

SIMULAÇÃO EM COMPUTADOR DE
CIRCUITOS DE FLOTACÃO

ANTONIO CARLOS GIRODO
PATRICIA RADINO

PAULO ABIB ENGENHARIA S.A.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho, foi a simulação do processo de flotação, através da aplicação, em computador, de formulações matemáticas que estão sendo desenvolvidas para este fim. Estas formulações matemáticas são decorrentes das características do processo de flotação e os fatores que nelas intervêm devem ser levantados experimentalmente através de ensaios descontínuos ou contínuos-piloto, sobre amostras de minério.

O processo pesquisado objetiva a recuperação do feldspato e quartzo contidos em areia feldspática, visando suas utilizações na indústria cerâmica.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O método básico utilizado no presente estudo de simulação do processo de flotação, consistiu no estabelecimento de um modelo matemático que descrevesse o processo e na determinação das grandezas envolvidas na equação.

O modelo de simulação utilizado no presente caso foi o desenvolvido por Zúniga, baseado na cinética do processo.

A cinética de flotação pode ser definida como a variação da quantidade de material flotável, que é retirado da célula na espuma, com tempo e pode ser representada pela seguinte equação:

$$\frac{-dC}{dt} = K C^n \quad (1)$$

onde,

C - concentração de material útil na célula;

n - ordem da equação;

K - Constante

t - tempo.

Supondo-se que o processo de flotação obedece a uma cinética de primeira ordem, obtemos, integrando-se a equação (1),

$$C = C_0 e^{-Kt} \quad (2)$$

onde,

C_0 - concentração do material flotável na célula no instante $t_0 = 0$;

C - concentração do material flotável na célula no instante t ;
ou ainda,

$$\ln \frac{C_0}{C} = Kt \quad (3)$$

Isto quer dizer que, se o processo de flotação, conforme formulado pela equação acima, obedecer a uma cinética de primeira ordem, os valores experimentais de $\ln (C_0/C)$ lançados em ordenada, tendo como abscissa o tempo, darão uma linha reta com inclinação igual à constante K , que é a constante cinética da flotação.

Na derivação da equação 3, foi admitido que a única variável independente no processo é a concentração de material flotável, sendo, todo o resto, constante. Assim, a constante K é uma função complexa que envolve concentração de reagentes, tamanho das partículas e bolhas, desenho da célula, sua operação e outros.

Para uma determinada condição experimental, a constante K é uma medida quantitativa da possibilidade das partículas de uma espécie mineral, serem recuperadas no concentrado. Pode ser utilizada para comparar condições diferentes de reagentes na mesma célula ou células de flotação diferentes tratando a mesma polpa. Cada espécie mineral em um minério, apresenta o seu valor próprio de K em determinadas condições e a razão destes valores é uma medida quantitativa da seletividade da operação.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A areia feldspática, que serviu de alimentação para os ensaios, foi produzida a partir dos finos obtidos na brita

gem de granito, onde por processo de flotação e separação magnética foram separados, respectivamente, as micas e os minerais de ferro.

A areia feldspática utilizada nos ensaios apresenta a seguinte composição mineralógica:

feldspatos - 49,43% quartzo - 50,57%
ortoclásio - 16,90%
plagioclásio-32,53%

A parte experimental foi conduzida com o objetivo de se levantar os valores da constante cinética da flotação, K , para o feldspato e quartzo contidos na areia feldspática.

Foram conduzidos ensaios preliminares, para se estabelecer as melhores condições de operação.

Utilizou-se como coletor do feldspato, a amina ARMAC T. O quartzo foi deprimido pela adição à polpa de ácido fluorídrico.

A técnica experimental consiste em se efetuar uma flotação em bancada "rougher", coletando-se concentrados em intervalos de tempo consecutivos. As diversas variáveis do processo, cujas influências não estão sendo pesquisadas, devem ser mantidas constantes entre um ensaio e outro.

4. ENSAIOS EXPLORATÓRIOS

Os ensaios exploratórios foram conduzidos variando-se a dosagem do coletor e mantendo-se constante a dosagem de depressor, porcentagem de sólidos na célula, agitação da polpa, volume da célula e vazão de ar. As dosagens de coletores utilizadas foram 700; 900; 1100 e 1300 g/t. A dosagem de ácido fluorídrico foi de 1000g/t com condicionamento a 60% de sólidos, por um período de cinco minutos. A densidade de sólidos, utilizada durante a flotação foi de 20% e a rotação do motor do agitador foi de 1300 rpm. Trabalhou-se com célula Denver de volume de dois litros.

As curvas de recuperação em feldspato versus tempo , para estes ensaios são apresentadas na Figura 1.

Na Figura 2 estão representadas as retas da equação $\ln \frac{C_0}{C} = Kt$, para os quatro ensaios. Os valores da constante K, obtidos destes gráficos, estão listados no quadro abaixo.

| ENSAIO | COLETOR (g/t) | K FELDSPATO (min ⁻¹) | K QUARTZO (min ⁻¹) |
|--------|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| F 04 | 700 | 0,1928 | 0,0112 |
| F 03 | 900 | 0,2559 | 0,0151 |
| F 02 | 1100 | 0,3086 | 0,0164 |
| F 05 | 1300 | 0,4980 | 0,0246 |

Conforme pode ser observado pelas retas obtidas na Figura 2, a flotação do feldspato obedece à equação $\ln C_0/C=Kt$, comprovando que o processo obedece a uma cinética de primeira ordem.

5. SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE FLOTAÇÃO EM COMPUTADOR

O programa de simulação do processo de flotação foi rodado com os valores das constantes cinéticas para o feldspato e quartzo obtidos no ensaio F 05 da parte experimental destes estudos.

Este ensaio foi escolhido por ter apresentado os melhores valores de recuperação de feldspato, com um produto de pureza adequada à alimentação de uma flotação "cleaner", prevenindo-se a obtenção de um concentrado puro dentro dos limites especificados.

Os circuitos de flotação que foram pesquisados são os comumente utilizados industrialmente, constituídos por bancadas "rougher", bancadas "scavenger" e bancadas "cleaner". Foram estudados dois tipos de circuito, conforme mostra os esquemas da Figura 3.

O circuito 1 prevê a obtenção de produtos puros de quartzo e feldspato e um produto misto. O circuito 2 prevê a ob

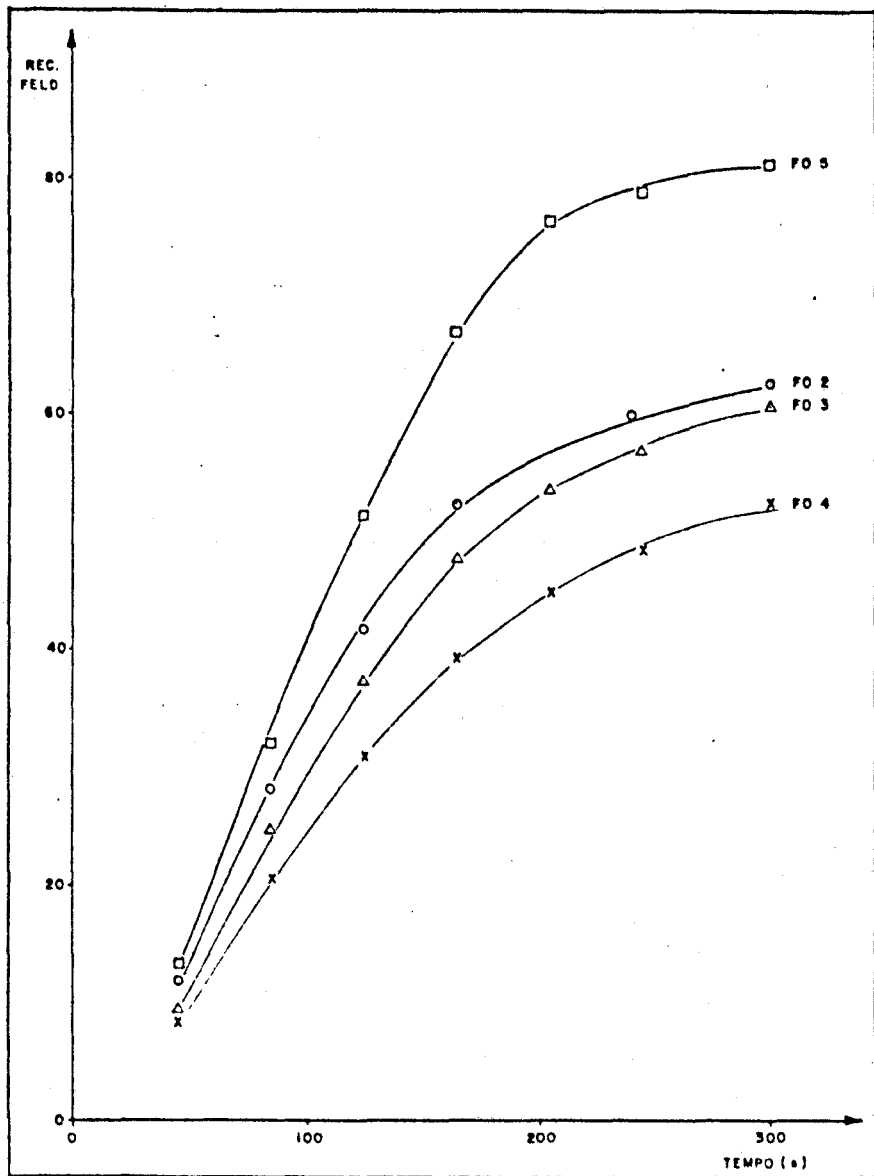


FIGURA 1

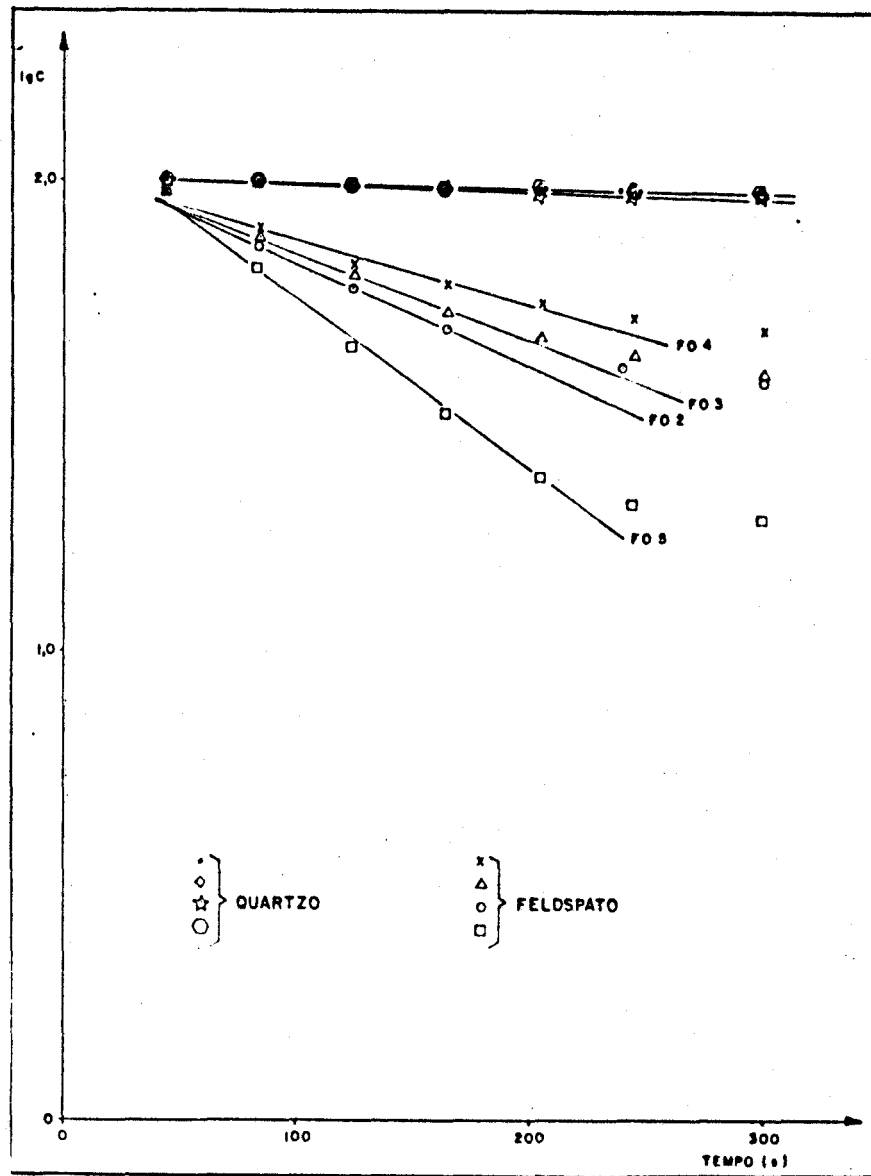


FIGURA 2

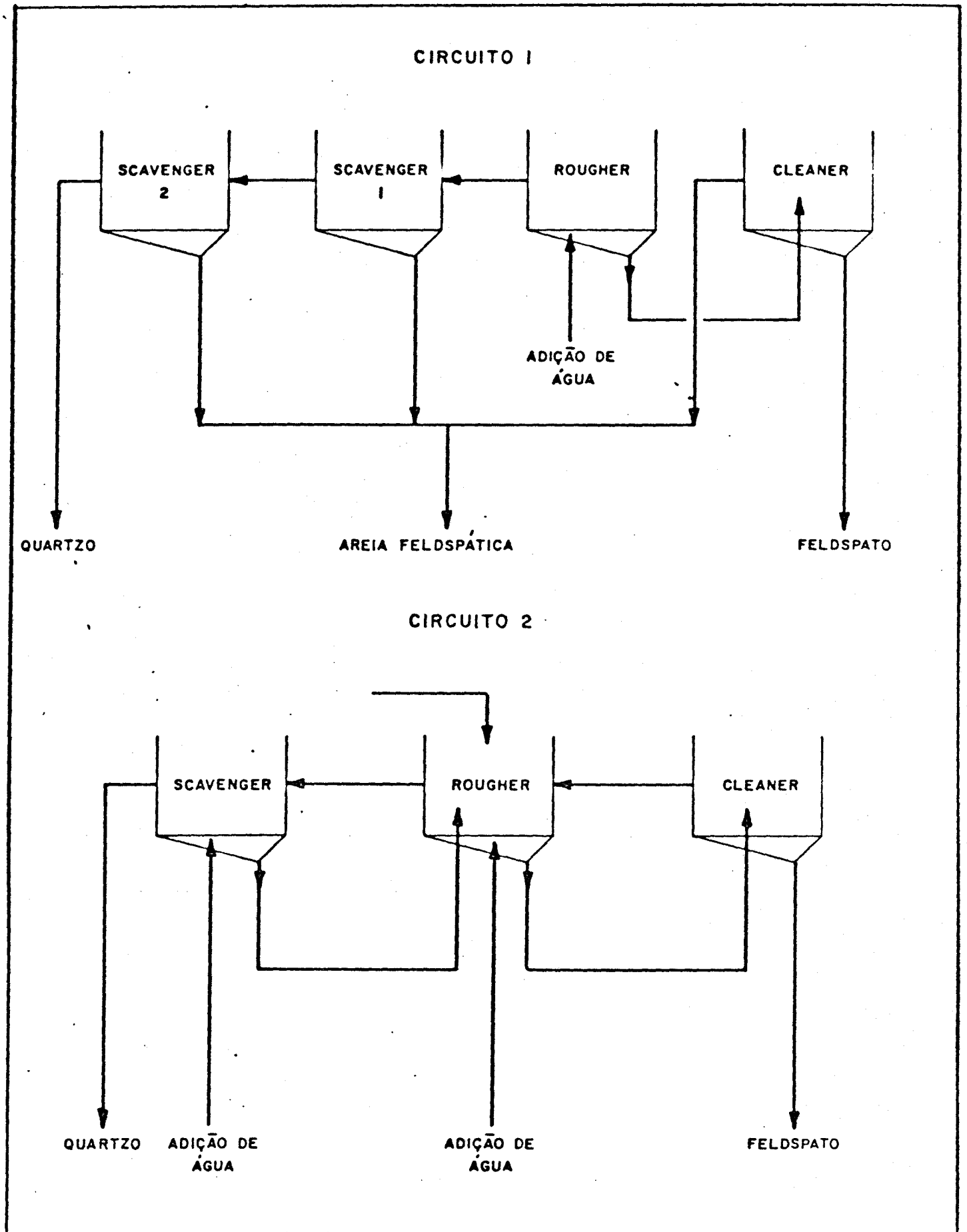


FIGURA 3

tenção de um produto puro em feldspato e um rejeito concentrado em quartzo.

Além da constante cinética da flotação, alimentam o programa, valores de outras grandezas, como os teores na alimentação, porcentagem de sólidos nas células, porcentagem de sólidos dos concentrados, alimentação de sólidos, densidade dos minerais, pontos de adição de água, quantidade e tamanho das células, etc. Destas grandezas, muitas são inerentes ao minério, como teores e densidade, outras dependem do processo, como porcentagem de sólidos nas células, e, outros são função de certos parâmetros, como por exemplo o tamanho e número de células que estão relacionados ao tempo de residência da polpa em cada bancada.

As variáveis investigadas foram número de células, porcentagem de sólidos na alimentação e porcentagem de sólidos na flotação "cleaner".

As configurações alternativas pesquisadas para o circuito 1 são apresentadas no Quadro 1 e para o circuito 2 no Quadro 2.

QUADRO 1
CONFIGURAÇÕES ALTERNATIVAS
CIRCUITO 1

| SIMULAÇÃO Nº | CÉLULAS DE FLOTAÇÃO | | | |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| | Bancada Rougher | Bancada Scavenger 1 | Bancada Scavenger 2 | Bancada Cleaner |
| 1;1A;1B;1C | 8 | 4 | 2 | 4 |
| 2;2A;2B;2C | 8 | 4 | 2 | 6 |
| 3;3A;3B;3C | 6 | 4 | 2 | 4 |
| 4;4A;4B;4C | 6 | 4 | 2 | 6 |
| 5;5A;5B;5C | 8 | 2 | 2 | 4 |
| 6;6A;6B;6C | 8 | 2 | 2 | 6 |
| 7;7A;7B;7C | 6 | 2 | 2 | 4 |
| 8;8A;8B;8C | 6 | 2 | 2 | 6 |

QUADRO 2
CONFIGURAÇÕES ALTERNATIVAS
CIRCUITO 2

| SIMULAÇÃO Nº | CÉLULAS DE FLOTAÇÃO | | |
|-----------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| | Bancada Rougher | Bancada Scavenger | Bancada Cleaner |
| 1'; 1A' | 8 | 4 | 4 |
| 2'; aA' | 8 | 4 | 6 |
| 3'; 3A' | 6 | 4 | 4 |
| 4'; 4A' | 6 | 4 | 6 |
| 5'; 5A' | 8 | 2 | 4 |
| 6' | 8 | 2 | 6 |
| 7' | 6 | 2 | 4 |
| 8' | 6 | 2 | 6 |

O volume de cada célula das bancadas "rougher", "scavenger 1" e "scavenger 2" é de 200 ft³ e para a bancada "cleaner" é de 100 ft³.

As porcentagens de sólidos alternativas pesquisadas, estão listadas no quadro abaixo.

| SIMULAÇÃO Nº | % SÓLIDOS ALIMENTAÇÃO | % SÓLIDOS FLOTAÇÃO CLEANER |
|-----------------|--------------------------|----------------------------------|
| CIRCUITO 1 | | |
| 1 a 8 | 20 | 15 |
| 1A a 8A | 20 | 20 |
| 1B a 8B | 30 | 15 |
| 1C a 8C | 30 | 20 |
| CIRCUITO 2 | | |
| 1' a 8' | 20 | 15 |
| 1A' a 5A' | 20 | 20 |

Os demais valores que alimentaram o modelo foram os seguintes:

Alimentação de sólidos - 100 t/h

Teores: feldspato - 49,43%

quartzo - 50,57%

Densidades: feldspato - 2,61

quartzo - 2,65

alimentação-2,63

% sólidos: conc. "rougher" - 49%

conc. "cleaner"- 49%

conc. "scavenger"-27%

K - feldspato - $0,4980 \text{ min}^{-1}$

quartzo - $0,0246 \text{ min}^{-1}$

6. RESULTADOS OBTIDOS

Os Quadros 3, 4 e 5 apresentam os resultados obtidos nas simulações, em termos de recuperação e pureza dos produtos e tempos de residência nas bancadas.

No Quadro 4 as recuperações que aparecem na coluna referente ao concentrado "rougher", são maiores do que 100%. Isto se dá em face da recuperação ser calculada em relação a alimentação nova e na realidade a alimentação da bancada "rougher" ser constituída do somatório da alimentação nova, concentrado "scavenger" e rejeito "cleaner". Os dois últimos produtos constituem a carga circulante do circuito de flotação e as recuperações dão idéia da ordem de grandeza desta carga.

7. COMENTÁRIOS

Nos ensaios simulados com o circuito 1, podemos observar:

- Dentro de cada série de simulações, os produtos quartzo e feldspato são obtidos com pureza semelhante, sendo a influência do número de células nas bancadas, mais marcante nos valores de suas recuperações.
- A variação da porcentagem de sólidos na alimentação do cir

QUADRO 3
RECUPERAÇÕES E TEORES DOS PRODUTOS
CIRCUITO 1

| Nº | CONCENTRADO CLEANER | | | | REC. SCAVENGER | | | | CONC. SCVI E 2 REC. CI | | | | CONCENTRADO ROUGHEN | | | | SIMULADO | CONCENTRADO CLEANER | | | | REC. SCAVENGER | | | | CONC. SCVI E 2 REC. CI | | | | CONCENTRADO ROUGHEN | | | | | |
|----|---------------------|------|-------|------|----------------|-------|------|-------|------------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|----------|---------------------|------|-------|------|----------------|-------|------|-------|------------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|---|---|
| | FELDSPATO | | | | QUARTZO | | | | MISTOS | | | | MISTOS | | | | | FELDSPATO | | | | QUARTZO | | | | MISTOS | | | | CONCENTRADO ROUGHEN | | | | | |
| | % | % | r | g | % | % | r | g | % | % | r | g | % | % | r | g | | % | % | r | g | % | % | r | g | % | % | r | g | % | % | r | g | % | % |
| 1 | 99,56 | 1,44 | 59,18 | 0,84 | 0,65 | 99,35 | 0,49 | 72,90 | 60,03 | 39,97 | 40,33 | 76,25 | 85,35 | 14,65 | 94,66 | 15,88 | 18 | 97,77 | 2,23 | 56,94 | 1,27 | 0,02 | 99,98 | 0,01 | 53,60 | 48,25 | 51,75 | 43,05 | 45,13 | 77,72 | 22,28 | 99,24 | 27,80 | | |
| 2 | 99,26 | 1,74 | 73,61 | 1,28 | 0,65 | 99,35 | 0,49 | 72,90 | 49,49 | 50,51 | 25,09 | 25,87 | 85,35 | 14,65 | 94,66 | 15,88 | 28 | 97,36 | 2,64 | 72,28 | 1,92 | 0,02 | 99,98 | 0,01 | 53,60 | 37,84 | 62,16 | 27,71 | 44,49 | 77,72 | 22,28 | 99,24 | 27,80 | | |
| 3 | 99,79 | 1,22 | 58,39 | 0,70 | 1,33 | 98,67 | 1,06 | 76,30 | 63,27 | 36,71 | 40,57 | 23,00 | 87,85 | 12,15 | 88,54 | 11,97 | 30 | 98,21 | 1,79 | 58,34 | 1,04 | 0,07 | 99,93 | 0,04 | 58,80 | 50,32 | 49,68 | 41,61 | 40,16 | 81,82 | 18,18 | 97,20 | 21,12 | | |
| 4 | 98,50 | 1,50 | 71,57 | 1,07 | 1,33 | 98,67 | 1,06 | 76,30 | 54,18 | 45,82 | 27,38 | 27,63 | 87,85 | 12,15 | 88,54 | 11,97 | 48 | 97,85 | 2,15 | 73,30 | 1,58 | 0,07 | 99,93 | 0,04 | 58,80 | 39,67 | 60,33 | 26,66 | 39,62 | 81,82 | 18,18 | 97,20 | 21,12 | | |
| 5 | 99,55 | 1,44 | 59,18 | 0,84 | 1,39 | 98,61 | 1,10 | 76,54 | 63,19 | 36,81 | 39,72 | 22,61 | 85,35 | 14,65 | 94,66 | 15,88 | 58 | 97,77 | 2,23 | 56,94 | 1,27 | 0,08 | 99,92 | 0,05 | 59,54 | 51,76 | 48,24 | 43,01 | 37,15 | 77,72 | 22,28 | 99,24 | 27,80 | | |
| 6 | 99,26 | 1,74 | 73,61 | 1,28 | 1,39 | 98,61 | 1,10 | 76,54 | 52,69 | 47,31 | 25,27 | 22,10 | 85,35 | 14,65 | 94,66 | 15,88 | 68 | 97,36 | 2,64 | 72,28 | 1,92 | 0,08 | 99,92 | 0,05 | 59,54 | 41,24 | 58,75 | 27,67 | 38,54 | 77,72 | 22,28 | 99,24 | 27,80 | | |
| 7 | 99,79 | 1,22 | 58,39 | 0,70 | 2,82 | 97,18 | 2,38 | 80,13 | 66,69 | 33,31 | 39,24 | 19,10 | 87,85 | 12,15 | 88,54 | 11,97 | 78 | 98,21 | 1,79 | 58,34 | 1,04 | 0,27 | 99,73 | 0,18 | 65,27 | 54,61 | 45,39 | 41,47 | 33,69 | 81,82 | 18,18 | 97,20 | 21,12 | | |
| 8 | 98,50 | 1,50 | 71,57 | 1,07 | 2,82 | 97,18 | 2,38 | 80,13 | 57,53 | 42,47 | 26,05 | 18,80 | 87,85 | 12,15 | 88,54 | 11,97 | 88 | 97,85 | 2,15 | 73,30 | 1,58 | 0,27 | 99,73 | 0,18 | 65,27 | 43,88 | 56,12 | 26,52 | 33,15 | 81,82 | 18,18 | 97,20 | 21,12 | | |
| 1A | 99,25 | 1,75 | 70,33 | 1,23 | 0,65 | 99,35 | 0,49 | 72,90 | 51,92 | 48,08 | 28,50 | 25,80 | 85,35 | 14,65 | 94,66 | 15,88 | 1C | 97,36 | 2,64 | 69,23 | 1,84 | 0,02 | 99,98 | 0,01 | 53,60 | 40,29 | 59,71 | 30,76 | 44,56 | 77,72 | 22,28 | 99,24 | 27,80 | | |
| 2A | 97,75 | 2,25 | 83,56 | 1,88 | 0,65 | 99,35 | 0,49 | 72,90 | 38,21 | 61,79 | 15,95 | 25,22 | 85,35 | 14,65 | 94,66 | 15,88 | 2C | 76,69 | 3,31 | 83,61 | 2,80 | 0,02 | 99,98 | 0,01 | 53,60 | 36,86 | 73,14 | 16,38 | 43,60 | 77,72 | 22,28 | 99,24 | 27,80 | | |
| 3A | 98,47 | 1,53 | 69,13 | 1,03 | 1,33 | 98,67 | 1,06 | 76,30 | 56,26 | 43,75 | 29,81 | 27,67 | 87,85 | 12,15 | 88,54 | 11,97 | 3C | 97,85 | 2,15 | 70,38 | 1,51 | 0,07 | 99,93 | 0,04 | 58,80 | 42,15 | 57,85 | 29,58 | 39,69 | 81,82 | 18,18 | 97,20 | 21,12 | | |
| 4A | 99,03 | 1,07 | 80,11 | 1,57 | 1,33 | 98,67 | 1,06 | 76,30 | 54,57 | 45,41 | 18,83 | 22,13 | 87,85 | 12,15 | 88,54 | 11,97 | 4C | 97,26 | 2,74 | 83,96 | 2,31 | 0,07 | 99,93 | 0,04 | 58,80 | 28,60 | 71,32 | 16,00 | 38,89 | 81,82 | 18,18 | 97,20 | 21,12 | | |
| 5A | 99,25 | 1,75 | 70,33 | 1,23 | 1,39 | 98,61 | 1,10 | 76,54 | 55,15 | 44,85 | 27,96 | 22,22 | 85,35 | 14,65 | 94,66 | 15,88 | 5C | 97,36 | 2,64 | 69,23 | 1,84 | 0,08 | 99,92 | 0,05 | 59,54 | 33,74 | 56,26 | 30,72 | 38,67 | 77,72 | 22,28 | 99,24 | 27,80 | | |
| 6A | 97,75 | 2,25 | 83,56 | 1,88 | 1,39 | 98,61 | 1,10 | 76,54 | 41,00 | 59,00 | 15,34 | 21,58 | 85,35 | 14,65 | 94,66 | 15,88 | 6C | 96,69 | 3,31 | 83,61 | 2,80 | 0,08 | 99,92 | 0,05 | 59,54 | 29,78 | 70,22 | 16,34 | 37,60 | 77,72 | 22,28 | | | | |
| 7A | 98,47 | 1,53 | 69,13 | 1,03 | 2,82 | 97,18 | 2,38 | 80,13 | 59,66 | 40,35 | 28,48 | 18,83 | 87,85 | 12,15 | 88,54 | 11,97 | 7C | 97,85 | 2,15 | 70,38 | 1,51 | 0,27 | 99,73 | 0,18 | 65,27 | 46,47 | 53,53 | 29,44 | 33,22 | 81,82 | 18,18 | 97,20 | 21,12 | | |
| 8A | 98,03 | 1,97 | 80,11 | 1,57 | 2,82 | 97,18 | 2,38 | 80,13 | 48,33 | 51,67 | 17,50 | 18,29 | 87,85 | 12,15 | 88,54 | 11,97 | 8C | 97,26 | 2,74 | 83,96 | 2,31 | 0,27 | 99,73 | 0,18 | 65,27 | 32,35 | 67,65 | 15,86 | 32,40 | 81,82 | 18,18 | 97,20 | 21,12 | | |

QUADRO 4
RECUPERAÇÕES E TEORES DOS PRODUTOS
CIRCUITO 2

| Nº | CONCENTRADO CLEANER FELDSPATO | | | | REJ. SCAVENGER QUARTZO | | | | CONCENTRADO ROUGHER | | | |
|-----|----------------------------------|------|-------|------|---------------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|--------|-------|
| | %F | %Q | F | Q | %F | %Q | F | Q | %F | %Q | F | Q |
| 1A' | 99,26 | 0,74 | 93,38 | 0,68 | 6,09 | 93,91 | 6,59 | 99,32 | 91,77 | 8,23 | 152,18 | 13,34 |
| 2A' | 98,37 | 1,63 | 96,91 | 1,57 | 2,96 | 97,04 | 3,08 | 98,44 | 87,78 | 12,22 | 115,29 | 15,69 |
| 3A' | 99,33 | 0,67 | 89,34 | 0,59 | 9,46 | 90,54 | 1,06 | 99,42 | 93,00 | 7,00 | 135,03 | 9,93 |
| 4A' | 98,65 | 1,35 | 94,07 | 1,26 | 5,53 | 94,47 | 5,91 | 98,74 | 90,29 | 9,71 | 108,70 | 11,43 |
| 5A' | 99,16 | 0,84 | 90,41 | 0,75 | 8,62 | 91,38 | 9,58 | 99,26 | 91,05 | 8,95 | 142,74 | 13,71 |
| 6A' | 98,29 | 1,71 | 94,79 | 1,61 | 4,91 | 95,09 | 5,20 | 98,39 | 87,42 | 12,58 | 111,79 | 15,72 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 1' | 99,66 | 0,34 | 83,24 | 0,28 | 14,10 | 85,90 | 16,74 | 99,72 | 95,05 | 4,95 | 206,29 | 10,50 |
| 2' | 99,15 | 0,85 | 94,46 | 0,79 | 5,15 | 94,85 | 5,52 | 99,21 | 90,95 | 9,05 | 142,89 | 13,90 |
| 3' | 99,65 | 0,35 | 79,01 | 0,27 | 17,05 | 82,95 | 20,97 | 99,73 | 95,27 | 4,73 | 169,40 | 8,22 |
| 4' | 99,26 | 0,74 | 90,68 | 0,66 | 8,39 | 91,61 | 9,30 | 99,34 | 92,45 | 7,55 | 128,75 | 10,28 |
| 5' | 99,58 | 0,42 | 80,37 | 0,33 | 16,13 | 83,87 | 19,61 | 99,67 | 94,12 | 5,88 | 185,76 | 11,34 |
| 6' | 99,07 | 0,93 | 91,66 | 0,84 | 7,58 | 92,42 | 8,32 | 99,16 | 90,30 | 9,70 | 135,15 | 14,19 |
| 7' | 99,55 | 0,45 | 75,44 | 0,33 | 19,40 | 80,60 | 24,55 | 99,67 | 94,21 | 5,79 | 150,13 | 9,02 |
| 8' | 99,13 | 0,87 | 86,53 | 0,74 | 11,69 | 88,31 | 13,44 | 99,26 | 91,55 | 8,45 | 118,72 | 10,71 |
| | | | | | | | | | | | | |

QUADRO 5
TEMPO DE RESIDÊNCIA NAS BANCADAS

| BANCADA | CÉLULAS DE FLOTAÇÃO | | | SIMULAÇÃO Nº | TEMPO RESIDÊNCIA (MIN) | SIMULAÇÃO Nº | TEMPO RESIDÊNCIA (MIN) | SIMULAÇÃO Nº | TEMPO RESIDÊNCIA (MIN) | SIMULAÇÃO Nº | TEMPO RESIDÊNCIA (MIN) | SIMULAÇÃO Nº | TEMPO RESIDÊNCIA (MIN) | SIMULAÇÃO Nº | TEMPO RESIDÊNCIA (MIN) |
|---------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| | Nº | VOL. | VOL. | | | | | | | | | | | | |
| | | UNIT. m ³ | TOTAL m ³ | | | | | | | | | | | | |
| RC | 8 | 5,66 | 45,28 | 1 | 7,11 | 1A | 7,11 | 1B | 13,52 | 1C | 13,52 | 1' | 3,89 | 1A' | 4,55 |
| SCV1 | 4 | 5,66 | 22,64 | | 3,88 | | 3,88 | | 8,02 | | 8,02 | | 2,21 | | |
| SCV2 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 2,00 | | 2,00 | | 4,39 | | 4,39 | | - | | |
| CL | 4 | 2,83 | 11,32 | | 2,23 | | 3,32 | | 1,91 | | 2,80 | | 1,11 | | 2,16 |
| RC | 8 | 5,66 | 45,28 | 2 | 7,11 | 2A | 7,11 | 2B | 13,52 | 2C | 13,52 | 2' | 5,04 | 2A' | 5,65 |
| SCV1 | 4 | 5,66 | 22,64 | | 3,88 | | 3,88 | | 8,02 | | 8,02 | | 2,79 | | |
| SCV2 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 2,00 | | 2,00 | | 4,39 | | 4,38 | | - | | |
| CL | 6 | 2,83 | 16,98 | | 3,43 | | 5,18 | | 2,92 | | 4,35 | | 2,38 | | 4,32 |
| RC | 6 | 5,66 | 33,96 | 3 | 5,24 | 3A | 5,24 | 3B | 9,84 | 3C | 9,84 | 3' | 3,06 | 3A' | 3,65 |
| SCV1 | 4 | 5,66 | 22,64 | | 3,86 | | 3,86 | | 7,88 | | 7,89 | | 2,35 | | |
| SCV2 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 2,02 | | 2,02 | | 4,35 | | 4,35 | | - | | |
| CL | 4 | 2,83 | 11,32 | | 2,48 | | 3,71 | | 2,07 | | 3,05 | | 1,36 | | 2,50 |
| RC | 6 | 5,66 | 33,96 | 4 | 5,24 | 4A | 5,24 | 4B | 9,84 | 4C | 9,84 | 4' | 3,77 | 4A' | 4,28 |
| SCV1 | 4 | 5,66 | 22,64 | | 3,86 | | 3,86 | | 7,89 | | 7,89 | | 2,83 | | |
| SCV2 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 2,02 | | 2,02 | | 4,35 | | 4,35 | | - | | |
| CL | 6 | 2,83 | 16,98 | | 3,82 | | 5,79 | | 3,17 | | 4,75 | | 2,71 | | 4,73 |
| RC | 8 | 5,66 | 45,28 | 5 | 7,11 | 5A | 7,11 | 5B | 13,52 | 5C | 13,52 | 5' | 4,29 | 5A' | 5,13 |
| SCV1 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 1,92 | | 1,92 | | 3,89 | | 3,89 | | 1,19 | | |
| SCV2 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 1,97 | | 1,97 | | 4,13 | | 4,13 | | - | | |
| CL | 4 | 2,83 | 11,32 | | 2,23 | | 3,32 | | 1,91 | | 2,80 | | 1,22 | | 2,29 |
| RC | 8 | 5,66 | 45,28 | 6 | 7,11 | 6A | 7,11 | 6B | 13,52 | 6C | 13,52 | 6' | 5,30 | | |
| SCV1 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 1,92 | | 1,92 | | 3,89 | | 3,89 | | 1,44 | | |
| SCV2 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 1,97 | | 1,97 | | 4,13 | | 4,13 | | - | | |
| CL | 6 | 2,83 | 16,98 | | 3,43 | | 5,18 | | 2,92 | | 4,35 | | 2,51 | | |
| RC | 6 | 5,66 | 33,96 | 7 | 5,24 | 7A | 5,24 | 7B | 9,85 | 7C | 9,84 | 7' | 3,44 | | |
| SCV1 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 1,90 | | 1,90 | | 3,81 | | 3,81 | | 1,26 | | |
| SCV2 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 1,96 | | 1,96 | | 4,08 | | 4,08 | | - | | |
| CL | 4 | 2,83 | 11,32 | | 2,46 | | 3,71 | | 2,07 | | 3,05 | | 1,53 | | |
| RC | 6 | 5,66 | 33,96 | 8 | 5,24 | 8A | 5,24 | 8B | 9,84 | 8C | 9,84 | 8' | 4,05 | | |
| SCV1 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 1,90 | | 1,90 | | 3,81 | | 3,81 | | 1,49 | | |
| SCV2 | 2 | 5,66 | 11,32 | | 1,96 | | 1,96 | | 4,07 | | 4,08 | | - | | |
| CL | 6 | 2,83 | 16,98 | | 3,86 | | 5,79 | | 3,17 | | 4,75 | | - | | |

cuito não produz efeito considerável no produto de feldspato, tanto em termos de pureza, como em recuperação. Esta variação é mais notada no produto de quartzo, onde o aumento da porcentagem de sólidos na alimentação do circuito causou um aumento na pureza, com redução na sua recuperação.

- O aumento da porcentagem de sólidos na flotação cleaner, aumenta sensivelmente a recuperação do concentrado de feldspato, sem grande prejuízo em sua pureza.

Nos ensaios simulados com o circuito 2, os concentrados de feldspato obtidos, foram todos, de pureza bem maior do que os obtidos nas simulações com o circuito 1. Estes concentrados apresentam teores em feldspato acima de 98%, com valores de recuperações variando entre 75 e 95%. A diminuição da densidade da polpa na flotação "cleaner", produziu um concentrado de feldspato um pouco mais puro, com valores de recuperação bem menores. A diminuição na recuperação do produto é esperado pelo menor tempo de residência.

8. CONCLUSÃO

O processo de flotação, de uma maneira geral, é um processo complexo no qual intervem uma série de fatores relacionados com as características do minério que se quer beneficiar e com peculiaridades outras, funções da própria operação de flotação.

A vantagem em se poder simular a operação de flotação, consiste em se dispor de um instrumento onde as influências das diversas variáveis sobre o processo podem ser analisadas, ajudando decisivamente na definição e dimensionamento do circuito.

A utilização de programas de simulação, embora não seja um critério de decisão final, constitui um apoio auxiliar significativo, diante da rapidez com que fornece os resultados, da facilidade com que estes dados podem ser interpretados, além das diversas alternativas que podem ser pesquisadas.