

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
CURSO - ENGENHARIA DE MATERIAIS

"RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO"

EMPRESA: USINA DE BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS DO PROJETO  
PEGMATITICOS

ESTAGIÁRIO: FERNANDO JOSÉ BRITO DA SILVA

ORIENTADORES: MIGUEL JOSÉ DA SILVA  
JOSÉ NOBRE DE MEDEIROS

RELATÓRIO: 01

PERÍODO: 01/04 a 30/04/1986

CARGA HORÁRIA: 200 HORAS

COMISSÃO:

---

---

---

JUAZEIRINHO - PB

ABRIL/1986



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
CURSO - ENGENHARIA DE MATERIAIS

BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS DO PROJETO  
PEGMATITICOS: TANTALITA E CASSITERITA

FERNANDO JOSÉ BRITO DA SILVA

JUAZEIRINHO - PB

ABRIL/1986

A G R A D E C I M E N T O S

A Professora Maria do Socorro Lacerda,  
Coordenadora de Estágio Supervisionado

Aos Engenheiros: Miguel José da Silva e  
José Nobre de Medeiros

E a todos os funcionários do Projeto que contribuíram comigo  
em todas as ocasiões.

## Í N D I C E

### I - INTRODUÇÃO

#### 1.0 - Geologia Regional

#### 2.0 - Caracterização Mineralógica

2.1. Estrutura e textura dos pegmatíticos

2.2. Estágio dos pegmatíticos

#### 3.0 - Mineralogia dos pegmatíticos da área estuda pelo Projeto

#### 4.0 - Unidade Semi-Industrial

4.1. Método de Lavra

4.2. Processo de Concentração

4.3. Fluxograma

4.4. Descrição dos equipamentos da Usina

4.5. Balanço de massa

4.6. Balanço de energia

#### 5.0 - Manual de Operação e Controle de Qualidade

5.1. Método de análise

5.2. Ensaios e usos da cassiterita e tantalita

5.3. Sistema de Comercialização

#### 6.0 - Conclusão

#### 7.0 - Bibliografia

## I - INTRODUÇÃO

A usina de beneficiamento de minérios (pegmatíticos) foi implantada e deu início as suas atividades em 02 de abril de 1983, no Município de Juazeirinho, através do convênio de cooperação financeira firmado entre duas instituições, devidamente assinado por seus representantes legais, o FIPEC (Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica) e Banco do Brasil S.A. concordava em conceder um auxílio financeiro para complementar os recursos que a Universidade Federal da Paraíba necessitava para a execução do Projeto.

Com a implantação deste projeto, os professores do Departamento de Minas e Geologia e os Técnicos existentes nesta área, prometeram dar assistência tanto na parte de pesquisa como na parte técnica renovada.

O projeto emprega em mão de obra recursos da ordem de quase Cz\$ 40.000,00 (quarenta mil cruzados) mensalmente, além dos outros custos como material de consumo, serviços de terceiros e também melhores condições na aprendizagem dos estudantes do curso de tecnologia e nos conhecimentos técnicos, todos girando em torno da área de projeto, melhorando em muito as condições do Município, mesmo estando operando de maneira não satisfatória. Isto porque, estão operando apenas com 40% da capacidade efetiva do circuito, tendo em vista o ponto de estrangulamento existente entre a britagem e a moagem. A defasagem existente somente seria corrigida com a implantação de um outro moinho de barras com a capacidade de 2 a 3 ton/hora.

## 1.0 - Geologia Regional

Os pegmatitos em associação com a maior parte das rochas plutônicas, mais comumente em conexão com os granitos, como se pode esperar admitindo-se que os granitos são o produto final de cristalização fracionada de um magma (material altamente aquecido, que por solidificação, forma rochas ditas magmáticas).

Os pegmatitos graníticos consistem essencialmente em quartzo e em feldspato alcalino, geralmente com moscovita e biotita também, são semelhantes, em composição, ao granito; a diferença essencial está na textura, pois a dimensão dos grânulos dos minerais dos pegmatíticos é extremamente variável.

A maior parte dos pegmatíticos são simples tanto química como mineralogicamente; os complexos são espetaculares em seu conteúdo de elementos raros e de minerais incomuns, em consequência disto, tem sido estudados intensivamente. Os pegmatíticos complexos são importantes economicamente e tem sido trabalhados para a extração destes, como: berílio, rubídio, zircônio, estanho, tântalo, nióbio, titânio e outros minerais industriais como o feldspato, a moscovita, a turmalina e o quartzo. A maioria dos pegmatíticos existentes nesta área do alto da maraviha situada no Município de Juazeirinho, mais de 90% consistem essencialmente em quartzo, em feldspato e em mica moscovita, são completamente desprovidas de minerais raros. Muitos geólogos que estudaram os pegmatíticos complexos acreditam que os minerais incomuns foram depositados durante uma ou mais fases de substituição hidrotermal seguindo então a formação original de um pegmatítico simples portados de quartzo, feldspato e mica moscovita. Como os pegmatíticos são a função derradeira a cristalizar de um magma, é razoável esperar-se, então, que a primeira função da rocha a liquefazer-se, desde que estejam presentes os voláteis adequados terá também composição pegmatítica. A temperatura de formação dos pegmatíticos (provavelmente entre 500 e 700 °C) certamente foi atingida, em muitas áreas, durante o metamorfismo regional ocorrido durante muitos anos.

## 2 - Caracterização Mineralógica

### 2.1 - Estrutura e textura dos pegmatíticos

Os pegmatíticos apresentam uma estrutura que varia de homogênea ou equigranular a heterogênea ou plurigranular.

Os pegmatíticos homogêneos não apresentam nenhum aspecto estrutural interno, seus minerais são distribuídos por toda massa da rocha, em tamanhos aproximadamente iguais.

Os pegmatíticos heterogêneos apresentam aspecto estrutural interno zonado, com seus minerais localizados em determinadas partes do pegmatítico e com granulometria crescente, à partir da parte mais externa para o centro do pegmatítico.

Os pegmatíticos mistos são aqueles que apresentam ambos os aspectos. Heterogêneo por contar com zonas individualizadas de concentração mineral, e homogêneo por apresentar regiões com aspectos equigranular e com minerais disseminados.

### 2.2 - Estágio Pegmatítico

Este estágio corresponde ao total preenchimento da fenda por soluções que por resfriamento irão se diferenciar e cristalizar, com textura pegmatítica zonada em decorrência do conteúdo heterogêneo mineral presente.

Os minerais, quando de sua formação, assumem dimensões crescentes, da parte externa para interna.

As variações mineralógicas correspondem a quatro zonas diversas:

Zona I - Esta zona é caracterizada por conter minerais de pequeno tamanho, principalmente biotita, moscovita, microlina e plagioclasio, é também encontrada nos pegmatíticos do tipo padrão, raramente nos mistos e dificilmente nos homogêneos. A espessura varia de mais ou menos 50 centímetros.

- Zona II - Caracteriza-se por conter minerais habitualmente perpendicular ao contato, em sua maioria moscovita, microlina e pequenos cristais de cassiterita. A espessura varia de 1 a 4 metros ao longo dos pegmatíticos.
- Zona III - Esta zona é a mais importante dos pegmatíticos, em todos os sentidos, pois sua espessura varia de 5 a 8 metros e é composta geralmente por microclina partítica que em alguns casos a cristais métricos. Em menor proporção aparece quartzo com formas xenomórficos e pequenos cristais de berílio e moscovita.
- Zona IV - É formado exclusivamente por quartzo maciço de cor leitosa e raramente rósea, com espessura que varia geralmente de 1 a 5 metros. O estágio pegmatítico caracterizado por diferenciação e cristalização foi observado, como vimos, somente nos pegmatíticos heterogêneos. No entanto, nos mistos, que predominam as zonas I, II e III, apresentam-se com uma só textura e composição mineral semelhante aos homogêneos, enquanto a zona IV tem pequena proporção, sem orientação, formando núcleos de quartzo leitosos às vezes esfumado. Nos pegmatíticos homogêneos não zonados a textura é homogênea, com características bem próxima da textura e composição dos granitos.

### 3 - Mineralogia dos Pegmatíticos da área estudada pelo projeto

Cassiterita é comum nos pegmatíticos desta área. São características do pegmatítico homogêneo, aonde ocorrem disseminados. Os cristais maiores são encontrados nos pegmatíticos heterogêneo. A cassiterita está associada a quartzo, espodumênio e clevelandita, além de apresentar intercrescimento com a tantalita. Nos pegmatíticos dos tipos homogêneo e misto, a cassiterita apresenta-se disseminada, com baixo teor de tântalo e columbato. Nos tipos heterogêneos o teor de tântalo aumenta no sentido lateral para o núcleo do pegmatito. Observa

ções microscópicas feitas nos pegmatíticos homogêneos desta área, indicaram para a cassiterita cristais de formas irregulares, com pleocroísmo vermelho a marrom forte, alguns cristais mostram faixas ou zonas, apresentando coloração variável, com diferentes orientações ópticas. A composição química é o bioxido de estanho  $\text{SnO}_2$ .

Tantalita - Columbita, os minerais de Tântalo e Columbio estão presentes quase que exclusivamente nos pegmatíticos heterogêneos. Sua cor é geralmente preto-marrom, com traço vermelho-marrom a preto-vermelho. Localizam-se geralmente em blocos, na parte interna associados à cleavelandita microclina. A composição química é um óxido de tântalo, nióbio, ferro ferroso e manganês  $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$  que varia de composição, desde a tantalita pura  $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Ta}_2\text{O}_6$ ; até a columbita pura  $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{NbO}_6$ .

Quartzo - este mineral participa predominantemente, no período de formação dos pegmatíticos, principalmente nos heterogêneos onde apresenta-se em maior volume e, tem cor leitosa. A composição química é o óxido de silício,  $\text{SiO}_2$ . Entre todos os minerais, o quartzo é um composto químico de pureza quase completa e possui propriedades físicas constantes.

Feldspato - dois tipos principais de feldspato foram observadas nos pegmatíticos: cleavelandita e o plagioclásio.

A cleavelandita é uma variedade em blocos de albita encontrada em alguns pegmatíticos, é chamada de albita branca. A composição química, é o silicato de alumínio, sódio e cálcio, uma série completa de solução sólida estende-se da albita,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ , até a anortita,  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ .

O plagioclásio, também chamado feldspato calcosódico, forma uma série completa de solução sólida desde a albita pura,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ , até a anortita pura,  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ . O cálcio substitui o sódio com substituição concomitante do silício pelo alumínio, em todas as proporções. Um magma pode ter somente a quantidade exata de sílica para combinar com os álcalis, cálcio e alumínio e formar os feldspatos na

cristalização completa da rocha. Se a sílica estiver em excesso com relação a uma determinada quantidade, forma-se-á o quartzo; se houver deficiência, formar-se-ão os feldspatóides.

Mica Moscovita - ocorre em cristais lamelares com base nítida. A moscovita é um mineral formador de rocha, espalhado e muito comum. Nos pegmatíticos graníticos, a moscovita ocorre associada com o quartzo e o feldspato, é encontrado revestindo as cavidades nos granitos, onde se formou, evidentemente, pela ação dos vapores mineralizantes durante os últimos estágios da formação da rocha. A composição química é  $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ , frequentemente, contém pequenas quantidades de ferro ferroso e férrico, magnésio, cálcio, sódio, lítio, flúor e titânio.

#### 4 - Unidade Semi-Industrial

##### 4.1. Método de Lavra

Como os pegmatíticos apresenta uma ordenação específica nos seus aspectos estruturais (4 zonas distintas), foi aconselhável a lavra subterrânea, sõ assim foi possível lavrar as zonas que apresentam teores econômicamente aproveitáveis, no caso da lavra a cêu aberto seria impossível, tendo em vista a não seletividade da mesma. Na lavra subterrânea de onde é transportado o material levado por uma carregadeira, foi aberto um acesso de 3,5 m x 3,5 m para possibilitar o acesso da mesma até as frentes da lavra. A carregadeira transporta o material para cima, onde a capacidade de cada concha é de uma tonelada de "RUN OF MINE". Esse material é colocado na caçamba e depois transportado até a usina de beneficiamento.

##### 4.2. Processo de Concentração

O "RUN OF MINE", abaixo de 10" (25,4 cm) é alimentado por uma grelha vibratória de 2"; a fração retida sofre uma britagem primária sendo 60% desta reduzida a fragmentos menores de 3". Esta posteriormente juntar-se-á a fração passante na grelha de 2" e são levadas por uma peneira vibratória, sofrendo nesta um corte em

1/2". O Undersized sofre uma rebritagem indo posteriormente para a pilha pulmão. Saindo da pilha o material sofre uma nova classificação numa segunda peneira, onde é feito um corte na malha de 6 mesh (3 mm).

O undersized é submetido a uma jigagem obtendo-se um concentrado no jig (1) é acima de 6 mesh. O oversized sofre uma moagem no moinho de barras, passando em seguida para um segundo jig (2). O overflow dos jigs juntar-se-á em um tanque de onde é bombeado para um classificador hidráulico, indo em seguida para uma bateria de cinco mesas de concentração, nas quais obtemos um rejeito, um misto e um concentrado. O jig (3) foi eliminado para efetuarmos experiência na limpeza dos concentrados de jigs (1 e 2) e mesas. Com isto melhorou muito a capacidade da usina na produção dos concentrados de tantalita e cassiterita.

O rejeito vai para um cone deslamador onde o underflow é rejeito final e o overflow é água que cai em um tanque de sedimentação para ser reaproveitada no circuito.

O misto vai para um tanque de onde retorna ao circuito para ser reaproveitado na bateria de mesas.

O concentrado de mesa juntamente ao jig, sofre um beneficiamento em um jig (3) eliminado do circuito, para retiradas das impurezas, seguido de secagem e passagem através de íma e eletroíma.

No eletroíma obtemos os seguintes produtos: tantalita, cassiterita e um rejeito contendo ferro, ilmenita e granada, em média nas seguintes proporções: 30% de  $Ta_2O_5$ , 60% de  $SnO_2$  e 10% de outros elementos.

#### 4.3. Fluxograma (Anexo)

#### 4.4. Descrição dos Equipamentos da Usina

##### Britador de Mandíbulas - 4230c

É um britador de um eixo o qual trabalha em média com 350 rpm, cujo queixo faz um movimento de 3/4", isto significa que o britador operando na posição fechada (APF), a abertura de saída, na posição aberta (APA) é igual a APF + 3/4".

- Dados operacionais: o britador está operando na posição fechada, (APF) = 1 3/4" e APA = 2 1/2", e como fazemos o corte em 3/8", temos 20% passante e 80% retido o qual vai para o rebritador cônico em circuito fechado, com a referida abertura a produção é em média 12 m<sup>3</sup>/h, o equivalente a 20 ton/h.

##### Rebritador Cônico - 50 Ts

- Características estruturais: o acionamento é feito através da coroa pinhão, sistema de mancal com transmissão de força horizontal pelo excêntrico.
- Dados operacionais: estamos utilizando no cone um investimento médio, onde a cobertura mínima de saída é da ordem de 1/4" lado fechado e 2 1/2" lado aberto, com isto, obtemos uma produção média de 7 m<sup>3</sup>/h a 9 m<sup>3</sup>/h, abaixo de 3/8".

##### Transportador de Correia

Montado em estrutura metálica em forma de treliça. Se encarrega de transportar todo o material do britador e do rebritador para a pilha pulmão.

##### Alimentador de Gaveta

É montado abaixo da pilha pulmão, de estrutura metálica, fazendo o processo contínuo de ida e volta, com abertura de 15 cm, se encarrega de liberar o material para a peneira vibratória e o moinho de barra.

## Peneira Vibratória

Os princípios de peneiramento são basicamente os mesmos para qualquer emprego. O material a ser peneirado ao ser lançado sobre a superfície de peneiramento perde o seu componente vertical de velocidade, sofrendo alteração na direção de deslocamento. Por vibração a camada de material tende a desenvolver um estado fluido. Uma vez o material sobre a superfície de peneiramento, ocorrem dois processos que possibilitam a classificação, ou seja, estratificação e probabilidade de separação.

### Estratificação

É o processo que ocorre na tomada do material por efeito de movimento vibratório, no qual as partículas menores escoando de vãos deixados pelas partículas maiores encaminham-se para a parte inferior da camada, indo de encontro a superfície de peneiramento, enquanto as partículas maiores tendem a deslocarem-se na parte superior da camada.

### Probabilidade de Peneiramento

É o processo no qual as partículas são rejeitadas se maiores que as aberturas e passam se menores que estas. A probabilidade de separação de uma dada partícula é função da relação entre o seu tamanho e a abertura da tela.

### Moinhos de Barras

O moinho é apoiado em quatro pneus, fazendo um processo de rotação contínuo, onde o material retido na peneira vibratória é bombeado com água para o moinho. No processo de rotação, as barras se chocam com o minério deixando-o numa granulometria de mais ou menos 6 mesh.

### Jigs de Tipo Denver

São equipamentos utilizados em concentração gravimétrica, apresentando melhor rendimento na concentração de partículas acima de 20 mesh.

O material é alimentado em forma de polpa com 60% de sólidos. A fração leve juntamente com a pesada abaixo de 20 mesh saem no overflow. A fração pesada mais de 20 mesh passa através de um leito de preferência do mesmo minério, situado sobre uma tela com malha compatível com as dimensões das partículas, onde obtemos um concentrado na primeira célula, na segunda célula obtemos um misto no qual novamente é realimentado no circuito.

### Classificador hidráulico

É um equipamento que tem em função classificar as partículas em ordem decrescente de dimensões, a fim de que as mesmas alimentem o circuito das mesas. O classificador no circuito existente é composto de quatro mesas:

- Na primeira temos partículas variando de 6 a 10 mesh;
- Na segunda, partículas de 10 a 20 mesh;
- Na terceira, partículas de 10 a 30 mesh;
- Na quarta, partículas abaixo de 30 mesh;

A primeira e segunda saídas alimentam individualmente uma mesa cada, a terceira e a quarta alimentam apenas uma mesa.

### Mesas Vibratórias

São equipamentos utilizados na concentração gravimétricas apresentando um melhor rendimento na concentração de partículas com dimensões abaixo de 20 mesh.

O material é alimentado através de uma polpa com mais de 60% de sólido, onde obtêm-se um concentrado, um misto e um rejeito final.

O concentrado passa por um processo de bateamento com o objetivo de retirar-se as impurezas, o misto retorna ao circuito e o rejeito é armazenado em uma barragem.

#### 4.5. Balanço da Massa

##### Dados preliminares

- Alimentação - 05 ton/h de minério pegmatítico  
teor de alimentação = 646 g/ton de minério.
- Malha de Liberação: 06 mesh
- Produtos: concentrado grosseiro de jigs  
concentrado fino de mesas vibratórias

##### Elementos de Cálculos

- Concentração de jigs = 61,73% dos produtos obtidos
- Recuperação experimental da instalação = 89%
- Teor dos rejeitos = 71 gr/ton

##### Cálculos

- a) Determinação das frações de peso para cada tonelada de alimentação temos:

1 ton de alimentação 89% recuperação recuperados  
574,94 gr de concentração.

Produtos de jigs + produtos de mesas = 574,94 (recuperado)

$$P_j + P_m = 574,94 \text{ gr}$$

$$P_j \cong 61,73 \times \text{total recuperado}$$

$$P_j \cong 0,6173 \times 574,94 = 354,91 \text{ gr} = 0,03549\% \text{ da alimentação unitária.}$$

Produtos das mesas:

$$P_m \cong 38,27 \times \text{total recuperado} - P_m = 0,3827 \times 574,94 \\ = 220,03 \text{ gr} - P_m = 0,022\% \text{ da alim. unitária.}$$

Rejeitos:

$$R = 646 - 574,94 = 71,06 \text{ gr} = 0,071\% \text{ da alim. unitária.}$$

Teores:

de alimentação:  $T_a = 0,0646\%$  ou 646/ton de alim.

de produtos:

os teores dos concentrados dos jigs e mesas vibratórias são considerados aproximadamente 100%, pois nos experimentos foram pesados após bateação.

Logo:  $T_j = t_m = 100\%$

Do rejeito:

Teor dos rejeitos:  $T_r = 0,0071\%$  ou 71 gr/ton

#### BALANÇO DE MASSA POR TONELADAS UNITÁRIA DE ALIMENTAÇÃO

Produtos	Peso $p_i\%$	Teor ( $t_i$ )%	$P_i \times T_i$	Distri
Alim. Efetiva	-	0,0646%	-	-
PJ. Prod. de Jigs	0,03549	100	3,549	54,955%
Pm-Prod. das mesa	0,02200	100	2,200	34,066%
Rejeito final	99,9425	0,0071	0,790	10,987%
Alim. Recalculada	100	0,0645	6,458	100

Resultados obtidos:

- Da distribuição:

Recuperação da instalação = recuperação dos jigs + recuperação das mesas.

Recuperação =  $54,955 + 34,066 = 89,021\%$

Recuperação = 89,021%

Recuperação relativa dos jigs:

$R_j = \frac{54,955\% \times 100}{89,021\%} = 61,732\% \quad - \quad R_j = 61,732\%$

Recuperação relativa das mesas vibratórias:

$$R_m = \frac{34,006 \times 100}{89,021} = 38,267\%$$

Alimentação recalculada:

$$Ar = \frac{\sum_{i=1}^n 1 P_i T_i}{\sum_{i=1} P_i} = \frac{6,458}{100} = 0,0645\%$$

#### 4.6. Balanço de Energia

Para cálculo do balanço da energia aplicada ao circuito, consideramos a fórmula seguinte:

$$\text{Energia} = \frac{\text{Potência do motor (hp)} \times 0,5}{1,3 \times \text{capacidade}} = (c) \text{ - Kw.h/ton}$$

a) Para a britagem temos instalados 60 hp com uma capacidade de (c) de 20 ton/h.

$$E = \frac{60 \times 0,5}{1,36 \times 20} = E = 1,10 \text{ kw.h/ton}$$

b) Para o alimentador de gaveta a potência do motor é de 5 hp, c = 20 ton/h

$$E = \frac{5 \times 0,5}{1,36 \times 20} = E = 0,09 \text{ kwh/ton}$$

c) Para transportador de correia

Potência do motor = 3 hp

c = 20 ton/h

$$E = \frac{3 \times 0,5}{1,36 \times 20} = E = 0,06 \text{ kw/ton}$$

d) Para a peneira vibratória

Potência do motor = 5 hp

c = 20 ton/h

$$E = \frac{5 \times 0,5}{1,36 \times 20} = E = 0,09 \text{ kw.h/ton}$$

e) Para o moinho de barras

Potência do motor = 30 hp

C = 3 ton/h

$$E = \frac{30 \times 0,5}{1,36 \times 3} \quad E = 3,68 \text{ kw.h/ton}$$

f) Para o jig da descarga do moinho

Potência do motor = 3 hp

C = 3 ton/h

$$E = \frac{3 \times 0,5}{1,36 \times 3} \quad E = 0,37 \text{ kw.h/ton}$$

g) Jigs de oversized da peneira

Jig 1 = p<sub>motor</sub> = 2 hp

C = 1 ton/h

$$E = \frac{2 \times 0,5}{1,36 \times 1} = 0,37 \text{ kw.h/ton}$$

Jig 2 = p<sub>motor</sub> = 2 hp

C = 1 ton/h

$$E = \frac{2 \times 0,5}{1,36 \times 2}$$

Jig 3 = p<sub>motor</sub> = 1 hp

C = 1 ton/h

$$E = 0,37 \text{ kw.h/ton}$$

h) Circuitos de mesas (mesas I, II, III, IV e V)

Obs: Nas cinco (5) mesas a potência do motor é a mesma, como também a capacidade.

Mesa - I

B p<sub>motor</sub> = 5 hp

C = 6 ton/h

$$E = \frac{5 \times 0,5}{1,36 \times 6} \quad - \quad E = 0,306 \text{ kw.h/ton}$$

$$E \text{ total} = 0,306 \times 5 = 1,53 \text{ kw.h/ton}$$

i) Bombas de retorno de lama (I, II e III)

$$p_{\text{motor}} = 5 \text{ hp}$$

$$C = 5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$C = 10 \text{ ton/h}$$

$$E = \frac{5 \times 0,5}{1,36 \times 10}$$

$$E = 0,18 \text{ kw.h/ton}$$

$$E = 0,18 \times 3 \quad - \quad E = 0,54 \text{ kw.h/ton}$$

j) Bomba de recirculação d'água

$$p_{\text{motor}} = 20 \text{ hp}$$

$$C = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$C = 40 \text{ ton/h}$$

$$E = \frac{20 \times 0,5}{1,36 \times 40}$$

$$E = 0,183 \text{ kw.h"ton}$$

Considerando que concentramos 5 ton/h no circuito, temos o seguinte consumo diário:

$$E_t = \Sigma E_m = E_t = 8,753 \text{ kwh/ton}$$

O que significa um consumo diário de 8,753 kwh/ton para a planta de beneficiamento, quando estão operando todos os equipamentos.

## 5. Manual de Operação e Controle de Qualidade

Manual de Operação - a alimentação de energia é feita através de transformador de 225 kva, ligado a dois quadros de comando que operam independente um do outro, sendo um quadro para a central de britagem, concentração e moagem, com a seguinte ordem de entrada:

Central de Britagem - alimentador vibratório - britador primário, correia transportadora do fluxograma, peneira vibratória, rebritador cônico, correia transportadora, fechado o circuito de britagem e finalmente correia transportadora.

Concentração - alimentador de gaveta - correia transportadora N° 9, peneira vibratória, jig N° 12, jig N° 13, jig N° 14 de moinhos de barras e bomba N° 15; bomba N° 16, tanque N° 17, tanque N° 18, classificador, mesa N° 20, mesa N° 21, mesa N° 22, mesa N° 23, mesa N° 24, bomba N° 25, bomba de retorno N° 26, tanque N° 27, tanque N° 28, Allen Cone; tanque de sedimentação, bomba de recirculação N° 31.

Obs: A manutenção corresponde ao fluxograma do circuito.

Controle de Qualidade - tomamos como base as amostras realizadas nos vários pegmatíticos pela determinação dos teores de alimentação, em função dos resultados obtidos nos orientamos através de um controle visual do "RUN OF MINE", seguida de bateamento da amostra devidamente pesada onde obtemos um determinado concentrado e análise químicas para determinação do percentual dos metálicos contidos, com seus respectivos teores de estanho (cassiterita) tântalo, nióbio e titânio. Para que isto aconteça há uma orientação na lavra, a fim de podermos obter um teor uniforme de alimentação do "RUN OF MINE". Tomando por base a recuperação da usina e alimentação diária projetando a produção mensal do concentrado.

## 5.1. Método de Análise

### - CASSITERITA -

- Método para determinação de estanho na forma  $\text{SnO}_2$ .
- Pesar 0,2500 g da amostra e passar para um cadinho de níquel.
- Adicionar uma espatulada de peróxido de sódio, homogeneizar, fundir em bico de "bunsen".
- Num becker com 100 ml de  $\text{H}_2\text{O}$ , colocá-lo, adicionar HCl conc. até que não ocorra mais reação.
- Transferir para um Erlenmayer de 500 ml o conteúdo do Becker.
- Juntar com pastilhas de níquel,  $\approx 9,0000$  gr.
- Adicionar 30 ml de HCl conc., ferver por 45 minutos, a temperatura constante.
- Retira, coloca num becker contendo solução saturada de bicarbonato de sódio.
- Quando frio, adicionar 10 ml de solução de amido.
- Titular com iodato de potássio 0,1 N
- Reações:  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SnO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$



- A titulação é feita em atmosfera de  $\text{CO}_2$  evitando a oxidação de  $\text{SnCl}_2$ , pelo ar.
- O indicador é a solução de amido; uma coloração violeta indica o final da reação devido o excesso de iodo, sobre a solução de amido.
- Reação:  $\text{SnCl}_2 + \text{I}_2 + \underline{\underline{2}} \text{HCl} \longrightarrow \underline{\underline{2}} \text{SnCl}_2 + \underline{\underline{2}} \text{HI}$

Cálculos: (determinação da cassiterita em %)

$$\% \text{SnO}_2 = 3,014 \times V(\text{ml}) \text{ gastos na titulação com } \text{KIO}_3 \text{ (Iodato de potássio).}$$

### - TANTALITA -

- Pesar 0,5000 g da amostra a 200 mesh, transferir para um copo de polipropileno de 400 ml e umedecer com gotas d'água.

- Juntar:

25 ml de ácido clorídrico concentrado.

21,5 ml de ácido fluorídrico concentrado.

03 gotas de ácido nítrico concentrado.

- Cobrir o copo com uma folha de plástico e prendê-la com um elástico.

- Aquecer em banho-maria durante 6 horas.

- Deixar esfriar, retirar a folha de plástico, lavá-la e completar com água até 100 ml.

- Filtrar em papel SS - fita azul, utilizando funil, copo e policial de polipropileno.

- Cálculos (determinação da tantalita)

Peso do precipitado x 200 =  $Ta_2O_5\%$

## 5.2. Ensaaios e usos da cassiterita e tantalito

### Ensaaios da Cassiterita

Não é fusível. Produz glóbulo de estanho com aurêo la de óxido de estanho branco, quando o mineral finamente pulverizado é fundido sobre o carvão vegetal com a mistura redutora insolúvel. Quando se colocam fragmentos de cassiterita em ácido clorídrico diluído, juntamente com um pouco de zinco metálico, a superfície da cassiterita se reduz, e o espécime fica revestido por um depósito cinzento-fosco de estanho metálico que se torna brilhante, ao ser esfregado.

A cassiterita é o principal minério de estanho. O uso principal do estanho é na fabricação de folha de flandres e latas para acondicionamento de alimentos. Usa-se também o estanho com o chumbo, nas soldas; no metal Habitt, com antimônio e cobre, e no bronze e metal dos sinos.

### Ensaaios da Tantalita

Funde-se com o borax; a pérola dissolve-se em ácido clorídrico; a solução aquecida com estanho adquire cor azul (tantalita). Fundida com carbonato de sódio, sobre carvão vegetal, produz massa magnética.

### Uso

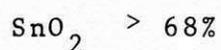
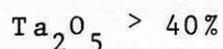
Antigamente usava-se tântalo, na fabricação de filamentos das lâmpadas elétricas incandescentes. Dada a

sua resistência a ação corrosiva dos ácidos, o tântalo é usado para fabricação de equipamentos químicos; em cirurgia, para placas e suturas do crânio, e também em alguns aços para ferramentas e tubos eletrônicos.

### 5.3. Sistema de Comercialização

#### Preços

Mercado externo, cotação nas bolsas de Londres e Nova Iorque, para o minério com as seguintes especificações:



Em valor comercial no mercado externo o preço está cotado entre \$ 18 - 20 lb peso, sujeito a taxa de exportação e do IUM.

Mercado Interno, o ponto do metal contido varia de Cz\$ 2,00 a 2,50, dependendo da qualidade do minério com essas especificações referido acima, um quilograma está no valor de Cz\$ 75,00 (setenta e cinco cruzados) a cassiterita e Cz\$ 105,00 o preço da tântalita.

#### Qualidade

Esta varia de acordo com área trabalhada. Onde estamos desenvolvendo os trabalhos, o minério apresenta as seguintes qualidades de acordo com análise química realizada.

#### Alto da Maravilha

Tantalita com bom teor de tântalo e Nióbio e teor de  $\text{SnO}_2$  regular, caracterizando com um minério com especificação dentro dos padrões de mercado, apenas com pequeno problema no  $\text{SnO}_2$  (estanho) contido.

Percentuais do Concentrado

- 35% de tantalita com teor médio em torno de 45%
- 60% de cassiterita com teor médio de  $\text{SnO}_2$  em torno de 75%
- 5% de impurezas (perca de eletro-ima)

## C O N C L U S Ã O

Durante o período de aperfeiçoamento, na Usina de beneficiamento de minérios pegmatíticos, o nosso objetivo principal, foi observar todo funcionamento em etapas desde a britagem até a obtenção do rejeito final.

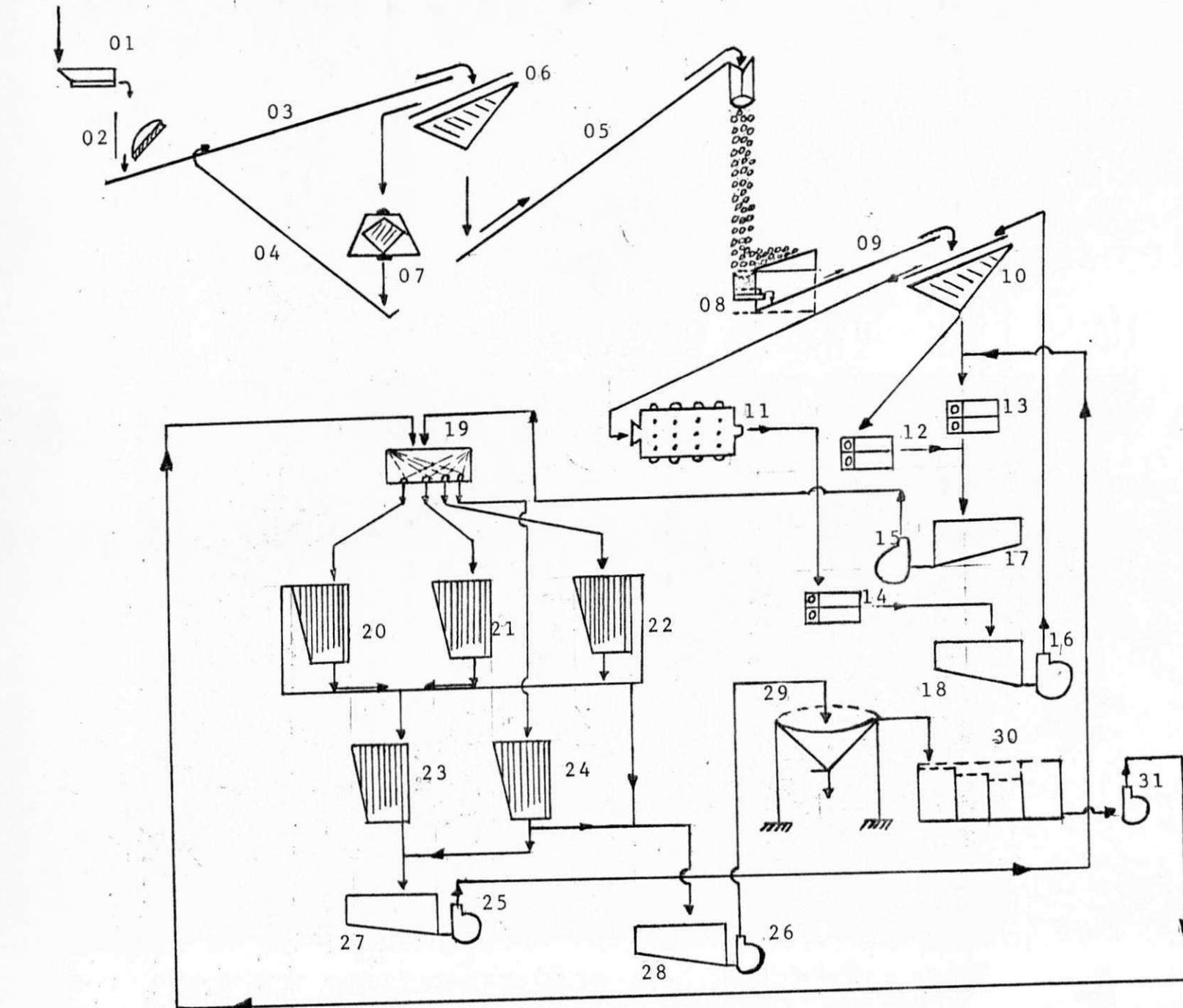
Efetuamos experiências com objetivo de obtermos uma produção de concentrado com menos impurezas, para isto, se fez necessário a eliminação de um jig do circuito contínuo, ficando o mesmo, apenas para limpeza dos concentrados de mesa jig. Com este procedimento, foi possível, a obtenção de concentrado mais puros no que se refere aos expurgos ferromagnesianos; além de eliminarmos estas impurezas, conseguimos uma melhor recuperação do processo, aumentando desta forma a produção dos concentrados de tantalita e cassiterita, somente foi possível chegarmos a este resultado, após a realização de vários testes no circuito, mas o que apresentou melhores condições foi o anteriormente citado.

B I B L I O G R A F I A

- Dana - Hurbt - Manual de Mineralogia
- Alsedo Leprevost - Minerais para a Industria
- Willy walter Hartke - (1978) - Geologia e Metalogia
- Cândida, V.V. (1945) - Relatório "Petrografia dos Pegmatitos"
- Wiley Handbook Serles - Mining Engineers' Hand Book
- Brian H. Mason - Princípios de Geoquímica

RUN OF MINE

FLUXOGRAMA



01. Alimentador Vibratórios
02. Britador Primário
03. Correia Transportadora
04. Correia Transportadora
05. Correia Transportadora
06. Peneira Vibratória
07. Rebritador Cônicos
08. Alimentador de Gaveta
09. Correia Transportadora
10. Peneira Vibratória
11. Moimho de Barras
12. JIG
13. JIG
14. JIG
15. Bomba
16. Bomba
17. Tanque
18. Tanque
19. Classificador Hidráulico
20. Mesa Vibratória
21. Mesa Vibratória
22. Mesa Vibratória
23. Mesa Vibratória
24. Mesa Vibratória
25. Bomba
26. Bomba
27. Tanque
28. Tanque
29. Allen Cone
30. Tanque de Sedimentação
31. Bomba de Recirculação