

CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DE BENEFICIAMENTO DO QUARTZO DE TANHAÇU (BA)

RANIELLE SOUZA DA SILVA DIAS

Aluna de Graduação de Química Industrial, 8º período, UFRJ

Período PIBIC/CETEM : julho de 2012 a julho de 2013

rdias@cetem.gov.br

JOÃO ALVES SAMPAIO

Orientador, Eng. de Minas, D.Sc.

jsampaio@cetem.gov.br

FERNANDA ARRUDA NOGUEIRA GOMES DA SILVA

Coorientadora, Licenciada em Química, D.Sc.

fnogueira@iq.ufrj.br

ROBERTO SALGADO AMADO

Coorientador, Químico, D.Sc.

roberto@iq.ufrj.br

1. INTRODUÇÃO

O silício é um metal semicondutor, estável, relativamente leve e a sua obtenção é feita a partir do quartzo, mineral abundante na crosta terrestre, que possui estrutura cristalina trigonal composta por tetraedros de sílica (SiO_2). As impurezas, existentes na estrutura do silício grau metalúrgico (SiGM), são responsáveis pela condutividade desse semicondutor, que pode ser proveniente do próprio quartzo ou foi incorporada ao metal durante as etapas de obtenção e purificação do SiGM. Para ser considerado matéria-prima à produção de SiGM, o quartzo deve apresentar um teor de SiO_2 em torno de 99,5%. Já os teores de boro e de fósforo, cuja adição é feita de forma controlada ao SiGM, devem situar-se abaixo de 0,2 e 10 ppm, respectivamente (SERODIO, 2009).

2. OBJETIVOS

O propósito deste trabalho foi desenvolver um processo de beneficiamento de uma amostra de quartzo do município de Tanhaçu (BA) para obtenção de um produto purificado que possa ser utilizado como matéria-prima à produção de um SiGM.

3. METODOLOGIA

Para realização deste estudo, amostras de quartzo do município de Tanhaçu, BA, foram inicialmente lavadas com água de torneira para remoção de matéria orgânica residual. Após a secagem, as amostras foram cominuídas em um britador de mandíbula, operando em circuito fechado, com uma peneira de abertura de 6 mm, e quarteadas em pilha prismática. A amostra proveniente do ensaio de britagem foi calcinada a 900°C por 30, 60 e 90 minutos.

Após a calcinação, a amostra foi submetida ao *quenching*, ou seja, foi retirada do forno de mufla e resfriada bruscamente em um recipiente, de aço inox, com água destilada a baixa temperatura (aproximadamente 2°C) e encaminhada à secagem em estufa à temperatura de 80°C . Os produtos resultantes da britagem e da calcinação foram enviados à análise química por emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) e à difração de raios X (DRX). A amostra obtida após o *quenching* foi moída em moinho autógeno por 2 h. Nos ensaios, utilizou-se 1,5 kg de corpos moedores, constituídos do próprio quartzo com o propósito de minimizar a contaminação. Após essa etapa, as amostras foram enviadas à análise química por ICP-OES e à DRX.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra de quartzo obtida após a britagem (6 mm) apresenta, aproximadamente, 45% das partículas abaixo de 2 mm e 5%, abaixo, de 74 μm (SOARES *et al.*, 2012). A análise dos resultados indicaram que esta amostra é composta essencialmente de quartzo com impurezas de microclínio (KAlSi_3O_8), muscovita ($(\text{K}, \text{Na})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}_{3,1}\text{Al}_{0,9})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) e calcita (CaCO_3) (CRYSTMET), Figura 1, apresentando um teor de SiO_2 de 97,7%, Tabela 1. Os teores das principais impurezas, isto é, boro, fósforo, alumínio, ferro e cálcio são de 9, 49,1, 3.832, 2.868 e 983 ppm, respectivamente (Tabela 1). Pode-se observar que os resultados encontrados para esta amostra reportam para um quartzo de baixa qualidade, tornando necessária a realização de processos de beneficiamento de maneira a purificá-lo.

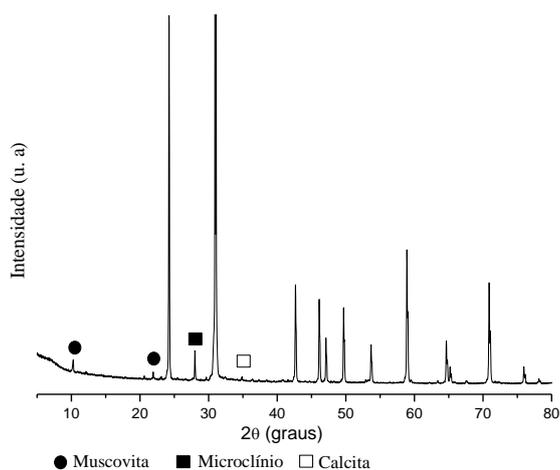


Figura 1. Difratograma de raios X (Co K α) da amostra de quartzo britada a 6 mm.

Após a etapa de calcinação, seguida de *quenching*, as amostras foram analisadas por ICP-OES, cuja análise dos resultados, Tabela 1, indica uma diminuição nos teores de boro, de fósforo e das outras impurezas, em relação à amostra de quartzo sem tratamento térmico.

Observa-se que após o tratamento térmico (calcinação/*quenching*), Tabela 1, os teores de SiO_2 aumentam significativamente, isto é, 98,7, 99,3 e 99,4% para 30, 60 e 90 minutos, respectivamente. Esses valores são considerados satisfatórios, uma vez que, encontram-se na faixa de valores definidos pela literatura como ideais para a obtenção de um silício SiGM de qualidade (98 a 99,5%).

Em relação às principais impurezas, boro e fósforo, os ensaios de calcinação (30, 60 e 90 min) seguido do *quenching*, reduziram o teor desses elementos para 2, 6 e 2,3 e 34,1, 31,1 e 29,8 respectivamente. No entanto, após a calcinação, o *quenching* e a moagem por 2 h, os teores de boro e de fósforo diminuem numa média de aproximadamente 50% em relação aos ensaios onde a moagem não foi realizada.

Tabela 1. Resultados das análises de ICP-OES para as amostras de quartzo antes e após o beneficiamento.

Elementos	LA SiGM	Quartzo Britado	Calcinação/ <i>Quenching</i>			Calcinação/ <i>Quenching</i> /Moagem		
			Tempo em minutos					
			30	60	90	30	60	90
Valores em Percentagens (%)								
SiO₂	98-99,5	97,70	98,70	99,30	99,40	99,10	99,10	99,30
Valores em ppm								
Boro	0,2	9	2	6	2,3	1,7	1,9	1,8
Fósforo	10	49,1	34,4	31,1	29,8	28	27,8	22,4
Alumínio	1200	3832	3343	2000	2280	1907	1474	1390
Ferro	1600	2868	1633	1000	467	726	795	790
Cálcio	590	983	415	83,5	217	147	138	133
Bário	-	21,3	17,5	10,2	10,4	12,6	9,9	9,4
Cobalto	-	<7,0	<7,0	<0,07	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0
Cromo	-	304	47,4	31,5	8,5	8,9	9,2	11,5
Cobre	-	9,5	6,7	3,4	3,1	2,9	2,6	3
Potássio	-	2638	2046	1100	1341	1198	884	818
Lítio	-	4,7	2,5	<0,8	17,6	1,2	1,6	<0,4
Magnésio	-	877	508	223	158	95,7	87,2	85,3
Sódio	-	280	131	41,5	220	116	138	118
Estanho	-	<0,2	<0,2	<0,6	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estrôncio	-	3,8	2,4	0,53	2,3	2,5	2,5	2,3
Vanádio	-	3,3	2,3	<2,0	1,2	0,64	0,64	1
LA - Limites Aceitáveis para SiGM								

Os resultados obtidos por meio da DRX, Figura 2, corroboram com os descritos na Tabela 1, uma vez que, apesar da DRX não detectar impurezas da ordem de ppm, os picos associados a muscovita e a calcita, após as etapas de beneficiamento, não são mais observados. Como a muscovita e a calcita apresentam em suas estruturas cristalinas elementos que são contaminantes na amostra de quartzo estudada, observa-se que, após a calcinação, o *quenching* e a moagem, há uma redução nos elementos que compõem esses minerais.

As etapas de beneficiamento, calcinação seguida de *quenching* e moagem por 2 horas, são indispensáveis à purificação da amostra de quartzo de Tanhaçu/BA, uma vez que os resultados obtidos por meio das análises de DRX e de ICP-OES, indicam um significativo aumento no teor de SiO₂, de 97,7 para 99,4%, e uma diminuição considerável nos teores das principais impurezas, boro, e fósforo, e das outras impurezas, alumínio, ferro e cálcio, que também comprometem a qualidade do quartzo que poderá ser utilizado a como matéria-prima à produção do SiGM. Estudos de lixiviação, bem como calcinações em outras temperaturas, encontram-se em andamento com a finalidade de reduzir as impurezas existentes na amostra.

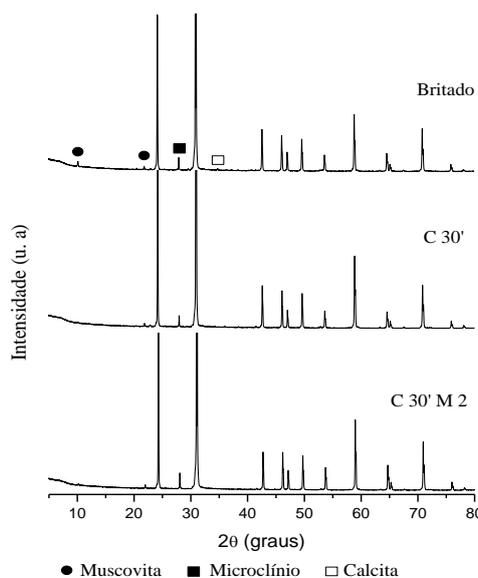


Figura 2. Difrátogramas de raios X (Co $K\alpha$) para as amostras de quartzo antes e após o beneficiamento. Calcinação por 30 minutos (C 30') e Calcinação (30 minutos) seguida de moagem por 2 h (C 30' M 2).

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica e a COAM pelas análises de ICP-OES e DRX.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SERODIO, L. M.; Estado da arte da obtenção de Silício Grau Solar; Escola Politécnica/UFRJ; Rio de Janeiro, Junho 2009.

SOARES, L.G.L., DA SILVA, E.B., GARRIDO, F.M.S, DA SILVA, F.A.N.G., AMADO, R.S., SAMPAIO, J.A., Beneficiamento e caracterização do quartzo para obtenção de silício grau metalúrgico. *Holos*, Ano 28, v.5, p. 3-10, 2012.

Crystmet em <www.periodicocapes.com.br>, consultado em maio de 2013.