

## **CONCENTRAÇÃO GRAVÍTICA DE REJEITO DE PEGMATITO UTILIZANDO CONCENTRADOR SB-40**

M.M. Veras

Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET-RN  
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN  
[moacirveras@yahoo.com.br](mailto:moacirveras@yahoo.com.br)  
Bolsista CNPq / DTI-E1

E.P. Santos

Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET-RN  
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN  
[everton.pedroza@gmail.com](mailto:everton.pedroza@gmail.com)  
Bolsista CNPq / ITI-A

J.Y.P. Leite

Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET-RN  
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN  
[leite@cefetrn.br](mailto:leite@cefetrn.br)

R.F. de S. Lima

Centro de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Geologia – UFRN  
Campus Universitário, S/N, Lagoa Nova CEP 59.072-970 Natal-RN

### **RESUMO**

Os pegmatitos da Província Pegmatítica da Borborema são ricos em tantalita-columbita, cassiterita, espodumênio, entre outros minerais de minério. Estes minerais são concentrados utilizando processos gravíticos com altos índices de perdas de finos. O presente trabalho apresenta resultados de concentração gravítica utilizando um concentrador centrífugo Falcon SB-40. A amostra é oriunda de rejeito de jigagem de Planta da Mineração Pedra Preta, localizada no Município de Juazeirinho – PB. Com os rejeitos foi determinada a distribuição granulométrica e a composição química, bem com foram realizados ensaios de processo com o concentrador Falcon SB-40, tendo em vista determinar parâmetros para a otimização do número de G submetidos às partículas e a pressão de água. Os resultados de eficiência de separação estão baseados em análises semi-quantitativas usando espectrômetro de fluorescência de raios X.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rejeitos de pegmatitos; minerais densos; concentração gravítica; concentrador centrífugo.

## 1. INTRODUÇÃO

Os pegmatitos são rochas ígneas de grãos muito grosseiros, constituindo em geral corpos tabulares compostos por feldspatos, micas e quartzo, originados de soluções residuais aquosas enriquecidas em silício e metais raros, provenientes do processo de resfriamento de rochas ígneas, em particular graníticas (Luz *et al.*, 2003).

A exploração de pegmatitos no Município de Juazeirinho, Estado da Paraíba, têm sido desenvolvida de forma rudimentar, com finalidade de extrair basicamente tantalita / columbita, berilo, turmalina, cassiterita, espodumênio, feldspatos e caulim, dentre outros.

A amostra para a realização deste trabalho foi coletada na Mina Velha (Mineração Pedra Preta), localizada a 5 km do centro do município de Juazeirinho – PB, conforme é mostrado na Figura 1. Esta área está inserida na região da Província Pegmatítica da Borborema (PB), como pode ser visualizado na Figura 2. Os pegmatitos encontram-se encaixados em rochas do Grupo Seridó, de idade neoproterozóica,

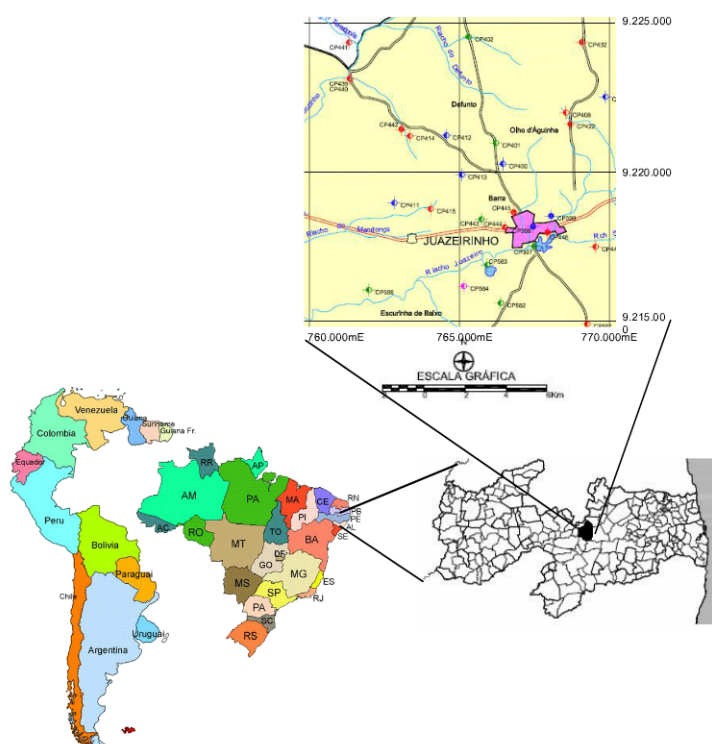


Figura 1 - Localização do município de Juazeirinho - PB (CPRM, 2005).

A concentração gravítica foi o primeiro método aplicado para a concentração mineral, e disponibilizado na literatura através do livro De Re Metallica (Agrícola, 1556). A Ex-União Soviética e a China foram pioneiros na construção dos equipamentos de concentração gravítica, os quais são similares em funcionamento ao design do concentrador Knelson, concebido duas décadas depois. Posteriormente, os canadenses desenvolveram o concentrador centrífugo Falcon (Luz *et al.*, 2004).

Trabalho realizado por Leite e Freitas (2001) com a concentração de ouro Estudos comparativos entre o concentrador centrífugo Knelson e Falcon foram realizados por Leite e Freitas (2001), que constataram uma melhor eficiência devido a sua associação entre a intensidade da força gravitacional centrífuga, número de G, que em média é cinco vezes maior que o Knelson.

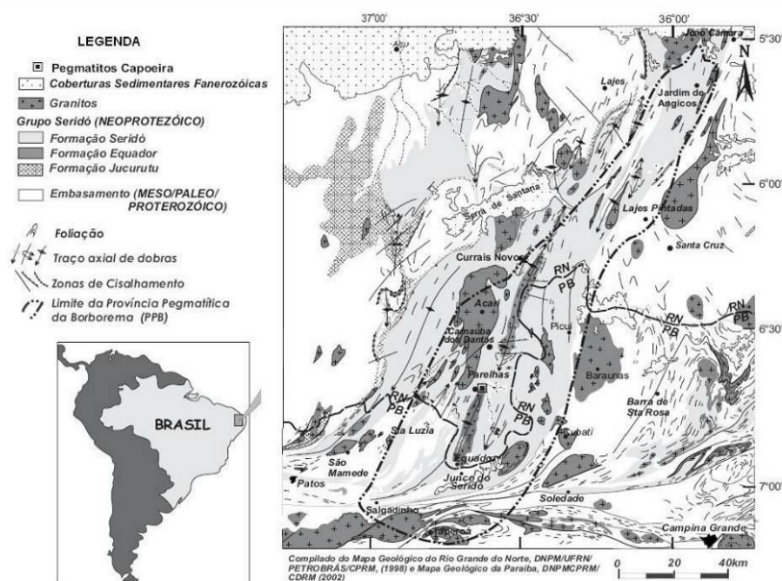


Figura 2 - Localização da Província Pegmatítica da Borborema (Soares *et al.*, 2002).

O concentrador centrífugo Falcon B40 é composto de um cone que gira a velocidades próximas de 450rpm, gerando uma intensidade do campo gravítica de até 300 G. Este concentrador consegue separar e recuperar partículas pesadas finas e ultrafinas realizando uma concentração eficiente para faixas granulométricas entre 1,651 e 0,020mm (Carrisso e Chaves, 2002).

Assim, a utilização de equipamentos de concentração centrífuga para a recuperação da fração fina dos minerais densos dos rejeitos de pegmatito poderá ser alternativa econômica para a reprocessamento destes rejeitos. A sua aplicação deve estar condicionada a trabalhos de caracterização tecnológica, tendo em vista determinar as condições ótimas para a sua aplicação e preposição de layout específico para o problema em questão.

Este trabalho é parte do projeto de Desenvolvimento em Rede do Arranjo Produtivo em Pegmatitos RN /PB financiado pela FINEP/CNPq, com apoio dos Ministérios da Ciência e Tecnologia (MCT) e de Minas e Energia (MME), e desenvolvido pelas Instituições CEFET-RN, CETEM, UFCG, UFPB e UFRN, dentre outras. Este trabalho objetiva a investigação de alternativas tecnológicas para a valorização dos rejeitos oriundos do beneficiamento de pegmatitos da planta de jigagem da mineradora Mina Velha no município de Juazeirinho-PB.

## 2. METODOLOGIA

A amostragem foi realizada em diversos pontos das pilhas de rejeitos da planta de beneficiamento da Mineração Mina Velha, na área de descarte da planta da mina. O local de disposição dos rejeitos é mostrado na figura 3. A amostra para a realização dos ensaios foi coletada nesta área de forma aleatória, tendo sido gerada uma massa de 200 kg.

A figura 4 mostra o fluxograma utilizado para o desenvolvimento deste trabalho. A homogeneização e quarteamento das amostras foram realizadas usando o método de tronco de pirâmide para as amostras de grandes volumes e massas, enquanto que para aquelas de pequeno volume e massa usou-se o método cônico. As amostras foram submetidas à moagem em moinho de martelos, tendo em vista a malha da peneira de 2,5 mm (16#), que limita a granulometria no concentrador SB-40, bem como a liberação dos minerais densos. Foram também geradas alíquotas para caracterização e realização de ensaios de concentração gravítica usando concentrador centrífugo. O equipamento utilizado para os ensaios de processo, visando a determinação de rotas tecnológicas para recuperação de finos, foi o modelo SB-40 da marca FALCON, o qual é apresentado na figura 5.

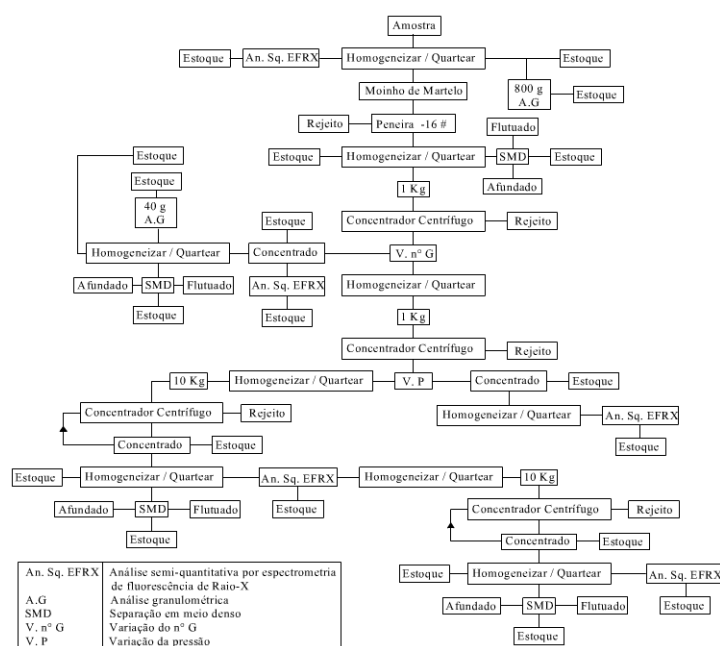




Figura 5 - Concentrador centrífugo Falcon, modelo SB-40. Esquerda: concentrador e seus periféricos. Direita: detalhe do cesto.

As análises químicas semi-quantitativas foram realizadas no Laboratório de Geoquímica do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com espectrômetro de fluorescência de raios X (EFRX), marca Philips, modelo PW 2400-00, equipado com tubo de Rh, mostrado na Figura 6. As análises semi-quantitativas foram realizadas com o uso do Software SemiQ, tendo sido as amostras submetidas ao equipamento pulverizadas em malha de menor do que 100# (Mesh). O pó foi acondicionado em porta-amostra adequado ao EFRX, em recipiente de polietileno revestido internamente com película de polipropileno, conforme apresenta a Figura 7.

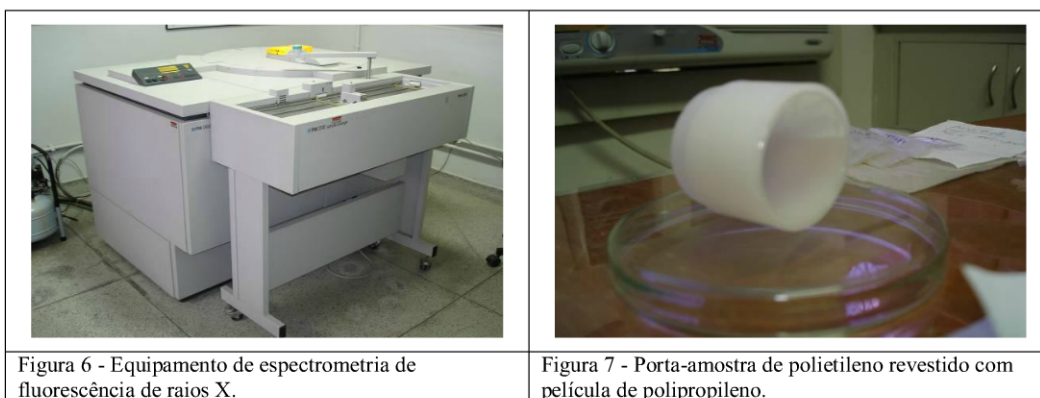


Figura 6 - Equipamento de espectrometria de fluorescência de raios X.

Figura 7 - Porta-amostra de polietileno revestido com película de polipropileno.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 8 apresenta a distribuição granulométrica da alimentação e produtos de ensaios de concentração gravítica utilizando o concentrador SB-40 para as faixas de variação da força centrífuga entre 60-300G.

A região dos concentrados demarcada na figura 8 com uma elipse mostra que as partículas finas estão sendo concentradas pelo equipamento. A observação do concentrado em lupa mostra que esta fração é constituída predominantemente de partículas minerais densas.

A figura 9 apresenta resultados da recuperação de minerais pesados em ensaios nos quais houve variação da força centrífuga entre 60-300G resultando em uma recuperação mássica média de 10%.

Trabalho de caracterização mineralógica e de liberação dos minerais tantalita-columbita e espodumênio nos rejeitos de pegmatito da mesma região deste trabalho mostram que a liberação (95%) ocorre em faixa a partir de 150 malhas, correspondente a 105 micrômetros (Silva et al, 2006).

O concentrador SB-40 tem como variáveis de processo a força centrífuga e a pressão. Com o objetivo de analisar a recuperação dos minerais densos com o concentrador SB-40 foram efetuados ensaio de processos para otimizar a força



centrífuga, seguidos da separação em meio denso (bromofórmio,  $d = 2,83$ ) do concentrado. Os resultados estão mostrados na figura 9.

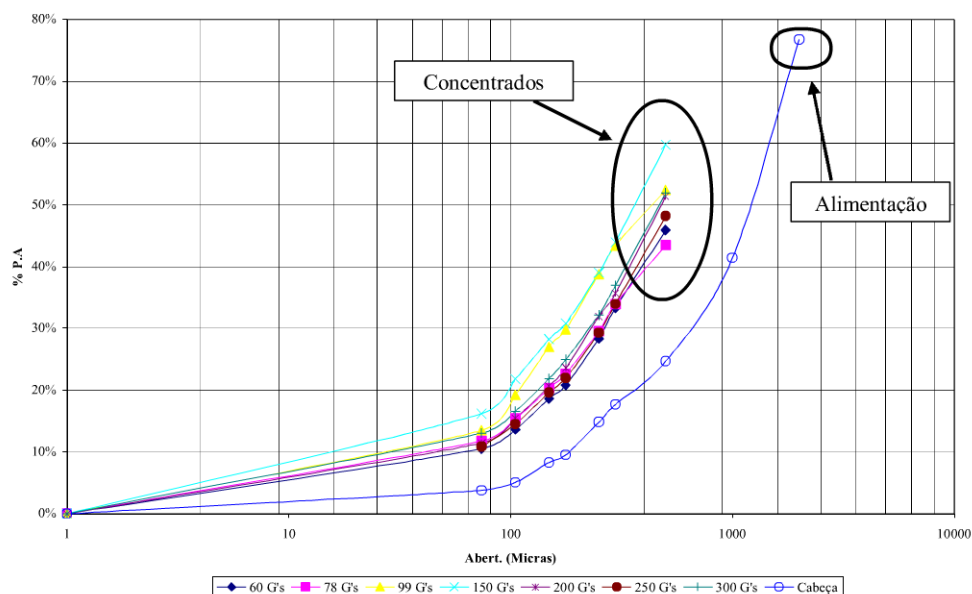


Figura 8 - Distribuição granulométrica das partículas do rejeito e dos produtos de ensaios de concentração com o concentrador centrífugo SB-40.

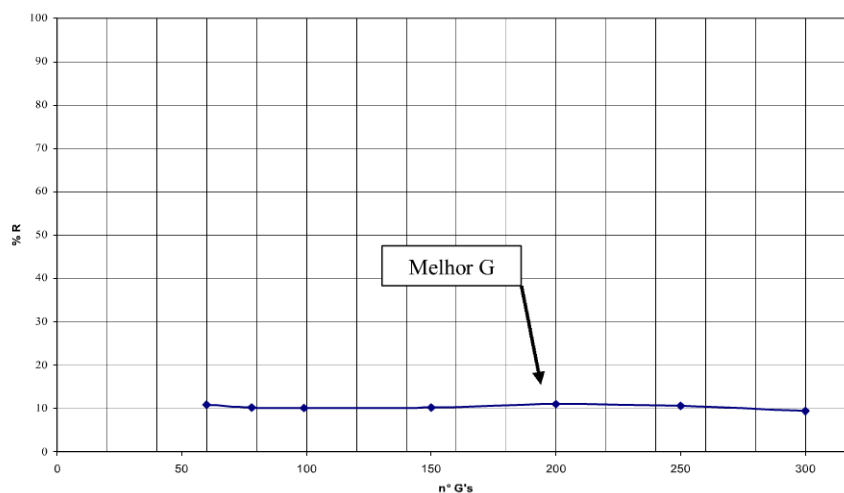


Figura 9 - Recuperação de minerais densos variando o número de G.

Com base nestes resultados conclui-se que o concentrador centrífugo apresenta recuperação de minerais densos em aproximadamente 10% para este rejeito, considerando que a variável em questão foi otimizada em 200 G. Ensaios para determinação da melhor pressão foram realizados, sendo os resultados apresentados na figura 10.

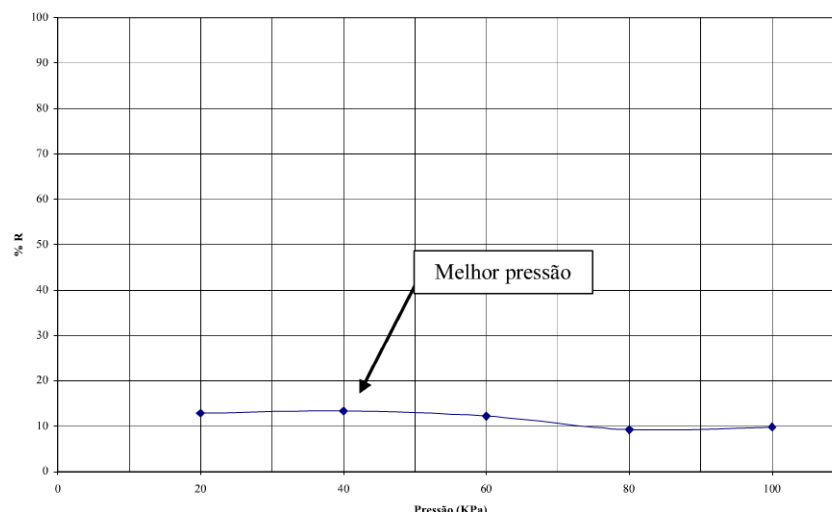


Figura 10 - Recuperação dos minerais densos variando a pressão e com frequência constante.

A figura 10 mostra que a melhor pressão para o primeiro estágio é 40 kPa, apesar dos resultados aproximados obtidos na faixa de pressão estudada. Os ensaios de processo levam a uma redução da massa alimentada em 92,4%. Foi realizado um conjunto de ensaios com o objetivo de gerar massa suficiente para simular um segundo estágio de processo.

Os resultados otimizados de número de G e pressão para os dois estágios representaram uma recuperação de minerais densos da ordem 63%. A tabela I evidencia esta discussão e mostra resultados de análise química semi-quantitativa para um segundo estágio usando 99G.

Tabela I. Resultados de ensaio do EFRX apresentando a concentração dos elementos em porcentagem por amostra.

EL/A%	Cabeça	300 G	250 G	200 G	150 G	99 G	78 G	60 G	120 KPa	100 KPa	80 KPa	60 KPa	40 KPa	2XC.C.1	1XC.C.2	2XC.C.2
Al	2,178	2,059	1,972	2,136	2,145	2,041	2,139	2,094	2,148	2,08	2,114	2,114	2,152	2,199	1,769	2,313
As	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Tr	n.d.	Tr
Ca	0,293	0,309	0,298	0,31	0,302	0,295	0,301	0,296	0,255	0,322	0,362	0,298	0,3	0,568	0,358	0,412
Cd	n.d.	Tr	Tr	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Tr	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fe	0,677	1,025	0,97	0,906	1,197	1,128	1,166	0,97	0,96	0,976	1,127	1,048	1,046	3,069	0,908	2,106
I	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	*	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
K	1,736	1,742	1,701	1,903	2,048	1,422	1,707	1,672	1,446	1,599	1,699	1,535	1,812	0,938	1,228	1,385
Mn	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,214	n.d.	0,141
Na	0,024	0,02	0,02	0,038	0,021	0,023	0,017	Tr	Tr	0,02	0,026	Tr	Tr	0,057	0,015	Tr
O	11,129	11,384	11,38	11,67	11,99	11,66	11,92	11,89	11,387	11,94	11,676	11,132	11,97	15,72	11,865	14,1507
P	0,092	0,105	0,108	0,099	0,102	0,1	0,103	0,094	0,092	0,124	0,125	0,12	0,099	0,271	0,164	0,198
Pb	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Tr	n.d.	Tr
Pd	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
Rb	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
Si	7,287	7,451	7,544	7,665	7,803	7,738	7,821	7,925	7,502	7,941	7,591	7,208	7,888	10,178	8,152	9,48
Sn	Tr	0,627	0,655	0,611	0,891	1,234	0,977	1	0,96	0,823	0,813	0,574	0,759	<b>10,756</b>	0,955	<b>6,279</b>
Ta	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Tr	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<b>0,681</b>	n.d.	<b>0,287</b>
Te	n.d.	Tr	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ti	n.d.	0,049	0,049	0,056	0,063	0,07	0,052	0,047	0,053	0,061	0,062	0,052	0,052	0,466	0,037	0,209
Zn	0,033	0,03	0,025	0,031	Tr	Tr	0,28	0,03	Tr	Tr	0,03	0,022	0,027	0,92	Tr	0,066

Legenda: Cabeça: amostra do rejeito bruto; 2XC.C.1: amostra concentrada com 200G e 40kPa no SB-40 duas vezes; 1XC.C.1: amostra concentrada com 99G e 60kPa no SB-40 uma vez; 2XC.C.2: amostra concentrada com 99G e 60kPa no SB-40 duas vezes.

Observando a tabela I no que se refere aos elementos químicos presentes associados aos minerais densos, nota-se que os melhores resultados para 200G foi inferior a 99G para 60 kPa. No entanto essa relação se altera quando a pressão é alterada para 40 kPa. Esses resultados podem ser visualizados na figura 11.

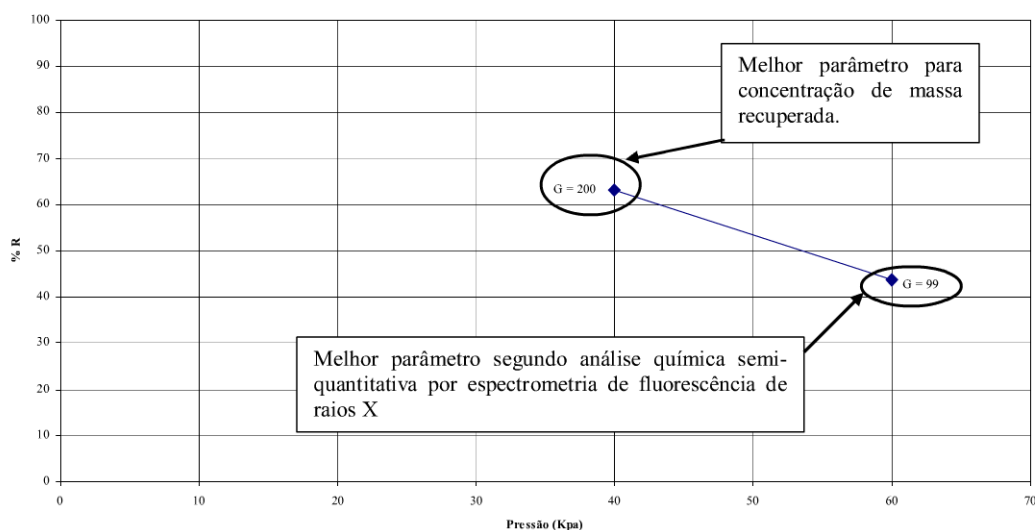


Figura 11 - Recuperação dos minerais densos variando a pressão e com frequência constante.

Estes resultados são importantes e mostram que o uso de concentradores centrífugos ~~deve~~ pode ser efetuado para realizar desbaste e produzir um pré-concentrado para ~~ser~~ posterior enriquecimento, utilizando outro equipamento ou método de concentração.

A metodologia de análises químicas semi-quantitativas por espectrometria de fluorescência de raios X utilizada neste trabalho, em função da rapidez da análise e realização das medidas com a amostra na forma de pó, sem necessidade da confecção de pastilhas, mostra-se uma ferramenta importante em estudos exploratórios, pela agilização no fornecimento de resultados. No entanto, para fins de balanço de massas, são necessárias análises químicas quantitativas, a serem realizadas em etapa posterior.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com este trabalho mostram que a o concentrador centrífugo utilizado tem grande potencial para a concentração de minerais densos em amplas faixas granulométricas, os quais podem viabilizar a recuperação de finos de rejeitos produzidos pelas plantas de concentração gravítica utilizadas na Província Pegmatítica da Borborema.

No tratamento dos rejeitos de planta de jigagem da Mina Velha, observa-se que em dois estágios de concentração há uma recuperação de 63% dos minerais densos com regulagens de 200G e pressão de 40 kPa no concentrador centrífugo SB-40.

Em particular, os concentradores centrífugos mostraram-se adequados para a pré-concentração, a qual deve ser seguida pelo uso de equipamentos de enriquecimento, os quais podem ser de concentração gravítica ou de outro método dependendo das características tecnológicas identificadas nas etapas preliminares de caracterização.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agricola, G.; **De Re Metallica**. Dover publication, Inc. New York, 1950.

Carriso, R.C.C. e Chaves, A.P.; **Mecanismos atuantes na concentração gravítica e principais equipamentos utilizados na concentração centrífuga**. Série Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, v.79, 2002.

Leite, J.Y.P. e Freitas, F.; **Concentração de minério de ouro da Fazenda Pedra Preta-PB utilizando concentrador centrífugo**. VI SHMMT/XVIII ENTMH, Rio de Janeiro/Brasil, pp. 95-98, 2001.



Luz, A.B. da., Lins, F.A.L., Piquet, B., Costa, M.J. e Coelho, J.M.; **Pegmatitos do nordeste: diagnóstico sobre o aproveitamento racional e integrado**. Rochas e Minérios Industriais, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, v.9, 2003.

Luz, A.B. da., Sampaio, J.A. e Almeida, S.L.M. de; **Tratamento de minério**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, ed.4, 2004.

Silva, J.P., Martins, R.A. e Leite, J.Y.P.; **Caracterização mineralógica de rejeito pegmatítico de Juazeirinho/PB**. I Congresso de Pesquisa e Inovação Tecnológica da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Natal-RN, 2006.

Soares, D.R., Beurlen, H. e Ferreira, A.C.M.; **Evolução composicional das turmalinas do pegmatito capoeira 2, província pegmatítica da borborema, NE do brasil**. Estudo Geológico, v. 14, pp. 31-43, 2004.  
Disponível em: [http://www.ufpe.br/geologia/estudos\\_geologicos/v14-trab3.pdf](http://www.ufpe.br/geologia/estudos_geologicos/v14-trab3.pdf), acessado em: 15/07/2006.