

CARACTERIZAÇÃO DE PRÉ-CONCENTRADO DO REJEITO DE SCHEELITA DA MINA BREJUÍ EM CONCENTRADOR CENTRÍFUGO

Maria Luiza da Silva Godeiro,

Bolsista PIBITI/CNPq – Laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos-IFRN
Av. Senador Salgado Filho, 1559, Morro Branco, CEP: 59.000-000, Natal-RN
malu.sg88@hotmail.com

Jadilson Pinheiro Borges Júnior,

Bolsista PIBITI/CNPq – Laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos-IFRN
Av. Senador Salgado Filho, 1559, Morro Branco, CEP: 59.000-000, Natal-RN
jadilsonborges@hotmail.com

Bruno Rodrigo Borges Fernandes,

PPGEMinas – Dep. de Eng. de Minas - UFPE e Lab. Processamento Mineral -
Instituto Federal do RN, Bolsista DTI-III do CNPq – Projeto FINEP - Fortalecimento da
Estrutura de Apoio à Pesquisa para o APL Mineral RN
brunorodrigoborges@hotmail.com

José Yvan Pereira Leite,

Prof. Laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos – IFRN
Av. Senador Salgado Filho, 1559, Morro Branco, CEP: 59.000-000, Natal-RN
leite@cefetrn.br

RESUMO

Com o intuito de estudar alternativas de aproveitamento de scheelita contida nos rejeitos oriundos dos processos de beneficiamento de forma otimizada, torna-se necessária a caracterização desse material obtido da Mina Brejuí em Currais Novos/RN, que foi pré-concentrado em concentrador FALCON SB- 40. O resultado da análise por DRX indica que associado ao rejeito de scheelita tem-se a calcita, quartzo, albita, anortita e biotita. As análises de FRX revelam um aumento do percentual de WO_3 no pré-concentrado e altos teores de CaO e SiO_2 , indicando uma grande concentração de calcita e quartzo. Em relação ao tamanho de partícula, o rejeito apresenta predominância de partículas finas. A identificação e quantificação das fases minerais bem como a classificação e análise de sua composição gera informações relevantes aos processamentos minero-metalúrgicos e abre alternativas para o aproveitamento do mineral de interesse.

PALAVRAS-CHAVE: Scheelita, Rejeito, Caracterização, Concentrador centrífugo.

CHARACTERIZATION OF SCHEELITE PRE-CONCENTRATED OF MINE TAILINGS IN CENTRIFUGAL CONCENTRATOR

ABSTRACT

In order to study optimal alternatives of use for tailings containing scheelite from beneficiation process, characterization was conducted with tailings from Mina Brejuí located at Currais Novos/RN. The tailings were pre-concentrated at Falcon – SB40 centrifugal concentrator. The results of the analyses show that tailing presents calcite, quartz, albite, anorthit and biotite. The XRF show that the percentage of WO_3 increases after pre-concentration, although high contents of CaO and SiO_2 , indicating the presence of calcite and

quartz. Regarding the particle size in tailings predominate fine particles. The identification and quantification of mineral phases and classification and analysis of their composition generate relevant informations to mining and metallurgical process, opening up alternatives for exploitation of interest minerals.

KEYWORDS: Scheelite, tailing, characterization, centrifugal concentrator.

CARACTERIZAÇÃO DE PRÉ-CONCENTRADO DO REJEITO DE SCHEELITA DA MINA BREJUÍ EM CONCENTRADOR CENTRÍFUGO

INTRODUÇÃO

No Brasil, a scheelita é encontrada principalmente no Nordeste, tendo como destaque os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, constituindo a Província scheelitífera do Seridó, e em menor proporção, no Ceará.

A Mina Brejuí, localizada no município de Currais Novos/RN é considerada a maior mina de scheelita da América do Sul, a qual iniciou a exploração de suas atividades em 1943, data da descoberta do minério no município.

O nome scheelita foi dado em homenagem ao descobridor do tungstênio, Honors Karl Wilhelm Scheele, esse mineral pertence à classe dos tungstatos e especificamente é um tungstato de cálcio com composição: CaWO_4 (CaO 19,4 % e WO_3 80,6 %), onde usualmente o molibdênio está presente substituindo parcialmente o tungstênio. (DANA, 1974).

A Scheelita constitui uma importante fonte de Tungstênio (W), um mineral metálico não ferroso que apresenta alta densidade e o mais alto ponto de fusão, superior a 4.500 °C e boa condutividade elétrica.

No Brasil, os dois principais minerais fontes de tungstênio economicamente importantes, são a scheelita e a wolframita. (LIMAVERDE, 1979).

Tungstênio tem peso específico igual ao do ouro, $19,3\text{g/cm}^3$. Com relação a dureza, só é menos duro que o diamante. (PAULO, 1989).

Os usos principais do tungstênio se baseiam na grande resistência mecânica que possui mesmo em altas temperaturas. Ao vermelho vivo, a resistência ainda é mantida. De todos os metais, o tungstênio é que apresenta maior resistência mecânica à temperaturas acima de 1650° C. Além disso, ele é também resistente à corrosão, é bom condutor térmico e elétrico tem um coeficiente de expansão térmica baixo. (BARBOSA, 1973).

Nas plantas de processamento próximas às minas, o minério de scheelita é cominuído e tratado por concentração gravítica, uma vez que grande parte dos minerais da ganga tem densidade inferior a da scheelita. Os equipamentos de concentração utilizados são jigues e mesas vibratórias que apresentam boa eficiência em faixas granulométricas acima de 200 mesh Tyler. Os finos de scheelita gerados no processo, não são recuperáveis nesses processos gravimétricos com eficiência, o que resulta em rejeitos de baixos teores. (PAULO, 1989).

LEITE; ARAÚJO e SANTOS (2007) analisaram as plantas de beneficiamento das minerações Brejuí, Bodó e Barra Verde, onde constaram que os parâmetros operacionais dos equipamentos de beneficiamento não são otimizados, gerando uma grande perda da scheelita para as pilhas de rejeito.

Estudam-se alternativas de aproveitamento da scheelita contida nos rejeitos e para que isso ocorra de forma eficiente e eficaz é imprescindível a caracterização do mineral.

A caracterização mineralógica determina e quantifica toda a assembléia mineralógica, define quais são os minerais de interesse e de ganga, bem como quantifica a distribuição dos elementos úteis entre os minerais de minério, se mais de um. Além disso, estuda as texturas

da rocha, definindo o tamanho da partícula necessário para a libertação do mineral de interesse dos minerais de ganga, e ainda define diversas propriedades físicas e químicas destes minerais, gerando informações potencialmente úteis na definição das rotas de processamento. (LUZ, et.al 2004).

Diante do exposto, tem-se por objetivo a caracterização de uma amostra do rejeito proveniente do beneficiamento de scheelita obtida da Mineração Tomaz Salustino – Mina Brejuí, que foi pré-concentrado em concentrador centrífugo modelo FALCON-SB 40. A relevância desse estudo visa à identificação e quantificação das fases minerais bem como a classificação e análise de sua composição gerando informações relevantes aos processamentos minero-metalúrgicos e abrindo alternativas para o aproveitamento do mineral de interesse.

METODOLOGIA

A amostra estudada é de um rejeito proveniente do processo de beneficiamento de scheelita da Mina Brejuí, a amostra coletada foi homogeneizada/quarteada e em seguida foram feitos os ensaios no concentrador centrífugo. Para efetiva caracterização foi feita a preparação da amostra seguida das análises de: difração de raio-x do rejeito de alimentação; fluorescência de raio-x do rejeito de alimentação e do pré-concentrado. Neste último também foi feita a análise granulométrica e FRX por faixa. A preparação e análises foram realizadas no Laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Natal Central.

A figura 1 apresenta o fluxograma com as etapas realizadas no estudo em questão.

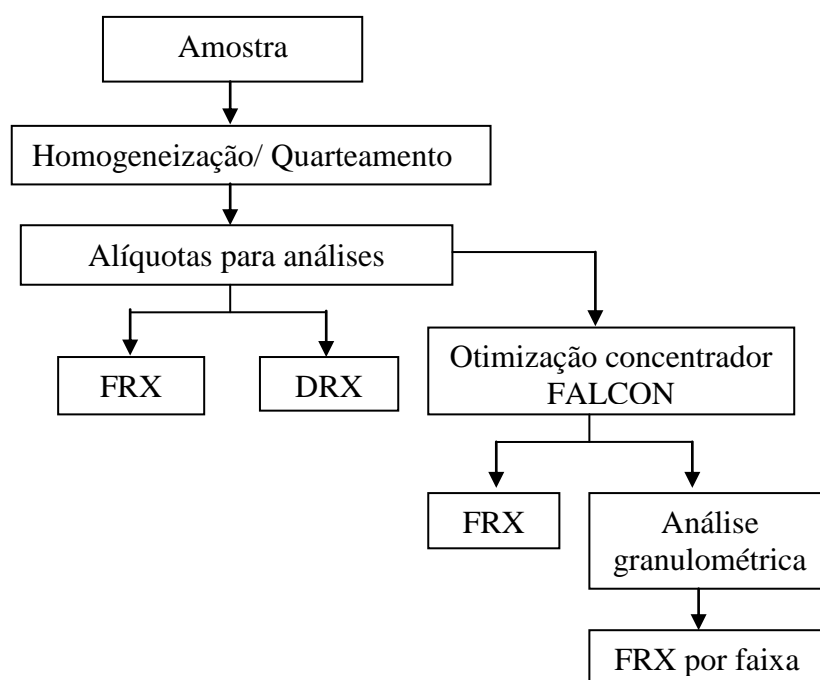


Figura I - Fluxograma com as etapas realizadas no estudo.

A quantidade de rejeito das pilhas é de aproximadamente 814.080 toneladas da pilha menor e 2.296.320 toneladas da pilha maior, durante o tempo de operação até a sua paralisação, estima-se que tenham sido processados entre 5.000.000 e 5.500.000 toneladas de minério e que o descarte de rejeito fino possa corresponder a um valor entre 1.000.000 e 1.500.000 toneladas. (CARVALHO et al, 2002).

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA

A preparação da amostra é imprescindível para não comprometer os resultados da pesquisa.

O rejeito total foi homogeneizado usando-se lona quadrada e pá para o completo revolvimento do material e quarteado até que a massa se reduzisse a aproximadamente 15 kg. O método de homogeneização utilizado foi à pilha na forma de tronco de cone e o método de quarteamento utilizado foi o de pilhas cônicas.

Desta massa foram feitas novas homogeneizações mediante construção e transferência de pequenas pilhas para obtenção de 15 amostras representativas com 1 kg cada para posterior pré-concentração.

Foi feita uma classificação do rejeito para um tamanho inferior a 60 mesh.

A pré-concentração foi feita com a utilização de um concentrador centrífugo tipo Falcon- SB 40. No procedimento a massa foi depositada no equipamento com o auxílio de uma fonte de água, fazendo com que ela entrasse em forma de polpa, a amostra concentrada ficava presa entre os anéis do cone onde era retirado com água, em seguida depositada em recipientes de alumínio e colocada em estufa com temperatura de 110° C por um período de 24 h para a retirada da umidade, finalizado esse processo a amostra tinha sua massa determinada e preparada para a realização das análises. O rejeito dos ensaios de concentração eram descartados na parte inferior do equipamento e depositados em uma caixa d'água.

ANÁLISE QUÍMICA

O método utilizado para a determinação da composição química foi através do espectrofotômetro por fluorescência de raio-x, a partir da amostra coletada e da gerada no processo de pré-concentração. Foram tomadas amostras representativas de 5 g cada devidamente pulverizada conforme exigido para a realização da análise química.

Para as análises no material pré-concentrado foram feitas cinco amostras representativas para obtenção da quantidade média de metais presentes na forma de óxidos. Sendo utilizado o equipamento EDX-720 shimadzu.

ANÁLISE MINERALÓGICA

Antes de submeter à amostra a análise esta foi devidamente homogeneizada, peneirada e sua granulometria reduzida a um tamanho de partícula inferior a 200 mesh e separada amostra representativa.

Na difração de raios-x, para a identificação e quantificação das fases minerais são aplicados métodos computacionais de simulação de difratogramas. O equipamento utilizado foi o XDR.7000 shimadzu.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica por peneiramento realizada na amostra foi feita de forma manual e a úmido dada à grande tendência à agregação das partículas finas. Foram utilizadas peneiras sobrepostas de malhas: 60, 80, 100, 150, 200, 250, 325 e 400 mesh. A massa utilizada foi correspondente a 558 g. Seguida de análise química da amostra representativa equivalente a cada fração.

Ao final do ensaio foram removidos todas as frações retidas nas peneiras e, em recipientes apropriados, foram levados a estufa à uma temperatura de 110 °C para perda de umidade. Por último foi realizada a pesagem de cada fração, para o cálculo da distribuição granulométrica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE QUÍMICA

A análise química permite detectar os diferentes elementos químicos presentes no material e em determinadas circunstâncias permite quantificá-los; detecta elementos químicos presentes em concentrações muito reduzidas.

A representatividade em termos percentuais dos elementos presentes na amostra de alimentação do concentrador centrífuga é mostrada na tabela I.

Tabela I – Caracterização química do rejeito de alimentação para concentração centrífuga

Análise química (fluorescência) Rejeito de alimentação	
	Média final
CaO	50,27%
SiO₂	25,9%
Fe₂O₃	7,47%
Al₂O₃	9,57%
K₂O	1,77%
TiO₂	0,62%
WO₃	0,11%
Outros	4,3%

Os resultados a partir da amostra de rejeito pré-concentrado de scheelita são apresentados na tabela II.

Tabela II - Caracterização química do pré-concentrado do rejeito de scheelita

Análise química (fluorescência) pré-concentrado						
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Média final
CaO	36,62%	36,86%	36,15%	36,21%	35,42%	36,25%
SiO₂	42,14%	42,33%	42,61%	42,56%	42,82%	42,49%
Fe₂O₃	6,83%	6,69%	6,70%	6,75%	6,50%	6,69%
Al₂O₃	11,06%	10,78%	11,07%	11,06%	12,11%	11,22%
K₂O	1,62%	1,61%	1,68%	1,58%	1,58%	1,61%
TiO₂	0,59%	0,58%	0,60%	0,57%	0,50%	0,57%
MnO	0,42%	0,44%	0,41%	0,43%	0,40%	0,42%
WO₃	0,32%	0,34%	0,35%	0,38%	0,31%	0,34%
Outros						0,40%

A caracterização química das amostras do pré concentrado do rejeito mostra que os principais óxidos presentes são CaO (em média 36,252%) e SiO₂ (em média 42,492%), o que corresponde a mais de 75 % do total dos compostos apresentados, indicando que os minerais mais importantes em quantidade devem ser a calcita e o quartzo.

Os resultados demonstram que as amostras de rejeito apresentam principalmente o mineral calcita.

O composto de grande importância, o trióxido de tungstênio – WO_3 apresentou uma porcentagem muito baixa, resultado esse esperado visto que o material é oriundo de rejeito do processo de beneficiamento da scheelita.

Interpolando os dados da tabela I e II, pode-se confirmar um aumento percentual de WO_3 expressivo após a pré-concentração.

As demais concentrações dos elementos químicos presentes em concentrações muito reduzidas estão relacionadas com a proveniência dos minerais.

ANÁLISE POR DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

A figura II representa os resultados obtidos a partir da análise do rejeito de alimentação por DRX.

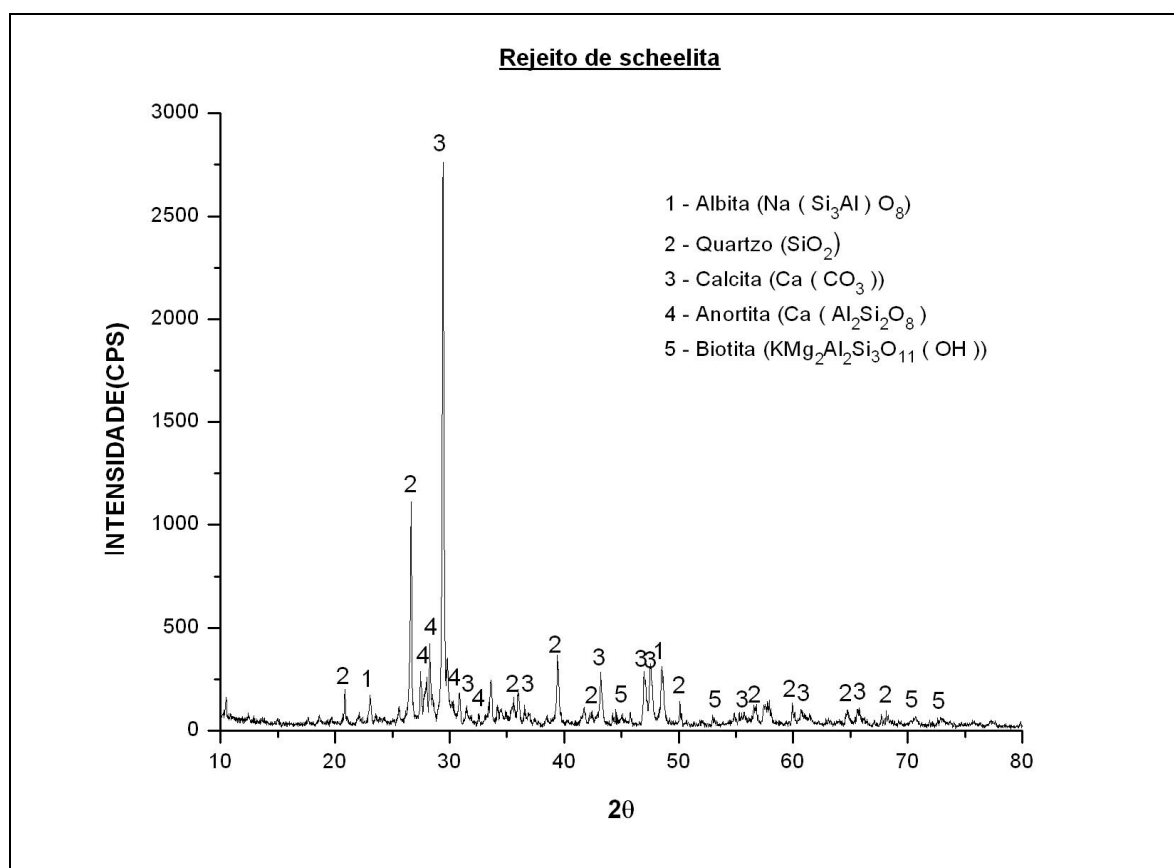


Figura II- Caracterização mineralógica do rejeito através da difração de raios-X

Como a cada composto cristalino corresponde um padrão de difração diferente e característico, como se vê a propósito da calcita e do quartzo, é possível fazer-se a identificação de um composto cristalino comparando o seu difratograma com os difratogramas de referência disponíveis na literatura. Considera-se que o composto está identificado quando o seu padrão de difração, definido pelo conjunto de picos, coincide com um dos padrões de difração do conjunto de referência.

Através desse resultado foi observado a predominância da calcita e do quartzo, maiores picos respectivamente e secundariamente picos da albita, anortita e biotita.

A análise pode complicar-se, pois podem ocorrer sobreposições de alguns picos de diferentes constituintes. Nesta situação torna-se particularmente difícil a identificação dos componentes minoritários. No entanto, quando a identificação dos compostos cristalinos não coloca qualquer dúvida, é possível estimar-se a proporção em que os mesmos estão presentes numa amostra.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Análise Granulométrica dos solos é o processo que visa definir, para determinadas faixas pré-estabelecidas de tamanho de grãos, a percentagem em peso que cada fração possui em relação à massa total da amostra em análise.

Após pesados as massas retidas em cada fração, foi obtido os dados apresentados na tabela III.

Tabela III - Distribuição granulométrica

Abertura (μm)	Peso (g)	Porcentagens		
		Retida	Acumulada	Passante
180	81,67	15,28	15,28	84,71
150	37,63	7,04	22,32	77,67
104	135,27	25,31	47,64	52,35
74	100,94	18,89	66,53	33,46
63	7,23	1,35	67,88	32,11
45	86,88	16,25	84,14	15,85
37	25,19	4,71	88,86	11,14
-37*	59,53	11,14	100,00	0,00
TOTAL	534,39	100	-	-

*Material passante na peneira de $37\mu\text{m}$ (400 mesh).

A distribuição granulométrica do pré-concentrado é apresentada na forma de gráfico na figura II, onde relaciona o passante acumulado com a abertura das peneiras (μm).

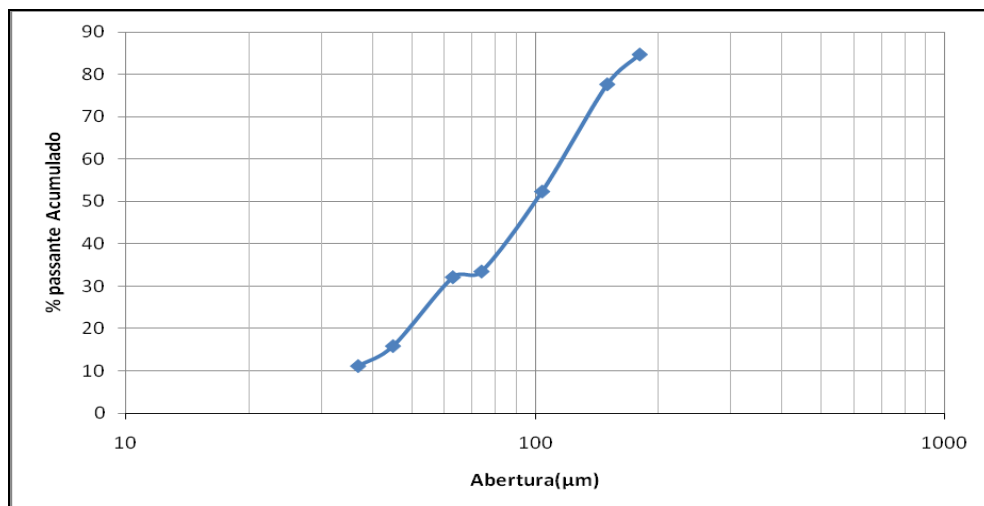


Figura II - Representação gráfica referente à distribuição granulométrica do pré-concentrado do rejeito de scheelita.

De acordo com o gráfico apresentado, mais de 50% da amostra é inferior a 104 μm , o que caracteriza-a como um material fino.

A tabela IV, nos mostra a composição química e sua representatividade em cada fração.

Tabela IV- composição química dos elementos presentes em cada fração.

Análise química pré-concentrado por faixa								
	-60#	-80#	-100#	-150#	-200#	-250#	-325#	-400#
	+ 80#	+ 100#	+ 150#	+ 200#	+ 250#	+ 325#	+ 400#	
CaO	35,34%	44,63%	44,32%	48,24%	47,72%	33,15%	36,69%	31,94%
SiO₂	44,25%	34,65%	33,56%	29,76%	31,94%	45,32%	39,86%	38,61%
Fe₂O₃	5,62%	7,41%	8,40%	8,81%	7,64%	4,98%	5,10%	6,76%
Al₂O₃	10,74%	7,66%	7,84%	7,50%	8,63%	14,12%	15,42%	19,09%
K₂O	2,09%	1,74%	1,61%	1,28%	0,89%	0,87%	0,87%	1,00%
TiO₂	0,43%	0,50%	0,62%	0,68%	0,79%	0,51%	0,53%	0,60%
MnO	0,37%	0,51%	0,53%	0,59%	0,56%	0,29%	0,35%	0,34%
WO₃	0%	0%	0,08%	0,27%	0,25%	0,40%	0,73%	0,94%
Outros								1,30%

Nesta tabela estão apresentadas a distribuição dos constituintes do pré-concentrado do rejeito em diversas faixas de tamanho. Nas faixas de tamanho superiores a 100 mesh não foi detectado a presença de WO₃, mas nas frações inferiores observa-se um aumento gradativo com a redução da granulometria, demonstrando a não eficiência dos equipamentos utilizados no processamento dos finos de scheelita.

CONCLUSÃO

Os métodos empregados nestes ensaios são alguns dos métodos laboratoriais a que se tem recorrido no âmbito do estudo e caracterização, sendo normalmente empregados diversos métodos para completa caracterização dos materiais, o que facilita a interpretação dos resultados experimentais e conferem maior suporte às conclusões obtidas.

Os resultados da análise por DRX indicam que associado ao rejeito de scheelita tem-se os seguintes minerais: calcita, quartzo, albita, anortita e bionita. As análises de FRX revelam altos teores de CaO e SiO₂, indicando uma grande concentração de calcita e quartzo e o aumento percentual de WO₃ encontrado na pré-concentração em comparação ao encontrado no rejeito de alimentação.

O rejeito apresenta predominância de partículas finas, apresentando maiores teores de WO₃ nas frações menores, demonstrando que os equipamentos de concentração utilizados não apresentam boa eficiência no processamento de partículas finas do minério,

A partir desta caracterização do rejeito de scheelita é possível desenvolver alternativas para o aproveitamento do WO_3 a partir de processos físico-químicos, como por exemplo, rota hidrometalúrgica.

REFERÊNCIAS

1. BARBOSA, F.L.M – **Perfil Analítico do Tungstênio**. Ministério das Minas e Energia, DNPM, Rio de Janeiro, 1973.
2. CARVALHO, E. B., LIMA, R. F. S., PETTA, R. A., PAULO, J. B. A., SOUZA, L. C. **Caracterização de Rejeitos Provenientes da Usina de Beneficiamento do Minério da Mina Brejuí/RN**. XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Recife, 2002, vol. 1, p.75.
3. DANA, J. D. **Manual de Mineralogia**. Livros técnicos e científicos editora, vol. 2, Rio de Janeiro, 1974, p. 421-422.
4. LEITE, J. Y. P., ARAÚJO, F. S. D., SANTOS, E. P. **Análise das Plantas de Concentração de Scheelita no Estado do RN**. II Jornada Nacional da Produção Científica em Educação Profissional e Tecnológica, São Luís, 2007, p.5.
5. LIMAVERDE, J. A. **O Setor Mineral do Nordeste**. Série Estudos Econômicos e Sociais, vol. 8, Fortaleza, 1979, p. 103-104.
6. LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, Salvador L. M. **Tratamento de Minérios**. 4ª edição. Rio de Janeiro:CETEM/MCT, 2004.
7. PAULO, J. B. A. **Lixiviação alcalina de scheelita a partir de rejeitos industriais**. Belo Horizonte:UFMG, 1989. 1 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, curso de pós graduação de engenharia metalúrgica e de minas, Minas Gerais, 1989.