.

Os resultados estão apresentados na Tabela 31.

4.2 - Ensaio de flotação da scheelita, utilizando AC-845 e AC-830 como coletor

Ensaio de flotação visando os petróleos sulfonados da Cyanamid, o 845 e 830, foram desenvolvidos. Quebracho e Na_2SiO_3 foram usados como depressores e Na_2CO_3 como modificador de pH. Os ensaios foram conduzidos com a fração menor que 100 malhas e tiveram de 2 a 4 estágios de "cleaners". A Tabela 32 apresenta os resultados com AC-845; o Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 e Quebracho foram adicionados em cada estágio.

As Tabelas 33 até 36 apresentam os resultados dos ensaios usando AC-830 como coletor para scheelita, Quebracho e Na_2SiO_3 como depressores para a ganga, adicionados em cada estágio.

cont.

A Tabela 37 apresenta os resultados do ensaio de flotação com a fração granulométrica menor que 200 malhas, usando AC-830 como coletor para scheelita.

O teor da alimentação da flotação subiu a 0,184% de WO_3 , representando 93,20% do conteúdo total de WO_3 na amostra.

cont.

MAIHAS	PESOS		WO ₃		DISTRIBUIÇÃO WO ₃	
	%	Acum. Inv.	%	Acum. Inv.	%	Acum. Inv.
+ 48	2,20	100,00	0,02	-	0,39	100,00
48/65	5,40	97,80	0,02	0,12	0,95	99,61
65/100	10,40	92,40	0,02	0,12	1,84	98,66
100/150	15,20	82,00	0,02	0,13	2,69	96,82
150/200	12,80	66,80	0,03	0,16	3,39	94,13
200/270	6,60	54,00	0,07	0,19	4,08	90,74
63/45	10,44	47,40	0,37	0,21	34,13	86,66
45/32	4,58	36,96	0,13	0,16	5,26	52,53
32/22	5,14	32,38	0,15	0,17	6,81	47,27
22/16	5,02	27,24	0,16	0,17	7,09	40,46
16/11	1,86	22,22	0,17	0,17	2,79	33,37
- 11	20,36	20,36	0,17	0,17	30,58	30,58
Alimentação	100,00	-	0,11	-	100,00	-

TABELA 29 - Análise granulométrica do rejeito fino da Mina Brejuí.

PRODUTOS	PESOS %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	TEMPO FLOT. MINUTOS
Concentrado 1	52,28	0,16	70,46	1
Concentrado 2	22,82	0,11	21,15	5
Rejeito	24,90	0,04	8,39	-
Alimentação	100,00	0,13	100,00	6

TABELA 30 - Ensaio de flotação da scheelita, deprimindo a ganga com Cal e soda.

(Rejeitos finos da mina Brejuí).

Condições da Flotação:

CaO - 2 lb/t
 Na₂CO₃ - 5 lb/t
 Na₂SiO₃ - 10 lb/t
 pH - 11.6
 Acintol - 1.0 lb/t
 MIBC - 0.15 lb/t

PRODUTOS	PESOS %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	REAGENTES lb/t					pH FLOT.	TEMPO FLOT.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	Acintol	MIBC		
Conct. Rougher	72,69	0,170	93,74	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	27,31	0,030	6,26	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,130	100,00	19,00	2,00	1,00	1,00	0,15	10,5	5
Conct. Cleaner 1	65,57	0,180	92,11	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	7,12	0,030	1,63	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	72,69	0,170	93,74	2,00	-	-	-	-	10,4	4
Conct. Cleaner 2	61,22	0,190	87,79	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	4,35	0,130	4,32	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	65,57	0,180	92,11	NaOH	0,22	-	-	-	10,5	3
Conct. Cleaner 3	53,96	0,190	77,81	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	7,26	0,180	9,98	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	61,22	0,190	87,79	NaOH	-	-	-	-	10,2	3
Conct. Cleaner 4	40,77	0,198	61,70	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	18,19	0,160	16,12	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	53,96	0,190	77,82	NaOH	0,16	0,05	-	-	10,5	3
Conct. Cleaner 5	29,29	0,220	47,67	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	11,48	0,160	14,03	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	40,77	0,198	61,70	NaOH	-	-	-	-	10,2	2
Fração + 100	19,00	0,020	3,48							
Fração - 100	81,00	0,130	96,52							
Alimentação Total	100,00	0,110	100,00	21,0	2,38	1,05	1,00	0,15	-	-

TABELA 31 - Ensaios de flotação da scheelita, usando Acintol como coletor, e Quebracho como depressor da ganga.
(Rejeitos Finos da Mina Barra Bréia).

PRODUTOS	PESOS %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	REAGENTES lb/t					pH FLOT.	TEMPO FLOT.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-845	NIBC		
Conct. Rougher	58,17	0,251	97,21	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	41,83	0,010	2,79	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,150	100,00	16,00	0,66	0,27	1,08	0,15	10,3	6
Conct. 1ª Cleaner	41,57	0,331	91,68	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	16,60	0,050	5,53	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	58,17	0,251	97,21	-	0,13	0,13	-	-	10,0	3,5
Conct. 2ª Cleaner	24,30	0,552	89,38	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	17,27	0,020	2,30	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	41,57	0,331	91,68	1,06	0,13	0,13	-	-	10,0	2,0
Conct. 3ª Cleaner	9,03	1,403	84,29	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	15,27	0,050	5,09	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	24,30	0,552	89,38	0,80	0,08	0,07	-	-	10,1	1,0
Fração + 100	24,70	0,020	4,23							
Fração - 100	75,30	0,150	95,72							
Alimentação Total	100,00	0,118	100,00	17,86	0,99	0,60	1,08	0,15	-	-

TABELA 32 - Ensaios de flotação da scheelita, usando AC-845 como coletor e Quebracho como depressor da ganga.
(Rejeitos Finos da Mina Brejuí).

PRODUTOS	PESOS %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	REAGENTES lb/t					pH FLOT.	TEMPO FLOT.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	43,81	0,312	92,41	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	56,19	0,020	7,59	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,148	100,00	10,58	0,83	0,33	1,33	0,15	10,6	6
Conct. Cleaner I	13,15	0,900	79,97	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	30,67	0,060	12,44	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	43,82	0,312	92,41	0,84	-	0,13	-	-	10,3	3
Conct. Cleaner II	3,02	3,530	72,03	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	10,13	0,116	7,94	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	13,15	0,900	79,97	0,20	-	0,07	-	-	10,3	1,5
Fração + 100	22,00	0,020	2,17	-	-	-	-	-	-	-
Fração - 100	78,00	0,148	97,83	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação Total	100,00	0,118	100,00	11,62	0,83	0,53	1,33	0,15	-	-

TABELA 33 - Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor e quebracho como depressor da ganga.
(Rejeitos Finos da Mina Brejuí).

PRODUTOS	PESOS %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	REAGENTES lb/t					pH FLOT.	TEMPO FLOT.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	31,31	0,429	90,72	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	68,69	0,020	9,28	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,148	100,00	10,54	0,83	0,33	1,33	0,15	10,6	6
Conct. Cleaner I	8,77	1,402	83,10	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	22,54	0,050	7,62	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	31,31	0,429	90,72	0,98	-	0,13	-	-	10,3	3
Conct. Cleaner II	1,67	6,578	74,23	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	7,10	0,185	8,88	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	8,77	1,402	83,11	0,16	-	0,07	-	-	10,3	1,5
Fração + 100	24,12	0,020	4,83	-	-	-	-	-	-	-
Fração - 100	75,88	0,148	95,17	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação Total	100,00	0,118	100,00	11,68	0,83	0,53	1,33	0,15	-	-

TABELA 34 - Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como colotor, e Quebracho como depressor da ganga.
(Rejeitos Finos da Mina Brojui).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Dist. WO ₃ %	Reagentes lb/t					pH Flotação	Tempo min. Flotação
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	34,71	0,321	77,36	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	65,29	0,050	22,64	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,144	100,00	16,0	0,5	0,25	1,0	-	10,4	7
Conct. 1ª Cleaner	15,36	0,610	63,94	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	19,35	0,100	13,42	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	34,71	0,321	77,36	2,78	0,14	0,14	-	-	10,2	3,5
Conct. 2ª Cleaner	3,06	2,410	51,15	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	12,30	0,150	12,79	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	15,30	0,610	63,94	0,31	0,04	0,04	-	-	10,4	1,5
Conct. 3ª Cleaner	1,17	5,250	42,23	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,89	0,680	8,92	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	3,06	2,410	51,15	0,11	0,01	0,01	-	-	10,2	1,5
Conct. 4ª Cleaner	0,58	8,200	32,98	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	0,58	2,300	9,25	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	1,16	5,250	42,23	-	0,003	0,003	0,002	-	10,0	1,0
Fração + 100 #	22,21	0,020	3,72	-	-	-	-	-	-	-
Fração - 100 #	79,79	0,144	96,28	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação	100,00	0,119	100,00	19,2	0,69	0,44	1,002	0,15	-	-

TABELA 35 - Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor e Quebracho como depressor da ganga.
(Rejeitos Finos da Mina Drejuf).

PRODUTOS	PECOS %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	REAGENTES lb/t					pH FLOT.	TEMPO FLOT.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	MIEC		
Const. Rougher	20,25	0,613	83,83	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	79,75	0,030	16,17	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,143	100,00	9,94	0,83	0,33	1,33	0,15	10,5	6
Const. Cleaner I	2,34	3,450	66,20	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	17,40	0,150	17,64	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	20,24	0,613	83,84	1,20	-	0,13	-	-	10,3	3
Const. Cleaner II	0,64	11,974	51,78	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	2,20	0,970	14,42	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	2,84	3,450	66,20	0,18	-	0,07	-	-	10,4	1,5
Const. Cleaner III	0,30	(20,105)	40,75	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	0,34	(4,200)	11,03	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação " "	0,64	11,974	51,75	0,03	-	-	-	-	10,3	0,5
Fração + 100	18,02	0,020	2,88	-	-	-	-	-	-	-
Fração - 100	81,98	0,148	97,12	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação Total	100,00	0,125	100,00	11,35	0,83	0,53	1,33	0,15	-	-

TABELA 36 - Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor e Quebracho como depressor da ganga.
(Rejeitos Finos da Mina Brejui).

PRODUTOS	PESOS %	TEOR WO ₃ %	DIST. WO ₃ %	REAGENTES lb/t					pH FLOT.	TEMPO FLOT.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Quebracho	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	24,54	0,658	87,70	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	75,46	0,030	12,30	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,184	100,00	20,0	0,83	0,33	1,33	0,19	10,5	7
Conct. 1ª Cleaner	7,51	2,058	84,00	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	17,03	0,040	3,70	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação 1ª "	24,54	0,658	87,70	-	-	0,17	-	-	10,3	3
Conct. 2ª Cleaner	1,67	8,380	76,06	-	-	-	-	-	-	-
Rejeito " "	5,84	0,250	7,94	-	-	-	-	-	-	-
Alimentação 2ª "	7,51	2,058	84,00	0,65	-	0,02	-	-	10,2	1,5
Total de Reagentes				20,65	0,83	0,50	1,33	0,19	-	-
Fração + 200	40,1	0,020	6,80							
Fração - 200	59,9	0,184	93,20							
Alimentação Total	100,00	0,118	100,00							

TABELA 37 - Ensaio de flotação da scheelita, usando AC-830 como coletor sobre a fração granulométrica menor a 200 malhas.

(Rejeitos Finos da Mina Brejuí).

REJEITOS DA MINA ZANGARELHA

5 - ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO E FLOTAÇÃO DOS REJEITOS DA MINA ZANGARELHA

a) Composição Química e Mineralógica

A análise química da amostra representativa do rejeito da mina Zangarela revelou os resultados apresentados na Tabela 38.

ELEMENTOS (ou Compostos)	PERCENTAGEM (%)
SiO ₂	62,10
Al ₂ O ₃	13.20
CaO.....	4.40
MgO.....	4.10
Fe.....	4.80
S.....	0.06
Mo.....	0.20
WO ₃	0.09

TABELA 38 - Análise química do rejeito da Mina Zangarela.

cont.

b) Composição Mineralógica

Os resultados de estudos em microscópio e lupa binocular apresentaram para os rejeitos da Mina Zangarelha, a composição mineralógica da Tabela 39.

MINERAL	DISTRIBUIÇÃO (%)
Granada.....	10
Biotita.....	60
Quartzo.....	20
Feldspato.....	7
Outros.....	3

TABELA 39 - Composição mineralógica do rejeito da Mina Zangarelha, contendo 0,07% WO₃.

Pode-se observar que os minerais principais constituintes da ganga são a biotita e o quartzo e granada.

c) Estudo de Liberação

A determinação do grau de liberação da scheelita em diferentes granulometrias foi feita com auxílio do "mineralight" e de lupa binocular. Os resultados revelaram que a scheelita está totalmente liberada abaixo de 65 malhas. A Tabela 40 e Figura 12 fornecem com detalhes os re-

cont.

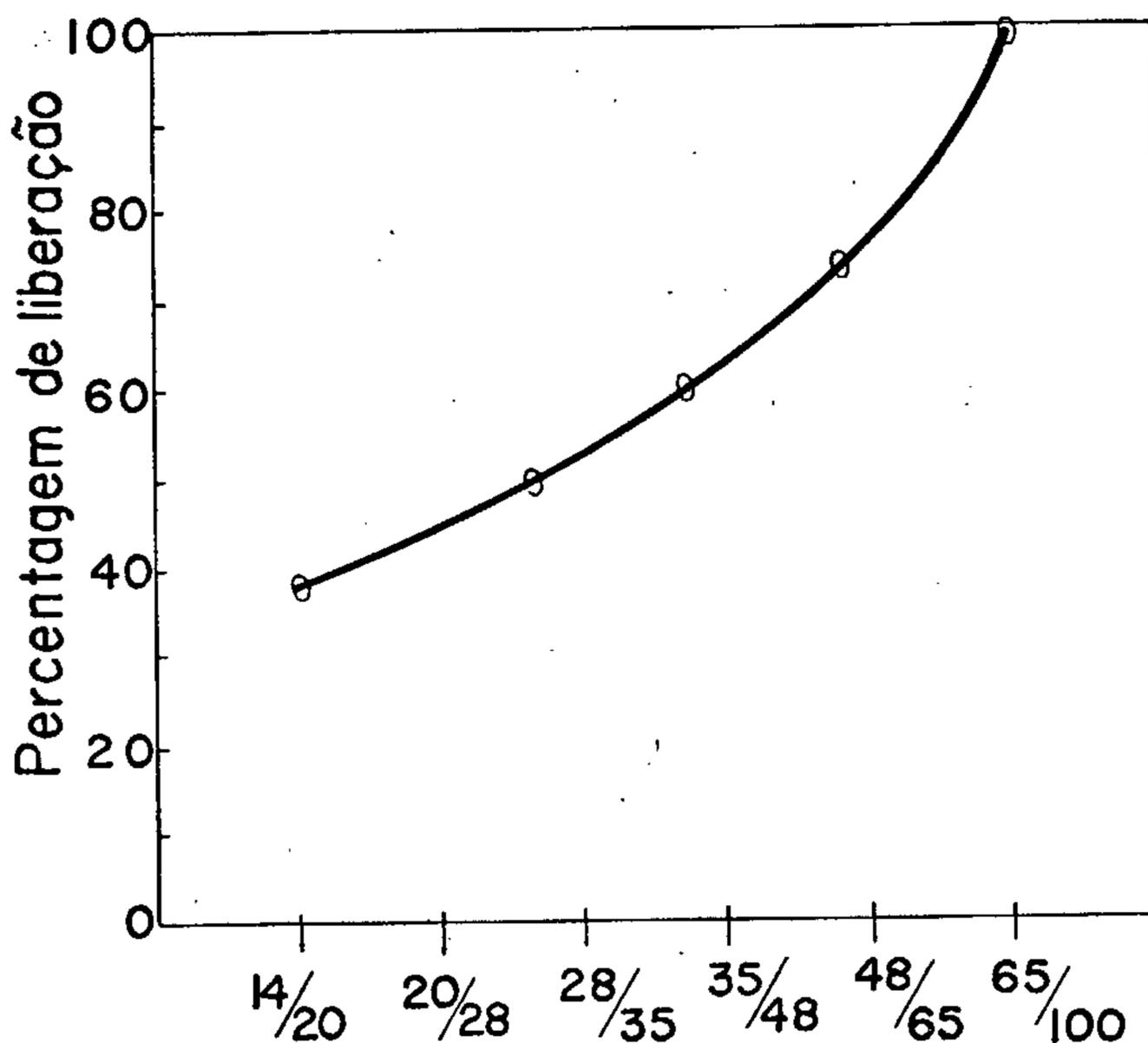


Figura 12- Grau de liberação da Scheelita em função da granulometria. (Rejeitos da Mina Zangarelha)

sultados dos estudos nas diferentes frações granulométricas.

MALHAS	SCHEELITA LIBERADA
48/20.....	37,03
20/28.....	41,66
28/53.....	54,35
35/48.....	61,53
48/65.....	74,07
65/100.....	100,00

TABELA 40 - Grau de liberação da scheelita no rejeito da Mina Zangarelha.

d) Classificação Granulométrica e Distribuição da Scheelita.

Foi feita uma classificação granulométrica com amostra representativa do rejeito em estudo. Este ensaio teve o objetivo de quantificar a distribuição de WO_3 nas distintas frações granulométricas.

A Tabela 41 apresenta os resultados da distribuição parcial e acumulativa inversa do peso, teor e conteúdo do WO_3 em função da granulometria.

cont.

Pode-se observar que em relação aos outros rejeitos tratados, a distribuição da scheelita é maior nas frações grosseiras, observa-se que na fração acima de 270 malhas 70% da scheelita contida na amostra global.

cont.

MALHAS	PESOS		WO ₃		DISTRIBUIÇÃO WO ₃	
	%	Acum. Inv.	%	Acum. Inv.	%	Acum. Inv.
+ 20	11,15	100,00	0,13	-	15,70	100,00
20/28	10,79	88,85	0,08	0,09	9,38	84,76
28/35	13,88	78,06	0,10	0,09	15,08	74,88
35/48	13,88	64,18	0,06	0,09	9,05	59,80
48/65	14,50	50,30	0,04	0,09	6,30	50,75
65/100	13,72	35,80	0,03	0,12	4,47	44,45
100/150	8,74	22,08	0,05	0,17	4,75	39,98
150/200	4,83	13,34	0,10	0,25	5,25	35,23
200/270	0,62	8,51	0,18	0,33	1,21	29,98
63/45	3,36	7,89	0,64	0,34	23,36	28,77
45/32	1,23	4,53	0,12	0,12	1,60	5,40
32/22	0,88	3,30	0,09	0,11	0,86	3,81
22/16	0,68	2,42	0,10	0,11	0,74	2,95
16/11	0,20	1,74	0,10	0,12	0,21	2,21
- 11	1,54	1,54	0,12	0,12	2,00	2,00
Alimentação	100,00	-	0,09	-	100,00	-

TABELA 41 - Análise granulométrica e distribuição da scheelita no rejeito da Mina Zangarelha.

cont.

e) Estudo de Moagem

Pelos resultados dos ensaios de caracterização conclui-se que no rejeito da mina Zangarelha, a scheelita não se encontra totalmente liberada. Ensaios de moagem foram executados, portanto, com o objetivo de conseguir a liberação total da scheelita com a mínima produção de finos. Estes ensaios foram feitos em moinhos de barras com amostras de 500 gramas e percentagem de sólidos de 66%.

Tabela 42 e Figura 13, apresentam os resultados dos testes de moagem em função do tempo.

Pode observar-se que com 8 minutos de moagem obtém-se um produto com 95% de liberação (- 65 malhas).

5.1 - Ensaios de flotação utilizando-se Acintol FA-1 como coletor para scheelita.

O problema básico na flotação do rejeito da Mina Zangarelha é a composição mineralógica da ganga, dada a presença de grande quantidade (60%) de biotita, que apresentou dificuldade de ser deprimida.

Os reagentes testados como seus depressores foram Na_2SiO_3 e Ácido Láctico.

A combinação Acintol- Na_2SiO_3 foi testada variando a quantidade de Na_2SiO_3 na etapa de desbaste(rougher) desde 1 até 4 lb/t. Tabelas 43 a 47, e Figura 14.

cont.

Na_2SiO_3 foi também adicionado nas três etapas de limpeza (cleaner), em geral efetuadas.

A combinação de reagentes Acintol-Ácido Lático foi testada, nas quantidades 0,5 a 1,0 lb/t, adicionado na etapa de desbaste.

Foram feitas duas etapas de flotação de limpeza. Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabelas 48 e 49, onde a variação foi somente o pH (7,8 e 8,2).

A Tabela 50 apresenta os resultados efetuando quatro etapas de flotação de limpeza (cleaner).

5.2 - Ensaio de flotação utilizando AC-830 como coletor para Scheelita.

O coletor AC-830 da American Cyanamid foi testado na quantidade de 1,0 lb/t como coletor na flotação da scheelita, em combinação com Na_2SiO_3 e Ácido Lático usados como depressores da ganga.

O Na_2SiO_3 foi testado na flotação rougher e cleaner nas quantidades de 1 e 4 lb/t.

As Tabelas 51 e 52 mostram os resultados obtidos na flotação com dois cleaners. O pH na flotação modificado com Na_2CO_3 foi de 10.

As Tabelas 53 até 55 apresentam os resultados

cont.

obtidos na flotação da scheelita, usando a combinação de AC-830 e Ácido Lático. Esta foi usada nas quantidades de 1 lb/t de AC-830 e de 0,5 a 1 lb/t de ácido lático. O número de etapas de limpeza (cleaner) foi de 2 e 4.

O pH na flotação variou entre 8 e 9. O espumante usado foi MIBC.

cont.

PERCENTAGEM DE MINÉRIO PASSANTE	MALHAS	TEMPO DE MOAGEM EM MINUTOS				
		0	4	6	8	10
	270	7.89	15.99	16.49	18.98	21.43
	200	8.51	21.96	25.37	27.68	30.87
	150	13.34	32.24	39.16	41.85	46.08
	100	22.08	46.18	56.87	54.64	65.19
	65	35.76	82.81	91.54	93.24	94.16
	48	50.30	92.03	95.54	96.64	97.12
	35	64.12	97.15	98.40	99.01	99.15

TABELA 42 - Percentagem de minério passante em função do tempo de moagem.
(Rejeito da Mina Zangarelha).

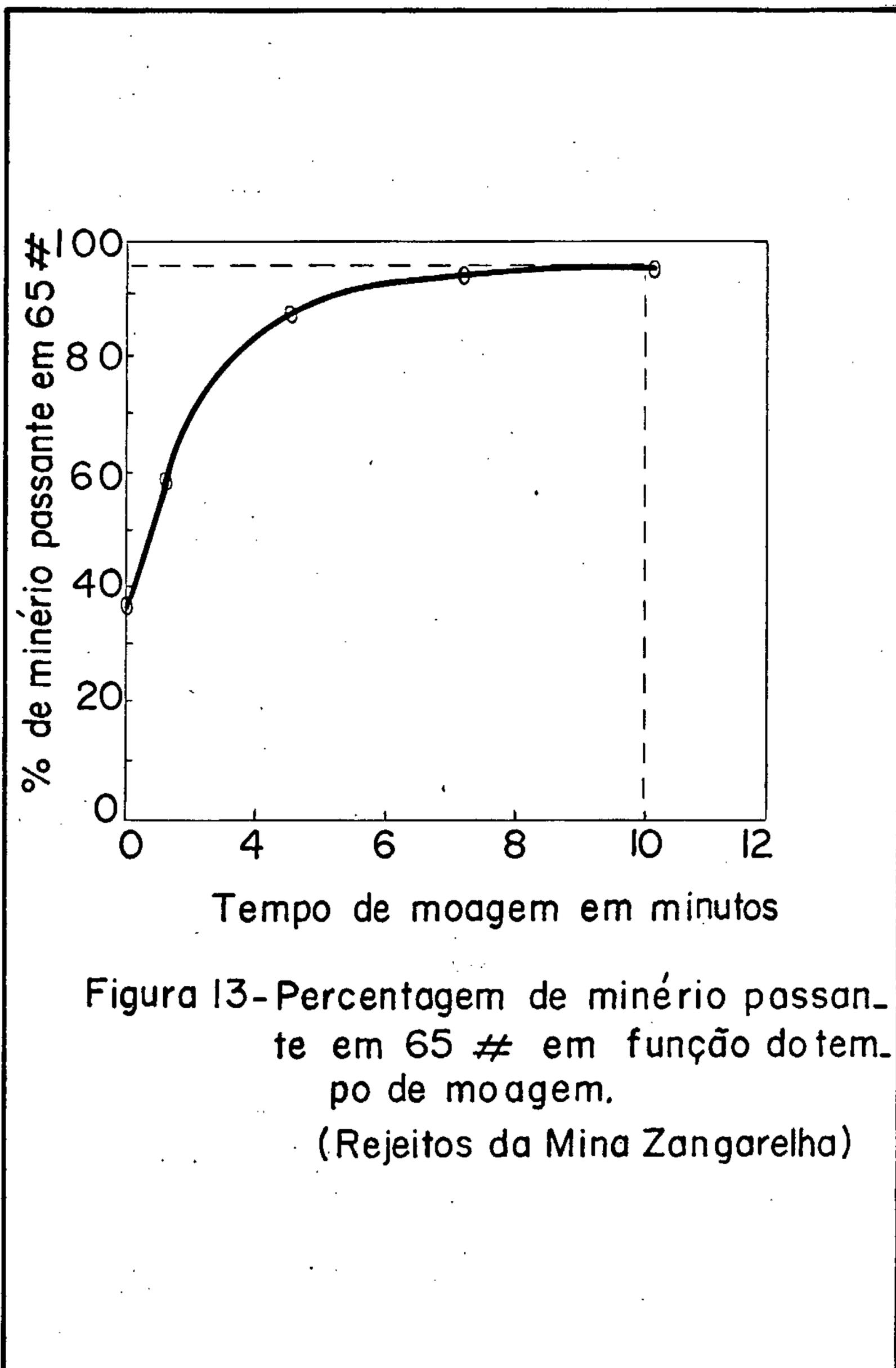


Figura 13- Percentagem de minério passante em 65 # em função do tempo de moagem.
(Rejeitos da Mina Zangarelha)

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Acintol	MIFC		
Conct. Rougher	23,42	0,259	88,80	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	76,58	0,010	11,20	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,068	100,00	12,0	1,0	0,50	0,15	10,4	5
Conct. Cleaner 1	14,51	0,400	84,90	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	8,91	0,030	3,90	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	23,42	0,259	88,80	3,98	0,20	-	-	10,3	3
Conct. Cleaner 2	11,61	0,460	78,12	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	2,90	0,160	6,78	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	14,51	0,400	84,90	3,33	0,20	-	-	10,4	2
Conct. Cleaner 3	8,31	0,520	63,16	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	3,30	0,310	14,95	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	11,61	0,460	78,11	3,95	0,20	-	-	10,4	1
Total reagentes lb/t				23,26	1,6	0,50	0,15	-	-

TABELA 43 - Ensaios de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na₂SiO₃.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Acintol	MIBC		
Conct. Rougher	17,12	0,366	88,33	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	82,88	0,010	11,67	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,071	100,00	12,0	2,0	0,50	0,15	10,5	5
Conct. Cleaner 1	11,70	0,513	84,51	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	5,42	0,050	3,32	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	17,12	0,366	88,33	4,11	0,21	-	-	10,4	3
Conct. Cleaner 2	8,33	0,591	69,32	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	3,37	0,320	15,18	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	11,70	0,513	84,50	4,00	0,20	-	-	10,4	2
Conct. Cleaner 3	6,13	0,670	57,83	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	2,20	0,370	11,46	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	8,33	0,591	69,20	4,08	0,20	-	-	10,4	1
Total reagentes lb/t				24,19	2,61	0,50	0,15	-	-

TABELA 44 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na₂SiO₃.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Acintol	MIBC		
Conct. Rougher	14,74	0,406	87,90	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	82,26	0,010	12,10	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,068	100,00	12,0	3,0	0,5	0,15	10,5	5
Conct. Cleaner 1	8,11	0,722	86,04	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	6,63	0,020	1,96	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	14,74	0,406	88,00	4,00	0,21	-	-	10,5	3
Conct. Cleaner 2	6,64	0,838	81,82	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,47	0,020	4,32	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	8,11	0,722	86,10	2,03	0,20	-	-	10,5	2
Conct. Cleaner 3	5,06	0,937	69,74	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,58	0,520	12,09	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	6,64	0,838	81,82	2,00	0,20	-	-	10,5	1
Total reagentes lb/t				20,3	3,61	0,5	0,15	-	-

TABELA 45 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na₂SiO₃.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Acintol	MIBC		
Conct. Rougher	10,24	0,576	86,79	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	89,76	0,010	13,21	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,068	100,00	12,0	4,0	0,50	0,15	10,5	5
Conct. Cleaner 1	7,19	0,799	84,49	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	3,05	0,050	2,30	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	10,24	0,576	86,79	4,00	0,20	-	-	10,5	3
Conct. Cleaner 2	5,44	0,919	73,49	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,74	0,430	11,00	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	7,19	0,799	84,49	3,95	0,20	-	-	10,5	2
Conct. Cleaner 3	3,73	1,055	55,13	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,71	0,730	18,35	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	5,44	0,919	73,49	4,03	0,20	-	-	10,5	1
Total reagentes lb/t				23,98	4,6	0,50	0,15	-	-

TABELA 46 - Ensaios de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na₂SiO₃.
(Rejeitos da Mina Zengarelha).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	Acintol	MIBC		
Conct. Rougher	25,06	0,337	91,86	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	74,94	0,010	8,14	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,092	100,00	12,0	4,0	0,50	0,15	10,5	5
Conct. Cleaner 1	14,70	0,564	90,17	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	10,36	0,015	1,68	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	25,06	0,337	91,85	NaOH	1,0	-	-	10,5	3
Conct. Cleaner 2	10,68	0,762	88,42	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	4,02	0,040	1,75	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	14,70	0,564	90,17	NaOH	1,03	-	-	10,5	2
Conct. Cleaner 3	6,66	1,161	84,05	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	4,02	0,100	4,37	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	10,68	0,762	88,42	NaOH	0,96	-	-	10,5	2
Conct. Cleaner 4	1,13	4,830	58,80	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	5,53	0,420	25,25	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	6,66	1,161	84,05	NaOH	1,00	-	-	10,5	1
Total reagentes lb/t				-	7,99	0,50	0,15	-	-

TABELA 47 - Ensaios de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Na₂SiO₃.
(Rejeitos da Mina Zangarela).

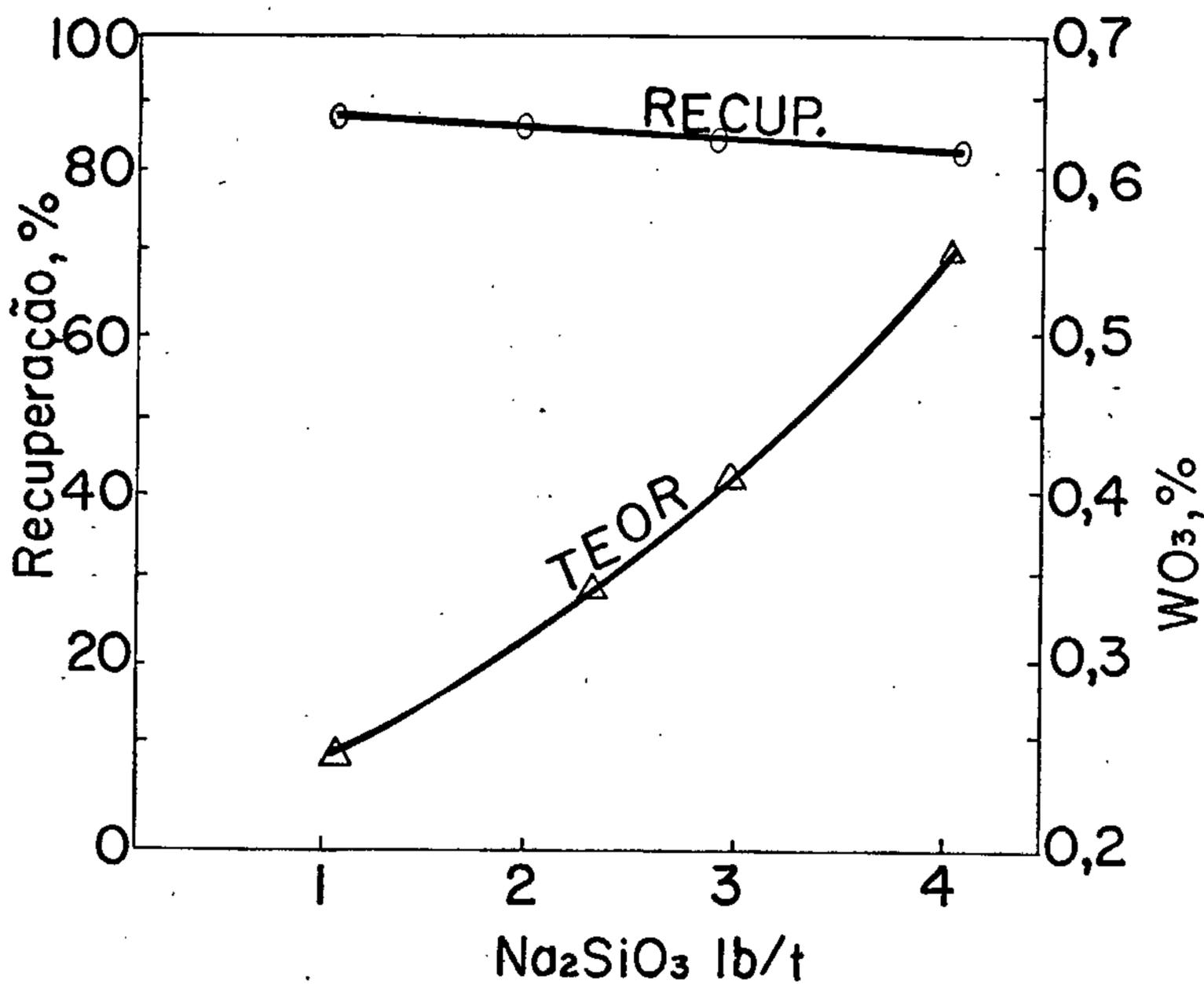


Figura 14- Recuperação e teor da Sheelita nos concentrados em função da quantidade de Na₂SiO₃ adicionado.

(Rejeito da Mina Zangarelha)

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				NaOH	Ac. láctico	Acintol	MIBC		
Conct. Rougher	8,84	0,834	80,17	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	91,16	0,020	19,83	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,092	100,00	NaOH	1,0	0,5	0,15	8,2	4
Conct. Cleaner 1	4,32	1,675	78,70	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	4,52	0,030	1,47	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	8,84	0,834	80,17	NaOH	-	-	-	8,2	2
Conct. Cleaner 2	2,51	2,680	73,38	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,81	0,270	5,32	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	4,32	1,675	78,70	NaOH	-	-	-	8,2	1

TABELA 48 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Ácido láctico.
(Rejeitos da Mina Zangarolha).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				NaOH	Ac. láctico	Acintol	MIBC		
Conct. Rougher	9,23	0,703	78,14	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	90,77	0,020	21,86	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,083	100,00	-	1,00	0,50	0,15	7,0	4
Conct. Cleaner 1	3,25	1,904	74,54	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	5,98	0,050	3,60	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	9,23	0,703	78,14	-	-	-	-	7,8	2
Conct. Cleaner 2	2,21	2,584	68,78	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,04	0,460	5,76	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	3,25	1,904	74,54	-	-	-	-	7,8	1

TABELA 49 - Ensaios de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Ácido láctico.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

PRODUTOS	PESOS (%)	TEOR (WO ₃ %)	DISTRIBUIÇÃO (WO ₃ %)	REAGENTES lb/t			pH Flot.	TEMPO Flot.
				Ácido Láctico	AC-830	MLBC		
Conct. Rougher	11,37	0,653	80,73	-	-	-	-	-
Rejeito "	88,63	0,020	19,27	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,092	100,00	1,00	0,50	0,15	8,3	4
Conct. Cleaner I	6,30	1,163	79,63	-	-	-	-	-
Rejeito " "	5,07	0,020	1,10	-	-	-	-	-
Alimentação " "	11,37	0,653	80,73	0,25	-	-	8,2	2
Conct. Cleaner II	3,77	1,843	75,51	-	-	-	-	-
Rejeito " "	2,53	0,150	4,13	-	-	-	-	-
Alimentação " "	6,30	1,163	79,64	-	-	-	8,1	2
Conct. Cleaner III	1,32	4,260	61,13	-	-	-	-	-
Rejeito " "	2,45	0,540	14,38	-	-	-	-	-
Alimentação " "	3,77	1,843	75,51	-	-	-	7,9	2
Conct. Cleaner IV	0,40	10,781	46,88	-	-	-	-	-
Rejeito " "	0,92	1,425	14,25	-	-	-	-	-
Alimentação " "	1,32	4,260	61,13	-	-	-	8,2	1

TABELA 50 - Ensaio de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação Acintol - Ácido láctico em 4 cleaner.

(Rejeito da Mina Zangarelha).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t				pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	13,72	0,392	75,69	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	86,28	0,020	24,31	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,071	100,00	12,0	1,0	1,0	0,15	10,4	6
Conct. Cleaner 1	4,24	1,223	73,01	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	9,48	0,020	2,68	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	13,72	0,392	75,69	0,60	-	-	-	10,5	3
Conct. Cleaner 2	2,83	1,747	69,63	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,41	0,170	3,38	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	4,24	1,223	73,01	0,81	-	-	-	10,4	1
Total reagentes lb/t				13,41	1,0	1,0	0,15	-	-

TABELA 51 - Ensaio de flotação rougher e cleaner na flotação da scheelita, usando a combinação AC-830 - Na₂SiO₃.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Na ₂ SiO ₃	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	9,37	0,564	74,46	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	90,63	0,020	25,54	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,071	100,00	12,0	4,0	1,0	0,15	10,4	6
Conct. Cleaner 1	3,52	1,436	71,16	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	5,85	0,040	3,30	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	9,37	0,564	74,46	0,19	-	-	-	10,2	3
Conct. Cleaner 2	2,01	2,334	66,07	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,51	0,240	5,10	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	3,52	1,436	71,17	0,53	-	-	-	10,4	1
Total reagentes lb/t				12,72	4,0	1,0	0,15	-	-

TABELA 52 - Ensaio de flotação rougher e cleaner na flotação da scheelita, usando a combinação AC-830 - Na₂SiO₃.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

Produtos	Pesos %	Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.			pH Flot.	Tempo Flot.
				Acid. Láctico	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	11,32	0,314	50,04	-	-	-	-	-
Rejeito "	88,68	0,040	49,96	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,071	100,00	1,0	1,0	0,15	8,0	6
Conct. Cleaner 1	2,20	1,449	44,90	-	-	-	-	-
Rejeito "	9,12	0,040	5,14	-	-	-	-	-
Alimentação "	11,32	0,314	50,04	-	-	-	8,8	3
Conct. Cleaner 2	1,20	2,465	41,66	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,00	0,230	3,24	-	-	-	-	-
Alimentação "	2,20	1,449	44,90	-	-	-	8,8	1

TABELA 53 - Ensaio de flotação rougher e cleaner de scheelita, usando a combinação AC-830 - Ácido láctico.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

Produtos		Teor WO ₃ %	Distrib. WO ₃ %	Reagentes lb/t.				pH Flot.	Tempo Flot.
				Na ₂ CO ₃	Ac. Láctico	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	13,47	0,399	75,62	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	86,53	0,020	24,38	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,071	100,00	1,20	0,50	1,00	0,15	9,1	6
Conct. Cleaner 1	4,82	1,078	73,18	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	8,64	0,020	2,44	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	13,46	0,399	75,62	-	-	-	-	9,2	3
Conct. Cleaner 2	2,91	1,635	67,00	-	-	-	-	-	-
Rejeito "	1,91	0,230	6,18	-	-	-	-	-	-
Alimentação "	4,82	1,078	73,18	-	-	-	-	9,3	1

TABELA 54 - Ensaios de flotação rougher e cleaner da scheelita, usando a combinação AC-830 - Ácido láctico.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

PRODUTOS	PESOS (%)	TEOR (WO ₃ %)	DISTRIBUIÇÃO (WO ₃ %)	REAGENTES lb/t			pH Flot.	TEMPO Flot.
				Ácido Láctico	AC-830	MIBC		
Conct. Rougher	15,36	0,489	81,60	-	-	-	-	-
Rejeito "	84,64	0,020	18,40	-	-	-	-	-
Alimentação "	100,00	0,092	100,00	0,50	1,00	0,15	8,5	6
Conct. Cleaner I	4,95	1,487	79,34	-	-	-	-	-
Rejeito " "	10,41	0,020	2,26	-	-	-	-	-
Alimentação " "	15,36	0,489	81,60	0,08	-	-	8,5	3
Conct. Cleaner II	3,20	2,204	76,68	-	-	-	-	-
Rejeito " "	1,75	0,140	2,66	-	-	-	-	-
Alimentação " "	4,95	1,487	79,34	-	-	-	8,4	3
Conct. Cleaner III	1,60	3,949	68,68	-	-	-	-	-
Rejeito " "	1,60	0,460	8,00	-	-	-	-	-
Alimentação " "	3,20	2,204	76,68	-	-	-	8,3	2
Conct. Cleaner IV	0,64	8,055	56,05	-	-	-	-	-
Rejeito " "	0,96	1,210	12,63	-	-	-	-	-
Alimentação " "	1,60	3,949	68,68	0,08	-	-	8,4	1
Total reagentes lb/t				0,66	1,00	0,15	-	-

TABELA 55 - Ensaio de flotação rougher e cleaner de scheelita, usando a combinação AC-830 - Ácido láctico, em 4 etapas cleaners.
(Rejeitos da Mina Zangarelha).

6 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

6.1 - Rejeitos da Mina Barra Verde (Estocado)

6.1.1 - Tempo de Flotação

A Figura 3, que relaciona o tempo de flotação com a recuperação e o teor dos concentrados, mostra que a curva de recuperação praticamente se mantém constante em torno de 85% a partir do 4º minuto de flotação.

Os teores dos concentrados têm valores crescentes até o final do 1º minuto de flotação, chegando a atingir o valor de 0,42% de WO_3 , descendo sensivelmente com o tempo de flotação, devido a flotação da calcita. A recuperação tem valores crescentes, enquanto os teores diminuem com o tempo de flotação, atingindo após de 10 minutos valores de 0,125% de WO_3 com 88% de recuperação.

6.1.2 - Efeito do pH na Flotação

Os resultados demonstram que o pH é crítico, na flotação da scheelita com Acintol. Para valores de pH menores que 10 a recuperação desce fortemente até pH 8 (pH natural) onde o teor do concentrado também é mínimo.

Este fato demonstra que a dureza da água afeta a flotação da scheelita quando se usa Acintol. O teor do concentrado também é afetado pelo pH, observando-se valores

cont.

máximos para pH = 9, descendo logo com o aumento de alcali-
nidade. Desafortunadamente uma boa recuperação é obtida
com baixo teor no concentrado (Figura 4).

6.1.3 - Efeitos do Acintol, Na_2SiO_3 e Quebracho na Flotação.

O efeito da quantidade de Acintol dentro da fai-
xa estabelecida, demonstra uma pequena influência na recupe-
ração e no teor do concentrado, descendo este com o aumento
de Acintol, o que poderia estar relacionado com a flotabili-
dade da calcita.

O efeito do Na_2SiO_3 na flotação com Acintol den-
tro da faixa de 0,25 até 1,5 lb/t, não foi apreciável; tan-
to o teor do concentrado como recuperação tiveram pouca va-
riação. O problema parece estar ligado a análise química
dos rejeitos, que apresentou um limite inferior de 0,02% de
 WO_3 . Análises químicas com limites inferiores poderiam es-
tabelecer melhor interpretação dos resultados.

O quebracho apresentou-se como bom depressor da
calcita, isto é, justificado pelo aumento no teor do concen-
trado sem queda significativa da recuperação. Os detalhes
são melhor apreciados na Figura 6.

6.1.4 - Efeitos do Diacromato de K, Amido de Milho e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ como Depressores da Calcita.

O diacromato de potássio não apresentou nenhu-

cont.

ma variação no teor do concentrado, enquanto o amido de milho influenciou na flotação aumentando o teor do concentrado, mas com baixa recuperação.

Enquanto ao $Al_2(SO_4)_3$ não apresentou acentuado efeito depressor sobre a calcita nem nos estágios da flotação "cleaner".

6.1.5 - Efeitos do AC-830

Os resultados na flotação usando AC-830 são bastante bons, obtendo-se concentrados com teor entre 8 e 9% de WO_3 depois de duas etapas de limpeza (cleaner). A recuperação é baixa na etapa de desbaste (72%), diminuindo ainda muito mais no "cleaner" (16 - 18%). O maior tempo de moagem não melhorou muito o teor e a recuperação. Com um estudo de otimização das condições de flotação possivelmente chegar-se-á a melhor recuperação na etapa "rougher".

cont.

CONCLUSÕES

1. Grande parte da scheelita encontra-se distribuída abaixo da malha 200 (aproximadamente 50%), mas cerca de 33% está acima de 48 malhas. Sendo esta última a malha de liberação da scheelita, é necessário uma moagem antes da flotação.
2. A scheelita tem maior velocidade de flotação que a calcita nos primeiros minutos de flotação com Acintol.
3. A combinação dos reagentes Acintol- Na_2SiO_3 - Quebracho parece ser a melhor em termos de recuperação, mas o teor do concentrado é baixo, há baixa seletividade. O quebracho foi o melhor depressor da calcita no estágio de flotação rougher, contudo na etapa de cleaner não teve boa eficiência, os concentrados têm baixo teor.
4. O uso do Na_2CO_3 é crítico na flotação com Acintol, assim como regulador de pH e da dureza da água. Resultados bons são obtidos com pH acima de 10.
5. O coletor AC-830 apresenta-se como o melhor, obtendo-se concentrados da ordem de 8 a 9% de WO_3 na etapa "cleaner". As recuperações ainda baixas poderão ser melhoradas através de um estudo de otimização.

6.2 - Rejeitos Finos da Mina Barra Verde

6.2.1 - Efeitos de Quebracho, Na_2SiO_3 e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ como depressores da Ganga.

Testes comparativos usando estes reagentes como depressores da ganga calcárea, mostram que o $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ em combinação com Na_2SiO_3 têm melhor eficiência. Foram obtidos concentrados com teor de 0,30% WO_3 e recuperação de 64%. Concentrados com teores mais elevados foram obtidos quando se utilizou baixas quantidades de Acintol, verificando-se de cr é s c i m o s na recuperação.

Teores e recuperação com valores ainda mais ba i x o s foram obtidos quando se utilizou somente $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Quebracho nas condições testadas não apresentou boa eficiência.

6.2.2 - Sobragène como Depressor da Calcita

Os testes realizados com este reagente junto com Acintol na faixa de 0,25 até 1 lb/t, não deram bons resultados. Os teores nos concentrados foram baixos e não se l e t i v o s.

6.2.3 - Processo Cal-Soda

A combinação cal-soda (Na_2CO_3) usada para depri

cont.

mir calcita, mostrou baixa eficiência. A cal usada na faixa de 0,5 até 3,0 lb/t, mostrou um efeito de aumento do teor e recuperação no concentrado com aumento de cal, mais a um nível de valores muito baixos.

6.2.4 - Efeito do Na_2SiO_3 a quente (80°C)

O tratamento da polpa do minério com Na_2SiO_3 à temperatura de 80°C , não apresentou nenhuma vantagem sobre os outros métodos de depressão da ganga. Recuperações obtidas foram da ordem de 54% e concentrados com teores de 0,26% de WO_3 .

6.2.5 - Efeitos do AC-845 e AC-830 como Coletor para a scheelita.

Estes reagentes testados na quantidade de 1,0 lb/t junto com Quebracho, resultaram ser muito seletivos como coletores para a scheelita. Com o AC-845, de menor eficiência, obteve-se concentrado com 2,5% de WO_3 e recuperação de 64% em três etapas de limpeza (cleaner).

Com o AC-830, mais seletivo que o anterior, obteve-se concentrados com teores bem mais elevados. Observou-se que o aumento do tempo de flotação na etapa "rougher" aumenta a recuperação mas diminui o teor no concentrado.

Observa-se na Tabela 25 que com 6 minutos de

cont.

flotação "rougher" chega-se a 4% de WO_3 no concentrado do segundo "cleaner"; e que com 4 minutos chega-se a 9,6% de WO_3 (Tabela 26).

A Tabela 27, apresenta os resultados com 4 cleaners sem adicionar quebracho nas etapas "cleaners" 2ª e 3ª, fato que afetou o teor e recuperação no concentrado.

cont.

CONCLUSÕES

1. A fração + 200 malhas representa 20% da massa contendo apenas cerca de 3% da scheelita contida neste rejeito. É conclusiva a importância da eliminação desta fração.
2. Os diversos testes de flotação foram feitos com a fração 200 malhas. Os distintos processos aplicados, usando Acintol e depressores da ganga calcárea, não deram bons resultados, obtendo-se na maioria dos casos, concentrados com baixo teor.
3. Os coletores AC-845 e AC-830, em conjunto com Na_2SiO_3 e quebracho, apresentaram melhores resultados. Obteve-se com AC-845 concentrados com teor de 2,5% de WO_3 e recuperações de 64% no cleaner. Enquanto isto, com AC-830 foram obtidos concentrados de 9,6% de WO_3 e recuperações da ordem de 30%.

6.3 - Rejeitos Finos da Mina Brejuí

6.3.1 - Processo Cal-Soda

Os resultados obtidos deprimindo a calcita com cal e Na_2CO_3 , mostraram baixa seletividade, obtendo-se altas recuperações (92%), mas concentrados muito baixos com apenas 0,16% de WO_3 .

6.3.2 - Quebracho junto com Na_2SiO_3

Como depressor, mostrou baixa eficiência.

Testes com 5 etapas "cleaner" não mostraram nenhuma seletividade, obteve-se concentrado com 0,22% de WO_3 e recuperações de 48%.

6.3.3 - Efeito do AC-845 e AC-830 na Flotação da Scheelita

O coletor AC-845 na quantidade de 1 lb/t, mostrou ser mais seletivo que o Acintol. Com 3 etapas "cleaner" obteve-se concentrados de 1,4% de WO_3 e 84% de recuperação.

Os resultados dos testes com AC-830 como coletor para a scheelita resultaram muito relevantes, pois foram obtidos concentrados entre 6 e 8% de WO_3 com recuperações acima 70% com duas etapas "cleaner" (Figura 15).

cont.

Observou-se que a quantidade de quebracho adicionado nas distintas etapas de "cleaner" é crítica em relação ao número de etapas. Conclui-se também que a relação do teor do concentrado com o peso do material flotado, depende da qualidade desta e do controle da mesma junto ao processo, tais como tempo de flotação e aeração.

cont.

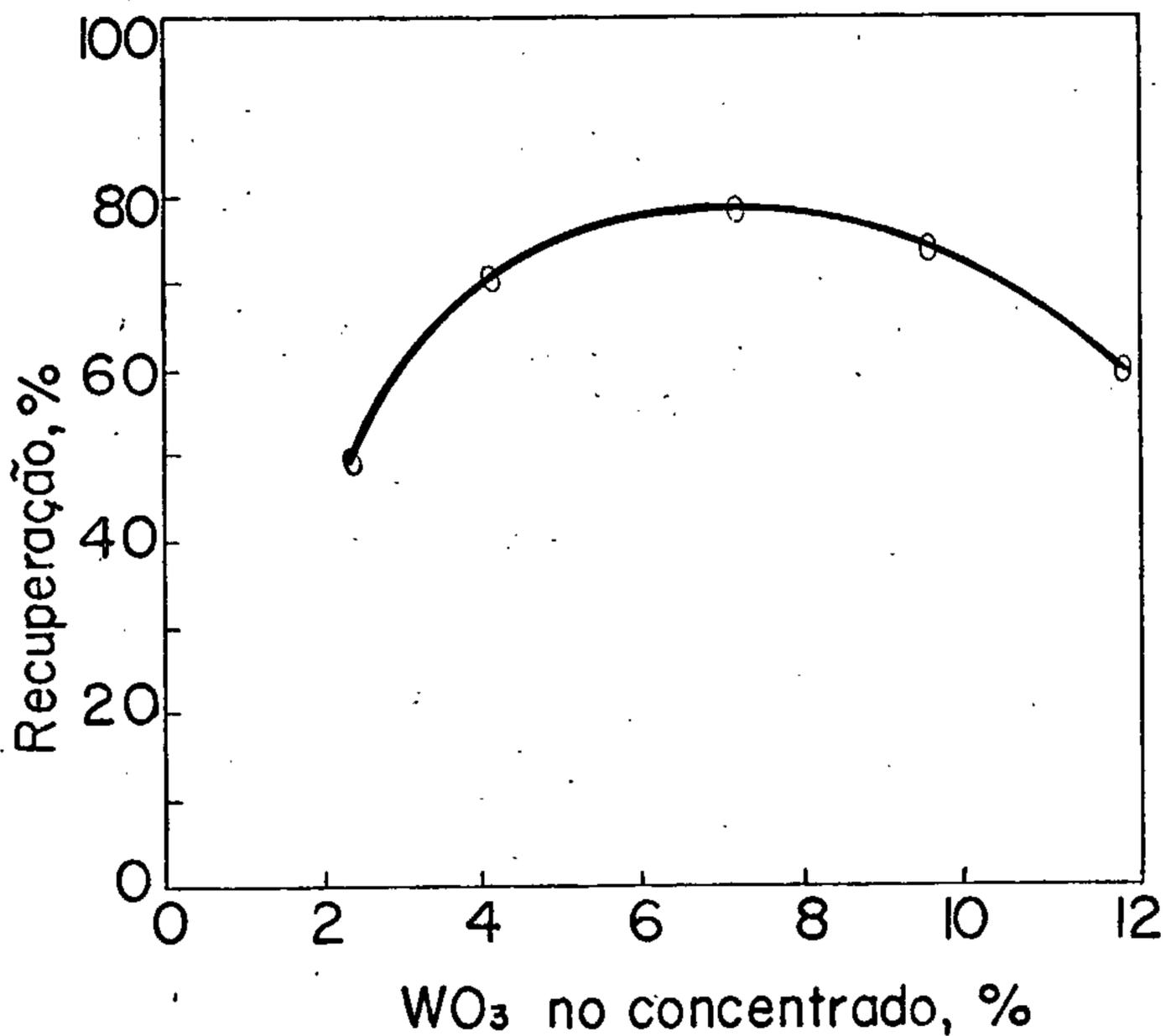


Figura 15 - Recuperação e teor de WO_3 nos concentrados de flotação realizados nas mesmas condições de flotação. (Tabela 37)
 Resultados dependendo de algumas variáveis operacionais tais como: tempo de flotação, aeração etc.
 (Rejeito fino da mina Brejuí)

CONCLUSÕES

1. Este rejeito tendo um teor de 0,113% de WO_3 , apresenta na fração + 100 malhas 20% do peso total e 3% apenas do total de WO_3 contido. Estes dados justificam o corte na malha 100 rejeitando a fração de maior granulometria.
2. O Acintol em combinação com diversos reagentes depressores, não deu bons resultados, obtendo-se na maioria dos casos concentrados com teores baixos.
3. Os reagentes AC-845 e AC-830 junto com Na_2SiO_3 e quebracho mostraram melhor eficiência; foram obtidos concentrados com teor elevado e recuperação aceitável. Com AC-845 obteve-se concentrados com teor de 1,4% de WO_3 e recuperações de 84,3%, enquanto com AC-830 os concentrados obtidos tinham entre 6 a 8% de WO_3 com recuperações superior a 70%.

6.4 - Rejeitos da Mina Zangarelha

6.4.1 - Efeito da Combinação Acintol- Na_2SiO_3

Estes ensaios de flotação da scheelita desenvolvidos com Na_2SiO_3 como depressor da ganga (biotita), e Acintol como coletor da scheelita, mostraram que a quantidade de Na_2SiO_3 tem acentuada influência na seletividade da flotação. A quantidade testada variou na faixa de 1,0 a 8,0 lb/t, obtendo-se concentrados com teor de WO_3 variando de 0,520 até 4,830% de WO_3 , permanecendo a recuperação em torno de 60%.

6.4.2 - Efeito da Combinação Acintol-Ácido Láctico

A quantidade de ácido láctico variada entre 0,5 e 1,0 lb/t, mostra que o teor do concentrado praticamente não variou, permanecendo em torno de 2,7% de WO_3 com recuperações de 70% apenas com dois "cleaner". Com 4 etapas "cleaner" chega-se a 10% de WO_3 e 47% de recuperação, resultado bastante aceitável.

6.4.3 - Efeito da Combinação AC-830 e Na_2SiO_3

Esta combinação mostra que a maior quantidade de Na_2SiO_3 o teor do concentrado melhora acompanhado de uma pequena baixa de recuperação. No melhor dos casos obteve-se teor de 2,334% de WO_3 com 66,07% de recuperação com dois "cleaner".

cont.

6.4.4 - Efeito da Combinação AC-830 e Ácido Lático

Os resultados obtidos com esta combinação foram maior recuperação e menor concentrado com a menor quantidade de ácido lático (1,635% de WO_3 e 67% de recuperação). Uma inversão destes dados são obtidos aumentando a quantidade de ácido lático, assim obteve-se 2,465% de WO_3 no concentrado e 42% de recuperação. Estes dados são como duas etapas "cleaner". Os resultados do teste com 4 etapas "cleaner" mostraram ser possível obter-se concentrados com 8.05% WO_3 e 56% de recuperação.

cont.

CONCLUSÕES

1. O teor deste rejeito é de 0,07% de WO_3 . Cerca de 56% do WO_3 total encontra-se na fração superior a 65 malhas (malha de liberação), o que torna necessária a moagem antes da flotação.
2. O uso de Na_2SiO_3 e Ácido Láctico para deprimir os minerais da ganga, em sua maior parte biotita, em combinação com Acintol e AC-830, deram os seguintes resultados com dois "cleaner".

DEPRESSOR-COLETOR	WO_3 NO CONCENTRADO %	
	Teor	Recup.
Na_2SiO_3 - Acintol	4,830	60,00
Na_2SiO_3 - AC-830	2,330	66,00
Ácido Láctico - Acintol	2,700	70,00
Ácido Láctico - AC-830	2,465	40,00

A quantidade de Na_2SiO_3 foi de 8 lb/t e Ácido Láctico de 1,0 lb/t.

Observou-se maior teor do concentrado com Na_2SiO_3 como depressor, com recuperação aceitável.

3. É necessário maior número de "cleaners" para elevar o

cont.

teor de WO_3 no concentrado, embora com uma consequente diminuição da recuperação.

cont.

6.5 - CONCLUSÕES GERAIS

A scheelita contida nos rejeitos das minas Barra Verde e Brejuí apresentam teores de WO_3 muito baixos, variando na faixa de 0,07 a 0,13% com 40 a 70% de WO_3 contido nas frações granulométricas inferiores a 400 malhas.

Por outro lado, o constituinte principal da ganga é a calcita, mineral que tem propriedades superficiais e de flotabilidade muito semelhantes a scheelita. Estes fatores fazem muito difícil as condições de uma flotabilidade seletiva de serem controladas.

A combinação de reagentes de flotação incluindo Na_2SiO_3 e Quebracho como depressores da ganga e AC-830 como coletor da scheelita, usando Na_2CO_3 como modificador de pH e MIBC (Metil isobutil carbinol) como espumante, apresentou-se como o sistema de reagentes mais seletivo.

O número de estágios de limpeza é função do tempo de flotação e da aeração que controla a espuma, podendo ser necessários de 3 a 5 etapas.

Os resultados mostram ser possível obter no caso do rejeito fino da Mina Brejuí concentrados com 8,3% WO_3 e recuperação da ordem de 76%.

Os rejeitos da Mina Zangarelha, apresentam gra-

cont.

nulometria mais grosseira e, apresentam problema diverso de vez que a ganga é composta principalmente de biotita.

A flotação da scheelita nestas condições é possível usando Na_2SiO_3 como depressor da biotita, em quantidades de 8 a 10 lb/t na flotação com Acintol, e da ordem de 2 lb/t na flotação com AC-830. Em ambos os casos é possível a obtenção de concentrados de 8 a 10% de WO_3 com recuperação em torno de 56%.

7 - RECOMENDAÇÕES

De acordo com as conclusões obtidas, recomenda-se, numa segunda etapa deste projeto o prosseguimento das pesquisas através de estudos a nível de escala piloto com objetivo de melhor definição das variáveis operacionais, tais como: densidade de polpa, aeração e agitação, bem como o efeito de cargas circulantes.

Em forma paralela, estudos de otimização da recuperação na flotação dos rejeitos das Minas Barra Verde e Zangarelha seriam efetuados.

8 - BIBLIOGRAFIA

1. Araújo, Eduardo Corrêa - Contribuição ao Estudo da Separação de Scheelita-Calcita por Flotação, Tese de Mestrado - PUC - 1972.
2. Farias, J.O. - Cinética da Lixiviação da Scheelita por Ácido Clorídrico, Tese de Mestrado - PUC - 1972.
3. Trajano, Roberto B. - Scheelita, Concentração e Purificação, 1º Congresso Latino Americano de Mineralogia.
4. Barbosa, Frederico Lopes Meira - Perfil Analítico do Tungstênio, Boletim nº 24 - DNPM.
5. P. Auge, A. Bohr and H. Koser - Selective Depression of Silicates in Scheelite Flotation with Fatty Acids, Eleventh International Mineral Processing Congress.
6. L.A. Vazquez, S. Romachandran, and N.L. Grauerholz Selective Flotation of Scheelite, Froth Flotation A.M. Gaudin Memorial, Volume 1.
7. Robert F. Griffith - Mineral Facts and Problems, pp. 399-415, U.S.B.M. - 1970.
8. American Cyanamid Company - Laboratory Flotation Investigation on Scheelite Ore Samples.

cont.

9. American Cyanamid Company - Mining Chemicals Handbook.
10. K. Shoj, Y Takamura; A Kuroda; J. Shimoizara - Mineral Processing of Low-grade Bismuth-Tungstênio Ore at Akagane Mine, Japan, pp. 667-686.
11. K.C. Dean and C.H. Schack - Flotation of Calcareous Scheelite Ores, Bureau of Mining, report 6385.
12. V.I. Klassen and V.A. Mokrousov - An Introduction to the Theory of Flotation, Lonol Butterworths, 493 pp.
13. D.W. Fuerstenau, Editor, Froth Flotation 50th Anniversary Volume, 677 pp.
14. P.T.L. Koh B.E. and L.J. Warren - Flotation of Floccs of Ultrafine Scheelite. CSIRO Division of Mineral Chemistry, Port Melbourne, Victoria, Australia.