

Beneficiamento do Pegmatito da Região Borborema-Seridó para a Utilização em Restaurações Dentárias

Renata Nigri de Almeida

Bolsista de Iniciação Científica, Eng. Química, UFRJ

Carla Napoli Barbato

Co-orientadora, Eng. Química

João Alves Sampaio

Orientador, Eng. De Minas, D. Sc.

Resumo

Com a finalidade de obter um feldspato puro, para a produção de uma vidro-cerâmica feldspática reforçada com leucita, é realizado um estudo de caracterização e beneficiamento do pegmatito oriundo da região Borborema-Seridó. Inicialmente, o material de estudo foi britado e moído, para em seguida ser realizada a homogeneização em pilha triangular na qual foram retiradas amostras para a realização de análises: granulométrica, química, mineralógica e ensaio de beneficiamento. Os resultados das análises química e mineralógica indicam a presença de quartzo, moscovita, albita, microclínio e minerais portadores de ferro, o que torna necessário o uso de um processo de beneficiamento, flotação, para um produto de feldspato que possa ser utilizado em restaurações dentárias.

1. Introdução

Vidro-cerâmica são materiais constituídos por grãos finos e policristalinos envolvidos por uma matriz vítrea (Gorman & Hill, 2003). A principal matéria-prima utilizada na produção de uma vidro-cerâmica reforçada com leucita é o feldspato que pode ser encontrado em pegmatitos.

Os pegmatitos são rochas de composição basicamente granítica (quartzo-feldspático-mica), de granulação geralmente grossa, muitas vezes exibindo cristais gigantes, encaixados em estruturas lineares desenvolvidas em terrenos metamórficos, geralmente de idade pré-Cambriana, como veios ou lentes, de forma e tamanho variados. Os pegmatitos graníticos constituem a maior fonte, em termos mundiais, de alguns metais raros, particularmente tântalo, além de representarem importantes depósitos de berílio, estanho, lítio, mica, gemas coradas, feldspatos, caulim e quartzo (Luz *et al.*, 2003).

O principal processo de beneficiamento do pegmatito é a flotação, que proporciona a separação em escala industrial dos minerais: feldspato, quartzo e mica com descarte das impurezas como os minerais de ferro.

Basicamente, os minerais de quartzo, feldspato, mica e, também, caulim são os constituintes mais importantes dos pegmatitos da região Borborema- Seridó. A Figura 1 ilustra a ocorrência desses minerais com exceção do caulim.

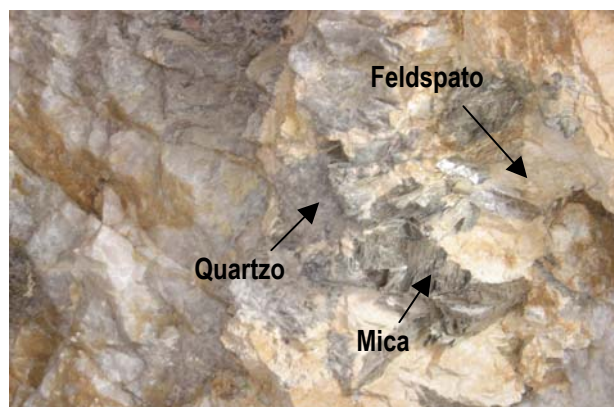


Figura 1. Foto do pegmatito da região Borborema-Seridó

A mica é o nome dado a um grupo de minerais de silicato de potássio hidratado com diferenças em suas composições químicas e propriedades físicas. A moscovita é o mais importante comercialmente, praticamente incolor e transparente, sendo resistente ao ataque químico e ao choque térmico. É utilizada como isolante térmico e elétrico e, quando moída, é empregada na fabricação de tintas de proteção contra a ferrugem (Hecht, 1997).

O caulim é uma argila, normalmente de cor branca, formada por um mineral de granulometria finíssima denominada caulinita. Devido à baixa reatividade química, alvura, e maciez, tem larga utilização, como por exemplo, nas indústrias de papel, têxteis, cosméticos, borracha, porcelanas e veículo para inseticidas (Alves, 2006).

O quartzo é o mais abundante mineral da Terra, sendo composto de óxido de silício. Apresenta-se sob forma maciça ou em cristais, possui estrutura cristalina trigonal, pertencendo ao grupo dos tectosilicatos, e se apresenta em numerosas variedades. É utilizado na indústria eletrônica e ótica (Luz *et al.*, 2003).

O feldspato é um grupo de silicatos de alumínio combinados com sódio, potássio, cálcio e, eventualmente, bário. Os principais minerais são: ortoclásio/microclínio ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$), albita ($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) e anortita ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). Seu aspecto ótico e suas cores decorrem da existência de grandes volumes vazios em sua estrutura, o que permite vários elementos se alojarem nestes. Como geralmente a cor de cada feldspato numa mesma rocha é constante, este é um bom critério para indicação do tipo do mineral presente. Os potássicos (ortoclásios) costumam ser róseos e os cálcicos ou sódicos (plagioclásios) brancos. Uma característica importante são as suas clivagens. Nos potássicos, elas são muito boas em duas direções a 90° , já nos sódicos e cálcicos, elas são pouco inclinadas. Sua sensibilidade aos agentes intempéricos também deve ser destacada. Ele se decompõe em argilas (caulinitas) o que faz, nas regiões tropicais, que sua jazidas sejam cobertas de material de alteração (Moraes & Hecht, 1997). A função dos feldspatos no corpo cerâmico é a de promover a fusão a uma temperatura mais baixa. É utilizado principalmente na manufatura de porcelana, indústria de vidro, na fabricação de esmaltes, azulejos, papel, entre outros.

O objetivo deste trabalho é caracterizar e beneficiar o pegmatito da região Borborema-Seridó, na qual será utilizado o processo de flotação para obter um concentrado de feldspato com características adequadas ao uso

desse produto para a obtenção de uma vidro-cerâmica feldspática reforçada com leucita utilizada em restaurações dentárias.

2. Materiais e Métodos

2.1) Preparação da Amostra

Inicialmente, foram coletadas amostras da rocha para análise petrográfica. Na etapa seguinte procedeu-se a cominuição da amostra (243,15 kg), com auxílio de um britador de mandíbula (abertura de 80x12,7 mm), cujo produto da britagem foi rebritado em um britador de rolos, operando em circuito fechado com uma peneira de abertura de 2,38 mm (8 #). No estágio posterior, realizou-se a homogeneização da amostra global em pilha triangular e retirada amostras de 20 kg. Para realizar os ensaios em laboratório, foi feita uma nova pilha de homogeneização com uma massa de 20 kg, obtendo alíquotas de 1,0 kg. Na Figura 2, consta o fluxograma da etapa de preparação da amostra para o processo de beneficiamento do minério.

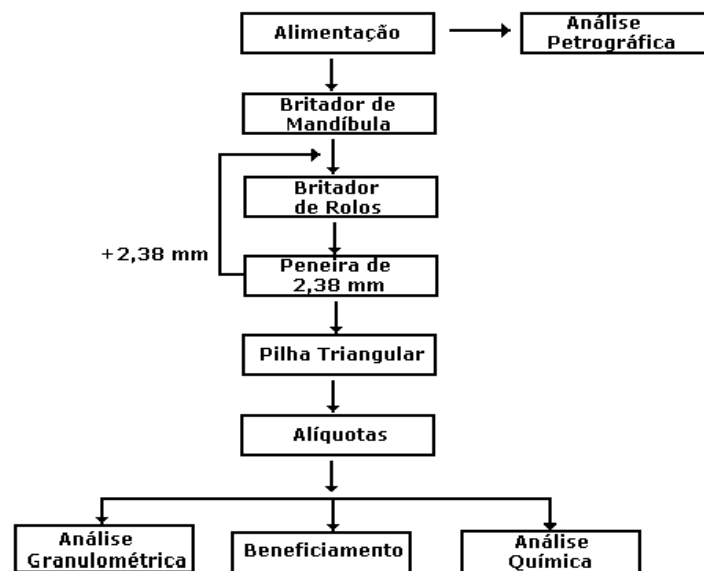


Figura 2. Fluxograma da preparação das amostras de pegmatitos da região Boroborema-Seridó.

2.2) Caracterização da Amostra

As etapas utilizadas para caracterizar a amostra foram: análise granulométrica, análise química por difração de raios-X e fluorescência de raios-X e por último a determinação do grau de liberação.

Análise Granulométrica

Primeiramente, foi feita a dispersão de 1,0 kg da amostra média (ROM) em uma polpa com 50% de sólidos. Em seguida, procedeu-se a classificação da amostra com a peneira de abertura de 0,037 mm (400 #) para remover a fração abaixo desta granulometria. A fração fina foi filtrada, secada e pesada. A secagem foi feita em estufa, cuja temperatura não excedeu a 150°C, evitando-se a perda de massa dos materiais orgânicos existentes. O

procedimento análogo foi feito com a fração acima de 37 μm , usando a série Tyler $\sqrt{2}$, desde a abertura de 1,2 mm até 0,037 mm.

Fluorescência de Raios-X

Para determinar os teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O e K_2O , foi realizada a análise de fluorescência de raios-X em cada fração da análise granulométrica e da amostra média (ROM). A análise química foi obtida por uma varredura semi-quantitativa no modelo S-4 Explorer da *Bruker-axs* do Brasil equipada com tubo de sódio. As amostras foram moídas na granulometria abaixo de 0,074 mm (400 #) e fundida com tetraborato de lítio na temperatura de 1.100 °C na proporção 1:6 amostra/fundente.

Difração de Raios-X

As fases mineralógicas de cada fração granulométrica foram determinadas em um difratômetro da marca *Bruker-AXS D5005*, radiação $\text{Co K}\alpha$ (35kV/40mA); 2θ por passo com tempo de contagem de 1 s por passo e coletado de 5 a 80° 2θ . A interpretação qualitativa de espectro foi efetuada por comparação com padrões contidos no banco de dados PDF02 (ICDD, 1996) em software *Bruker DiffracPlus*.

Grau de Liberação

O grau de liberação das partículas de quartzo, mica e feldspatos foram determinados utilizando uma lupa binocular da marca Zeiss do fabricante Carl Zeiss do Brasil S.A e pela análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) equipado com sistema de microanálise por dispersão de energia (EDS), marca Leica, mod.S440.

2.3) Curva de Moagem

Para determinar o tempo necessário à cominuição da amostra média (ROM) até a granulometria de 0,295 mm (48 #) e 0,208 mm (65 #) foram realizados ensaios de moagem em moinho de barras de laboratório (300 mm X 165 mm), na qual foram utilizadas 10 barras de diâmetro de 20 mm, 1 kg de minério e 1 L de água, variando-se apenas o tempo de moagem, cujos resultados foram plotados em um gráfico.

3. Resultados e Discussões

3.1) Preparação da Amostra

Da amostra total apenas 1,3% ficou retida na peneira com abertura de 2,38 mm (8 #). O material retido é formado por 31,80% (em peso) de mica e 68,40% (em peso) de quartzo e de feldspato.

3.2) Caracterização da Amostra

A análise dos resultados da análise de difração de raios-X das frações obtidas na classificação granulométrica revelou, em todas as frações, a ocorrência dos minerais de quartzo, albita e microclínio. Já a ocorrência da moscovita só foi constatada em uma quantidade significativa nas frações de 14 #, 200 # e 270 #.

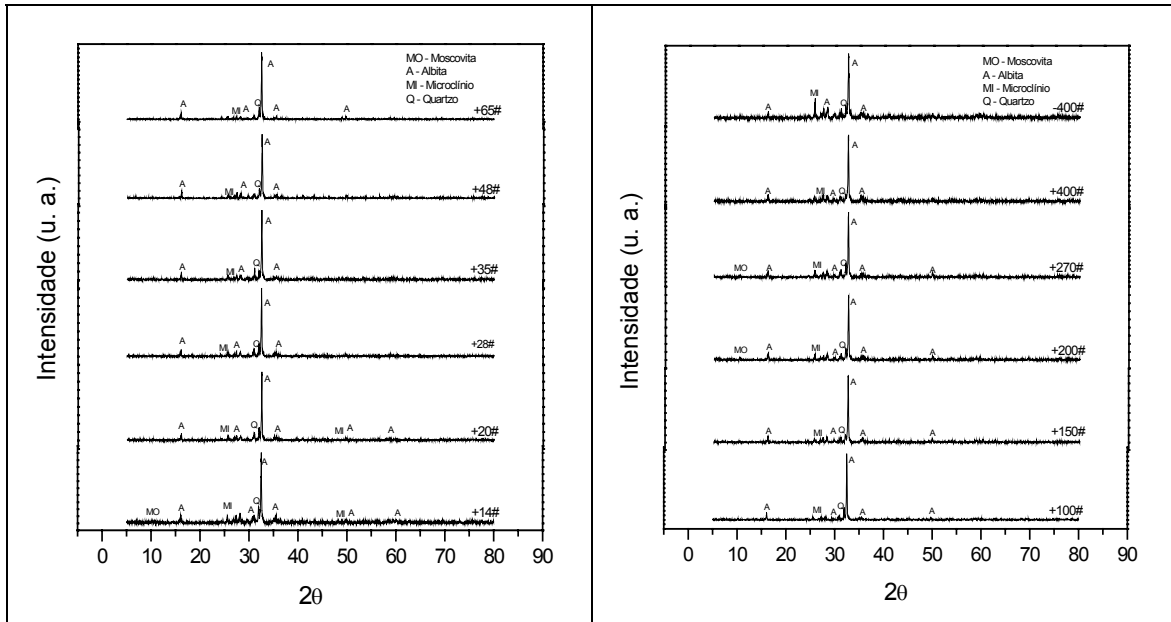


Figura 3. Difração de raios-X das frações da análise granulométrica.

A Tabela 1 indica os teores e a distribuição metalúrgica por fração granulométrica de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O e K_2O nas frações e na amostra média.

Com base nos resultados da análise química por difração de raios-X e por fluorescência de raios-X, pode-se concluir que o feldspato contido no pegmatito da região Borborema-Seridó é um feldspato sódico.

A ocorrência de ferro pode estar associada a possíveis contaminações durante a etapa de britagem e moagem da amostra, pois quando as partículas escuras nas frações foram observadas na lupa binocular, estas possuíam um aspecto fibroso, o que pode ser limalha de ferro. Para comprovar esse fato está sendo realizado a análise de difração de raios-X dessas partículas escuras.

A observação das frações na lupa binocular e a análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Figura 4) indicam que as partículas de quartzo, mica e feldspato encontram-se com um grau de liberação superior a 80% na fração de 0,295 mm (48 #) e 0,208 mm (65 #). Esse dado será objeto do estudo de moagem posterior.

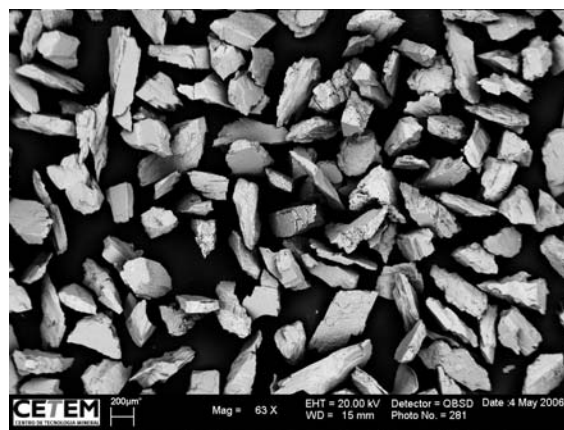


Figura 4. Microscopia eletrônica de varredura da fração de 48 #.

Tabela 1. Teores e distribuições de vários óxidos relativos às frações e da amostra média.

Abertura (#)	% retida	Teores (%)					Distribuição (%)				
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
8	2,9	68,66	18,66	0,09	8,04	3,85	2,93	2,87	2,51	2,72	3,34
10	22,0	68,33	18,89	0,08	8,61	3,36	22,07	22,00	16,61	22,05	22,05
14	20,6	68,08	19,05	0,07	8,76	3,34	20,57	20,77	13,86	20,98	20,56
20	12,9	68,45	18,89	0,08	8,71	3,14	12,97	12,91	9,85	13,08	12,11
28	11,9	68,53	18,83	0,07	8,52	3,39	11,93	11,82	7,87	11,75	12,00
35	7,1	68,70	18,71	0,08	8,59	3,23	7,17	7,05	5,42	7,11	6,86
48	4,9	68,61	18,73	0,09	8,59	3,24	4,88	4,81	4,13	4,85	4,69
65	4,6	68,07	19,15	0,13	8,53	3,42	4,57	4,64	5,65	4,54	4,68
100	2,0	68,27	18,82	0,15	8,77	3,22	1,99	1,98	2,80	2,02	1,91
150	3,8	67,87	19,05	0,20	8,61	3,51	3,81	3,85	7,24	3,83	4,01
200	1,8	67,44	19,22	0,31	8,61	3,68	1,74	1,79	5,20	1,76	1,94
270	1,9	67,84	19,05	0,31	8,60	3,44	1,93	1,96	5,70	1,94	1,99
325	0,2	67,65	19,18	0,33	8,47	3,58	0,20	0,20	0,63	0,20	0,22
400	0,6	67,66	19,06	0,36	8,51	3,58	0,64	0,65	2,19	0,64	0,69
-400	2,6	67,23	19,34	0,41	8,24	3,77	2,60	2,70	10,33	2,53	2,97
Amostra média	100	68,77	18,65	0,10	8,59	3,10	100	100	100	100	100

3.3) Curva de Moagem

O tempo de moagem para atingir a granulometria na qual as partículas de quartzo, feldspato e mica encontram-se liberadas (48 #) foi de 16 min, podendo ser observado no gráfico da Figura 5.

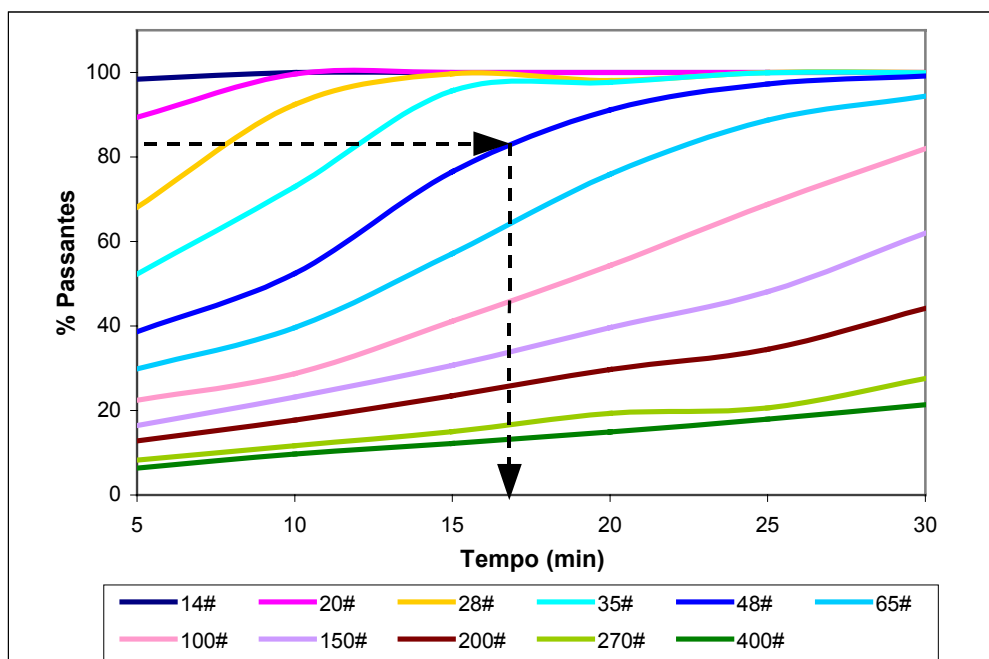


Figura 5. Curva de Moagem do Pegmatito da Região Borborema-Seridó.

3.4) Próximas etapas

Com os resultados obtidos das etapas anteriores, pode-se iniciar a etapa de beneficiamento do minério. Nessa fase utiliza-se a técnica de separação magnética a úmido para retirar os minerais portadores de ferro e a flotação para obter concentrados de quartzo, mica e de feldspato.

4. Conclusões

O pegmatito da região Borborema-Seridó é constituído basicamente por feldspato sódico, mica e quartzo. Para obter um concentrado de feldspato que possa ser aplicado na produção de cerâmicas dentárias, é necessário moer o material por 16 min, realizar a separação magnética a úmido para diminuir o teor de ferro e realizar a flotação para separar a mica e o quartzo do feldspato.

Serão obtidos, por meio de flotação, os sub-produtos mica e quartzo, que podem ser aplicados nas industriais de: vidro, tinta e outras.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e ao CETEM pela estrutura laboratorial na realização deste trabalho.

6. Referências Bibliográficas

ALVES, J. Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.drm.rj.gov.br/item.asp?chave=59>>. Acessado em: 27 abr. 2006.

GORMAN, C. M.; HILL, R. G. Hot-Pressed Ionomer Glass-Ceramics. Part I: An Investigation of Flow and Microstructure, *Dental Material*, v. 19, p.320-326, 2003.

HECHT, C. Geologia da Mica, Principais Depósitos Minerais do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM, v. 4b, p.327-330, 1997.

LUZ, A. B. *et al.* Pegmatitos do Nordeste: Diagnóstico sobre o Aproveitamento Racional e Integrado, *Séries Rocha e Minerais Industriais*, CETEM, v. 9, 2003.

MORAES, R. O.; HECHT, C. Geologia do Feldspato, Principais Depósitos Minerais do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM, v. 4b, p.319-326, 1997.