

ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

Trabalho de Formatura

DEPRESSORES NA FLOTAÇÃO
ANIÔNICA DE FOSFATOS

Eduardo Antonio

Novembro 1997

EPMi
TF-1997
An 88d
Sjens 1583224

M1997K

DEDALUS - Acervo - EP-EPMI



31700005997

Índice

	página
1. Resumo	3
2. Introdução	3
2.1. Alterações na Seletividade do Processo	7
2.2. Agentes Modificadores	9
2.3.1. Polissacarídeos	11
2.3.1.2. Derivados de Celulose	13
2.3.1.3. Gomas Naturais	14
3.1. Metodologia dos Ensaio	15
4. Resultados dos Ensaio	16
5. Conclusões	19
6. Bibliografia	20

Depressores na Flotação Aniônica de Fosfatos

1. *Resumo:*

Este trabalho tem como objetivo analisar alguns possíveis depressores que possam ser utilizados na flotação aniônica direta de fosfatos. A finalidade é de melhorar a seletividade do processo. Os dados dos ensaios é parte dos resultados de uma pesquisa realizada no LFQI (Laboratório de Física Química de Interfaces Aplicada a Indústria Mineral) do Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sob a coordenação do prof. Dr. Laurindo de Salles Leal Filho.

Para esse estudo utilizou-se amostras do minério processado pela Fosfertil S.A.

2. *Introdução:*

A jazida da Fosfertil situada em Tapira MG a 350 Km de Belo Horizonte, é do tipo magmática, constituída de rochas ultramáficas, ocorre em uma “chaminé alcalina” na qual a apatita está associada a outros minerais de interesse tais como pirocloro, terras raras, anatásio, etc. Além do concentrado fosfático, a Fosfertil comercializa a magnetita titanífera e a vermiculita como subprodutos do processamento de rocha fosfática.

A composição mineralógica e química ⁽³⁾ de uma amostra da pilha de alimentação é dada nas tabelas 1 e 2:

Tabela 1- Composição mineralógica do minério de Tapira

Mineral	Peso (%)
Apatita	19
Anatásio	2
Perovskita	10
Opacos	5
Magnetita	18
Agregados	3
Calcita	3
Piroxênio	14
Mica / Argila	20
Serpentina	1
Sílex	5

Tabela 2- Análise química do minério de Tapira

Compostos	Teor (%)
P ₂ O ₅	8,0
Ti O ₂	7,0
CaO	13,2
CaO / P ₂ O ₅	1,6
MgO (total)	6,3
MgO (solúvel)	3,7
Fe ₂ O ₃	20,0

A lavra do minério fosfatado de Tapira só foi viabilizada após o desenvolvimento do *Processo Serrana*, o qual teve como finalidade permitir o aproveitamento da apatita presente na chaminé alcalina de Jacupiranga. Além da Fوسفertil, esse processo viabilizou também outros empreendimentos:

- Arafertil (Araxá-MG)
- Goiásfertil (Catalão-GO)
- Copebrás (Catalão- GO)

Esse processo consiste na flotação aniônica direta da apatita presente no minério em pH alcalino. A boa seletividade do processo é garantida com o uso de amido gelatinizado como depressor.

A fim de melhor compreender o preparo do minério de fosfato utilizado na flotação em Tapira segue um breve resumo das etapas do seu processamento.

O beneficiamento do minério consiste na seguintes etapas:

1. Britagem Primária e Homogenização;
2. Rebritagem;
3. Moagem;
4. Separação Magnética;
5. Deslamagem;
6. Flotação;

Na **britagem primária** há uma redução do minério de 30" para 5", após a britagem primária, o minério -5" é empilhado em duas pilhas de homogenização paralelas de 700 m de comprimento e capacidade de 240 mil toneladas.

A **rebritagem** é constituída de forma a se obter dois produtos finais, o granulado com granulometria compreendida entre 1/4" e 3" e o fino com granulometria menor do que 1/4".

Na **moagem** há inicialmente uma ciclonagem do fino, onde o *under-flow* junta-se com o granulado para uma moagem em moinhos de barras. O produto da moagem junta-se com o *over-flow* do ciclone e segue para uma outra ciclonagem na qual o *under-flow* é moído em moinhos de bolas e o *over-flow* segue para uma primeira deslamagem. O minério é moído até 65#, que é a granulometria na qual há a liberação da apatita.

O material proveniente dos moinhos de bolas é submetido a uma **separação magnética** a úmido de baixa intensidade, onde é descartada a magnetita como sub produto. A massa de magnetita representa 16% da alimentação total da usina, o produto não magnético retorna aos ciclones classificadores.

O descarte total de lamas (**deslamagem**), que corresponde a aproximadamente 20% do total de alimentação da usina, é feita de forma a se cortar a polpa para retirar as partículas ultra finas (- 20 μm) que são prejudiciais ao processo de flotação. Essa etapa consiste de 4 deslamagens, na qual se tem a formação de dois produtos que alimentarão a flotação de finos e de grossos.

O circuito de **Flotação** da Fosfertil é composto de dois circuitos de flotação em paralelo que utilizam cada um os finos e os grossos provenientes da deslamagem.

O circuito de **flotação de finos** é composto por uma etapa de condicionamento e de três estágios de flotação, onde se têm um estágio *rougher*, um estágio *cleaner* e um *scavenger*. O concentrado do *cleaner* segue para a alimentação do circuito de flotação de grossos (granulado), enquanto que o seu rejeito volta para a alimentação do *rougher*. O rejeito do *rougher* passa por uma etapa de *scavenger* na qual o concentrado retorna à alimentação do *rougher* e o seu rejeito é descartado do circuito.

O circuito de **flotação de grossos** (granulado) tem como alimentação o concentrado do *cleaner* da flotação de finos e do granulado da deslamagem. Ele é composto por uma etapa de condicionamento e de quatro estágios de flotação onde se têm um estágio *cleaner*, um *recleaner* e um *scavenger*. O concentrado do *cleaner* segue para a etapa de *recleaner*, enquanto que o seu rejeito volta para a alimentação do *rougher*. O rejeito do *rougher* passa por uma etapa de *scavenger*, na qual o concentrado retorna à alimentação do *rougher* e o seu rejeito é descartado do circuito. O concentrado do *recleaner* é o produto final, enquanto que o seu rejeito volta para a alimentação do *rougher*.

O concentrado da flotação é submetido a uma remoagem de forma a adequar o produto para ser transportado em um **mineroduto** no qual o concentrado é transportado por 120 Km até Uberaba MG.

A tabela 3 mostra um balanço metalúrgico da usina de concentração da Fosfertil.

Tabela 3-Balanço metalúrgico da usina de concentração da Fosfertil.

Alimentação/ Produtos	% Peso	% P_2O_5	Recuperação (% P_2O_5)	
			Etapa	Total
Alimentação separação Magnética	100	8,1	-	-
Magnetita	16	1,9	-	-
Não Magnético	84	9,2	96,5	96,5
Lama total	20	5,9	-	-
Deslamado	64	10,2	84,1	81,2
Alim. Flotação de Finos	22	10	-	-
Rejeito Flotação de Finos	13	1,7	-	-
Concentrado Flotação de Finos	9	22	90,4	-
Alimentação Circuito grossos	42	10,5	-	-
Alimentação Flotação Grossos	51	12,6	-	-
Rejeito Flotação de Finos	36	3,1	-	-
Rejeito Total Flotação	49	2,7	-	-
Concentrado Final Flotação	15	34	80,2	65,5

A tabela 4 mostra as características do concentrado final.

Tabela-4 Características do Concentrado final

Compostos	Teor (%)
P_2O_5	34%
SiO_2	2 a 5%
CaO	< 7%
Fe_2O_3	48% a 51%
MgO	< 1,2%

2.1 Alterações na Seletividade do Processo:

A apatita, a calcita e a dolomita podem ser classificados como minerais do tipo sal. Essa característica implica que eles tenham uma solubilidade muito superior a dos minerais silicatados e também apresentem uma grande similaridade na resposta às técnicas de flotação convencionais, o que dificulta a separação entre esses minerais. Essa similaridade de comportamento pode ser explicada por:

- **composição química superficial semelhante**, o que é explicada pela existência de cátions e ânions comuns ou que apresentem comportamento semelhante frente ao processo de flotação;
- **alta atividade superficial dos coletores utilizados**, o que implica em uma reduzida seletividade de adsorção do coletor sobre o mineral de minério, frente aos de ganga;
- **interação entre espécies iônicas dissolvidas** de um mineral sobre outros minerais de polpa, modificando suas propriedades interfaciais originais;
- **interação entre espécies iônicas dissolvidas e reagentes de flotação** tais como coletores e modificadores, alterando seu comportamento esperado no processo.

No caso específico da separação entre a calcita e a apatita pode-se citar ainda como causa da grande similaridade de resposta as seguintes características:

- **A presença de cálcio na apatita e na calcita** implica na existência de uma grande similaridade nas características físico-químicas de ambos minerais, o que estabelece a necessidade do uso de agentes modificadores para que ocorra uma maior seletividade na separação desses minerais por flotação.
- **As características intrínsecas** provenientes de condicionantes geológicos na cristalização dos minerais é um outro fator importante. Condicionantes diferenciados influem na granulação, rugosidade e heterogeneidade química superficial dos minerais, o que pode afetar diretamente na intensidade com que esses minerais interagem com os reagentes de flotação. Esse fato implica na existência de uma grande variedade de tipologia de minérios que apresentam respostas diferenciadas às técnicas convencionais de flotação.
- **A adsorção ou precipitação de espécies minerais** de partículas de calcita e apatita tem a tendência de uma espécie modificar o seu comportamento original de forma a igualá-lo ao comportamento do fornecedor de espécies químicas dissolvidas, o que é

explicado através da precipitação de calcita na interface sólido/solução da apatita e vice-versa.

2.2 Agentes Modificadores

O uso de agentes modificadores na flotação de fosfatos tem como finalidade modificar a seletividade na interação entre coletores e partículas minerais. A ação desses agentes pode ser atribuída aos seguintes efeitos:

- **efeito modificador diretamente sobre as propriedades do mineral**, como por exemplo, a carga de superfície e a capacidade de adsorção;
- **redução na adsorção do coletor na interface sólido/líquido** devido formação de uma camada hidrofílica nessa interface pelo modificador;
- **ação sobre o processo de formação de espumas.**

Os reguladores de pH são utilizados para produzir as ótimas condições de acidez ou alcalinidade necessárias à obtenção de seletividade na separação de determinadas espécies minerais. A correção de pH no processo em estudo é necessária, haja visto que a calcita apresenta uma menor flotabilidade na faixa de pH compreendida entre 7 e 11 quando comparada com outros níveis de pH; e simultaneamente a apatita apresentou uma flotabilidade muito superior à calcita nessa faixa de pH.

2.3. Agentes Depressores

Os depressores são sais inorgânicos (fluoretos, silicatos, cianetos, cromatos, etc.) ou moléculas orgânicas (amidos, taninos, gomas naturais, poliacrilatos, etc.), utilizados para impedir a adsorção do coletor na superfície dos minerais que não se deseja flotar. Tradicionalmente se utiliza como depressor o amido na flotação aniônica de fosfatos.

Nesse trabalho utilizou-se moléculas orgânicas como objeto de estudo, quantificando a sua ação na seletividade da flotação.

Esses reagentes orgânicos são caracterizados por seu alto peso molecular e pela presença de um considerável número de grupos polares fortemente hidratados. Para que um composto orgânico tenha potencial para ser utilizado como agente depressor em um sistema de flotação, ele deve apresentar os seguintes requisitos:

- **ter grupos polares capazes de interagir mais intensamente com sítios da interface sólido/líquido que com espécies coletoras**
- **sua capacidade de adsorção deve ser seletiva**, ou seja, a sua ação deve ser somente dirigida a uma espécie mineral ou a um grupo de espécies que apresentem alguma característica funcional comum;
- **deve ter outros grupos polares** em qualidade e quantidade suficientes para proporcionar ao adsorbato um caráter hidrofílico através da orientação desses grupos polares em direção à fase aquosa.

Essas características podem ser encontradas em várias substâncias naturais e/ou sintéticas tais como: amidos, taninos, quebrachos, dextrinas, poliacrilamidas, poliacrilatos, proteínas, derivados de celulose, etc.

Os depressores orgânicos são usualmente divididos em três grupos distintos:

- polissacarídeos
- polifenóis
- éteres poliglicólicos

2.3.1 Polissacarídeos

São produtos naturais formados basicamente por múltiplas cadeias de monômeros de D- Glucose, ramificadas ou não, apresentando alto peso molecular e contendo grupos polares OH-, fortemente hidratados, o que lhes conferem ação depressora. A maior parte dos polissacarídeos depressores são formados por amidos, celulose ou gomas naturais.

2.3.1.1 Amidos

O amido é uma substância de alto peso molecular cuja capacidade hidrofílica é determinada pela presença de grupos -OH, fortemente polares. A sua fórmula aproximada é $(C_6H_{10}O_5)_n$, onde n é o número de D-glucose que compõe a molécula. O amido é formado basicamente por duas frações semelhantes em composição química, entretanto, estruturalmente distintas: a amilose e a amilopectina. A amilose é um polímero linear, enquanto que a amilopectina é um polímero não-linear, onde as ramificações se unem a cadeia principal através de ligações 1, 6 glucosídicas. Estes constituintes se apresentam em moléculas de tamanhos diversos, gerados em processos de polimerização, podendo apresentar diferentes comprimentos de cadeia.

No amido de milho, normalmente comercializado, a fração glucosídea é composta de 10 a 25% de amilose e 73 a 90% de amilopectina. Além desses componentes o amido processado industrialmente apresenta lipídios e proteínas.

Moléculas de amido em solução aquosa apresentam ionização dos grupos OH- presentes na sua estrutura, o que ocasiona o desenvolvimento de cargas negativas na estrutura molecular do amido.

O amido é utilizado como agente depressor para minerais do tipo sal desde 1931, entretanto, os mecanismos que governam a sua ação depressora, só começaram a ser estudados nos últimos anos

Segundo Hanna, os fatores determinantes na adsorção de amidos sobre minerais, tais como fluorita, calcita e apatita, são:

- **solubilidade do mineral**, relacionada à capacidade do mesmo em prover a polpa de cátions metálicos, que influenciariam na adsorção do polímero;
- **estrutura do cristal**, associada a fatores estero-espaciais;
- **impurezas associadas ao mineral**, capazes de proporcionar diferentes níveis de heterogeneidade química superficial;
- **composição iônica da polpa.**

Esse mesmo autor propõe um mecanismo de adsorção baseado em ligações de hidrogênio, interações eletrostática e formação de complexos amido-cátion metálico.

A formação de complexos entre espécies constituintes do amido e íons cálcio na interface mineral/solução seria parcialmente responsável pela adsorção de amido em sistemas envolvendo calcita, hematita e apatita.

Enquanto a maior parte dos reagentes que agem como depressores na flotação normalmente se adsorvem na interface mineral/solução, tornando-a não apropriada à adsorção do surfactante, o mesmo não ocorre com o amido. Somasundaram observou um aumento na adsorção de oleato de sódio em calcita na presença de amido e também um aumento na adsorção de amido com a elevação na concentração de oleato de sódio. Tal interação cooperativa entre íons oleato e moléculas de amido é explicada, em termos, pela formação de um composto molecular onde as moléculas de oleato estão incluídas nos vazios formados pela hélice do amido.

2.3.1.2 Derivados de Celulose

Sendo a celulose constituinte do tecido fibroso presente em todos os vegetais, está é o polímero natural mais largamente distribuído na natureza. Trata-se de um polissacarídeo formados por longas cadeias de D-glucose ($C_6H_{12}O_6$) conectadas entre si por um vínculo glucosídeo que se estende entre dois monômeros D-glucose vizinhos.

A celulose normalmente é extraída da madeira através da sua digestão, os seus derivados são obtidos através de reações onde os grupos -OH existentes em sua estrutura são substituídos por grupos pertencentes a outros reagentes, que promovem a reação de substituição. O grau que essa substituição ocorre é função da intensidade do tratamento químico. A medida que as substituições avançam, são obtidos produtos gradativamente complexos como mononitrato, dinitrato, trinitrato de celulose. A medida que o grau de substituição avança são conseguidos produtos com uma grande redução nos seus pesos moleculares médios.

O mais conhecido depressor dessa classe de reagentes é a carboximetilcelulose, que é um éter sódico de celulose resultante da reação alcalina com o ácido monocloroacético, gerando produtos com diferentes graus de esterificação, solúveis em água ou em meio alcalino diluído.

A ação da carboximetilcelulose como depressor se dá devido a sua total ionização em meio alcalino, o que faz com que ela possa ser atraída eletrostaticamente para sítios da interface mineral/solução opostamente carregados. Essa adsorção resultaria na depressão seletiva de alguns sólidos que fossem capazes de atrair coletores aniônicos por troca de sítios superficiais positivamente carregados com grupos -OH não ionizados, contudo altamente hidrofílicos.

A carboximetilcelulose é comercialmente conhecida pelo nome de Tylose. Nos EUA este produto tem apresentado uma vasta utilização como substitutos de colóides orgânicos de custo superior, como o amido e a caseína, em vários ramos da indústria, como flotação, tecidos, porcelana e papel. A carboxietilcelulose também apresenta o

mesmo grupo polar e também propriedades análogas à carboximetilcelulose no seu comportamento frente a flotação. A única diferença reside no fato de que ela provoca uma depressão mais eficiente na flotação de minerais sulfurosos.

2.3.1.3. Gomas Naturais

Gomas naturais como goma arábica, goma de alcatira, e goma guar são polissacárideos, que devido à semelhança química e estrutural com o amido, apresentam potencial de utilização como depressores em sistemas de flotação

O guar é um composto hidroxialquilado obtido de uma leguminosa produtora de grãos altamente resistentes a climas áridos. O polímero apresenta peso molecular de 220000, o que implica em uma repetição do monômero cerca de 450 vezes ao longo da cadeia, ocorrendo em cada molécula 9 grupos hidroxila por monômero. Esta estrutura originalmente não iônica pode ser transformada em aniônica através da reação de uma reação de substituição.

A goma guar é comercialmente conhecida pelo nome de Acrol.

2.3.2. Polifenóis

Taninos naturais se constituem invariavelmente de compostos polifenólicos que podem ser extraídos de folhas, frutos, casca, ramos e caule de árvores e arbustos. A extração mais comum é efetuada por tratamento com água quente (100° a 120°C) de pequenas lascas de madeira ou fragmentos de casca de árvore, seguido de evaporação, que remove a água do sistema. O pó remanecente é solúvel em água quente para pH maior do que oito. Para torná-lo solúvel em água fria, independentemente do pH da solução, este pó é tratado com bissulfato de sódio.

Assim como os amidos a ionização dos taninos se dá através da ionização alcalina dos grupos polares -OH e -COOH existentes na sua estrutura, ocorrendo a geração de

cargas negativas nas suas moléculas. Esse fato levou alguns autores a sugerirem a adsorção do tanino em minerais. E a consequente depressão do mesmo estaria associada à formação de íons fenolatos, complexos ou agregados, na superfície dos minerais. Leja e Steiner atribuem a adsorção desses reagentes ao resultado de uma interação catiônica da interface mineral/solução. Hanna formulou um mecanismo de adsorção taninos-calcita baseado na formação de tanatos de cálcio complexos, interação eletrostática e pontes de hidrogênio.

3.1 Metodologia dos Ensaios

A fim de caracterizar o desempenho dos depressores acima descritos foram realizados testes em laboratório utilizando-se amostras do minério granulado da Mineração Fosfertil S.A.

Inicialmente determinou-se os teores P_2O_5 , CaO, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO, PF de forma a se caracterizar as amostras utilizadas na alimentação dos ensaios. Os resultados obtidos estão descritos na tabela 5:

Tabela 5 Caracterização da alimentação da flotação

Malha #	% P_2O_5	% CaO	%CaO _(carb.)	% SiO_2 ,	% Al_2O_3	% Fe_2O_3	%MgO	%PF
35	4,6	12,1	6,1	34,5	4,2	10,2	6,2	12,8
65	5,8	16,5	8,9	34,4	1,9	9,5	4,3	11,5
100	7,8	21,4	11,2	27,9	1,4	10,1	3,7	8,5
150	8,3	22,5	11,6	23,7	1,3	12,1	3,7	8,5
200	8,8	22,9	11,4	22,2	1,3	13,6	3,8	8,4
270	8,5	23,0	11,9	19,1	1,2	14,7	3,5	9,4
400	9,4	24,2	11,9	20,0	1,0	13,9	3,4	8,9
-400	8,6	23,1	11,8	21,8	1,2	13,5	3,6	10,4
Total	8,0	21,48	11,1	24,7	1,4	12,3	3,8	9,5

Realizadas essas análises, iniciaram-se os testes para se determinar a melhor dosagem de coletor, de forma a utilizá-lo em todos os ensaios posteriores. Os resultados

dos ensaios estão descritos na tabela 6. Esses ensaios foram realizados obedecendo os seguintes parâmetros:

- pH de flotação entre 8,8 e 9,2;
- porcentagem de sólidos de 60% no condicionamento e 30% na flotação;
- tempo de condicionamento de 5 minutos a 900 RPM para o depressor e 2 minutos para o coletor;
-
- Rotação na flotação de 1.300 RPM;

Tabela 6. Determinação da Concentração padrão de coletor

Ensaio	Dosagem de Amido (g/t)	Dosagem de Coletor(g/t)	Rec P_2O_5(%)	Teor de P2O5	Rec CaO carbonato
1	600	300	78,3	23,8	33,4
2	600	300	75,4	22,4	31,2
3	600	450	82,0	22,1	38,0
4	600	450	80,9	22,3	38,15
5	600	600	84,7	19,7	38,8
6	600	600	85,8	18,9	50,6

Analisando os resultados obtidos nos ensaios 1 a 6, adotou-se a concentração intermediária de 400 g/t de coletor, pois com essa concentração uniu-se teor e recuperação de P_2O_5 alta, e ao mesmo tempo uma baixa recuperação de CaO da calcita dando ao processo uma boa seletividade.

Estabelecida a concentração padrão de coletor, iniciou-se os ensaios de flotação com os taninos, com a goma guar, com a carboximetilcelulose e com o amido, os resultados obtidos estão dispostos nas tabelas 7, 8, 9 e 10 respectivamente.

Tabela 7 Resultados dos Ensaio com Taninos

Ensaio	Depressor	Dosagem de Depressor (g/t)	Rec P_2O_5 (%)	Teor de P_2O_5	Rec CaO carbonato
7	L-1	10	75,3	24,5	28,2
8	L-1	50	77,5	22,6	32,6
9	L-1	100	74,4	21,6	34,2
10	L-1	250	68,3	22,9	30,0
11	L-1	500	18,9	23,5	9,1
12	L-36	10	69,7	24,5	25,8
13	L-36	50	76,6	22,9	32,3
14	L-36	100	71,9	23,0	30,0
15	L-36	250	67,1	23,1	28,2
16	L-36	500	55,0	23,9	21,8
17	Tanino A	10	59,2	25,4	22,0
18	Tanino A	50	69,6	24,7	22,5
19	Tanino A	100	71,3	23,3	28,6
20	Tanino A	250	71,2	22,5	30,7
21	Tanino A	500	74,1	21,9	33,8
22	Tanino B	10	68,7	24,5	25,7
23	Tanino B	50	70,6	24,2	27,2
24	Tanino B	100	75,2	23,2	30,5
25	Tanino B	250	72,5	22,6	30,9
26	Tanino B	500	65,5	22,4	28,9
27	Tanino C	10	62,9	25,9	21,5
28	Tanino C	50	72,5	23,7	28,2
29	Tanino C	100	75,1	23,1	30,4
30	Tanino C	250	66,5	22,8	28,1
31	Tanino C	500	70,9	22,3	31,5

Tabela 8 Resultados da Flotação Goma Guar (Acrol)

Ensaio	Depressor	Dosagem de Depressor (g/t)	Rec P2O5 (%)	Teor de P2O5 (%)	Rec CaO carbonato (%)
32	F-1	20	76,3	24,2	29,6
33	F-1	80	83,9	21,3	39,2
34	F-1	200	88,3	18,9	47,8
35	F-1	500	81,2	22,7	34,1
36	F-22	20	81,2	22,7	34,1
37	F-22	80	79,5	22,2	34,7
38	F-22	200	86,7	19,9	43,6
39	F-22	500	79,8	23,4	31,7
40	QF-1100	20	71,5	25,1	25,4
41	QF-1100	80	76,4	23,8	29,5
42	QF-1100	200	77,3	23,6	30,3
43	QF-1100	500	75,7	23,9	29,1
44	QF-1200	20	71,6	24,6	26,1
45	QF-1200	80	79,9	22,9	32,8
46	QF-1200	200	77,5	23,7	29,9
47	QF-1200	500	79,0	23,6	30,9

Tabela 9 Resultados da Flotação com Celulose

Ensaio	Depressor	Dosagem de Depressor (g/t)	Rec P ₂ O ₅ (%)	Rec. Massa(%)	Rec CaO (%)
79	C-300	25	74,30	20,41	47,41
80	C-300	100	66,95	16,52	38,30
81	C-300	400	69,84	17,71	42,14
82	C-300	500	66,76	16,57	39,66
83	C-300	1000	71,30	17,59	42,35
85	CB-200	25	75,64	19,60	46,56
86	CB-200	100	63,03	15,55	37,36
87	CB-200	400	59,83	13,84	34,11
88	CB-200	500	41,68	35,06	14,45
89	CB-200	1000	43,68	24,53	9,88
84	Amido	600	79,38	19,88	47,68

6. Conclusões

Analisando as tabelas com os resultados dos ensaios pode-se concluir:

1. Nos ensaios com taninos o macrospec L-36 apresentou o melhor resultado, na dosagem de 50 g/t, que é relativamente baixa se comparada com a padrão do amido (600g/t).
2. Nos ensaios que se utilizou a goma guar o depressor F-1, na dosagem de 10 g/t apresentou resultados semelhantes a do tanino L-36
3. Nos ensaios realizados com celulose as recuperações de P₂O₅ foram decrescentes com o aumento da concentração desse depressor, o que sugere que a máxima seletividade a ser alcançada com o uso desse depressor seja menor do que 20 g/t

É interessante salientar que em (1) e (2) há a necessidade de mais ensaios com concentrações de coletores próxima às concentrações determinadas o que possibilitará determinar a concentração em que se possa ter a máxima seletividade do processo em escala de laboratório para posteriormente analisar a viabilidade do uso desses reagentes em escala industrial.

6. Bibliografia

1. LEAL FILHO, L.S. Contribuição ao Estudo de Depressores para a Flotação Aniônica Direta do Fosfato de Jacupiranga
2. LEAL FILHO, L.S. (1995) Concentração por Flotação
3. Luz, R. Manual de Usinas de Beneficiamento.