

Quartzo de alta pureza para a fabricação de sílica vítrea

Murilo F. M. Santos¹, Eric Fujiwara¹, Egont Shnekel¹, Delson Torikai³, Jacinta Enzweiler², Carlos K. Suzuki¹

- 1- Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas
- 2- Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas
- 3- Departamento de Engenharia Mecatrônica – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo

Contato: murilo@bmrc.com.br – 19 9 9609 - 7463

Atualmente as reservas naturais de quartzo do Brasil vêm atraindo grande atenção de empresas estrangeiras para a fabricação de vidros de sílica. Essa procura é ocasionada pela disponibilidade interna deste minério (com boa qualidade) e a demanda externa. Neste contexto, este trabalho buscou avaliar duas jazidas de quartzo em SP e BA quanto a sua pureza química para atender a este mercado. Foram realizados ensaios de purificação para adequar a pureza destes materiais à demanda do mercado. Visando avaliar como estes pós manufaturados se comportariam em um processo industrial, as amostras foram submetidas às fusões em placa e pelo método de *Spark Plasma Sintering*. Os resultados mostram que o material da Bahia é capaz de gerar um insumo equivalente a alguns pós comerciais, porém algumas melhorias no processamento são necessárias de maneira a se obter a partir destas reservas um material equivalente às melhores opções internacionais comercialmente disponíveis.

Palavras chave: quartzo de alta pureza, matérias-primas, vidros de sílica

1. INTRODUÇÃO

O quartzo de alta pureza é definido como sendo um mineral de sílica cristalina contendo menos de 50 ppm de impurezas [Müller et al, 2012]. Ele é usado como matéria-prima para a indústria de sílica vítrea, importante material usado em diversos setores de alta tecnologia, como por exemplo a fabricação de lâmpadas UV para a purificação de água [Macaluso et al., 2009], a confecção de cadinhos para a produção de silício de grau solar e eletrônico [Kodama et al., 2010] ou na manufatura de lentes especiais. Para que possa desempenhar seu papel da melhor maneira, a sílica vítrea necessita de apresentar características especiais, como sua transparência alta no espectro ultravioleta, uma alta resistência a radiação e uma

baixa quantidade de elementos que possam reagir com o silício fundido quando em contato com o cadinho [Minami et al., 2011]. Todas estas propriedades são fortemente influenciadas pela quantidade de impurezas na sílica e também pela quantidade de impurezas na matéria-prima da sílica, ou seja, do quartzo [Götze, 2009].

Isso faz com que as especificações do quartzo usado para esta finalidade sejam extremamente rigorosas, necessitando esta indústria de um quartzo de alta pureza química. Embora muito desejado, um mineral com estas características é raro na natureza [Götze, 2009], fazendo com que os produtores muitas vezes tenham que usar processos industriais complexos para sua purificação. Isso faz com que a oferta por este tipo de material seja limitada, aumentando razoavelmente o valor do insumo fabricado. Os preços do quartzo de alta pureza chegam a valores como US\$ 10,00 por kg, enquanto que alguns mineradores vendem quartzo natural de baixa pureza no Brasil por R\$ 20,00 por tonelada.

Em vista dessa discrepância de preços (que vem atraindo empresas internacionais a avaliar o uso do minério nacional), este trabalho propôs-se a estudar algumas reservas de quartzo nacionais e a realizar testes em pequena escala para purifica-las, visando a obtenção de um insumo de alta qualidade produzido com tecnologia e matérias-primas nacionais. Para isso, foram selecionadas amostras de quartzo de duas regiões distintas do Brasil (uma areia de Rio Claro SP e um quartzo de rocha de Brotas de Macaúbas, BA) e realizados ensaios de purificação em cada uma delas.

Esses ensaios foram conduzidos com a técnica de lixiviação ácida, a mais recomendada para a purificação de quartzo nos níveis de pureza tratados [Du et al., 2011, Banza et al., 2006]. No material de Olhos d'Água MG, também foram realizados processos semi-industriais para avaliar a possibilidade de produção deste material em larga escala. Buscou-se avaliar o efeito da utilização de diferentes tipos de ácidos entre as amostras. Para avaliar a eficiência da lixiviação, bem como a qualidade do insumo gerado, foram feitas análises com a técnica de Espectrometria de Massas com fonte de Plasma de Acoplamento Indutivo (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* – ICP-MS), sendo esta a indicada como mais adequada para quantificar impurezas nesta ordem de grandeza. Também foram realizadas fusões dos materiais, de maneira a ver o comportamento do mesmo em um processo industrial.

2. MATERIAIS E MÉTODOS
3. Materiais selecionados

Para os ensaios de purificação, quartzo de duas regiões diferentes foram selecionados. Um proveniente de uma jazida de areia localizada em Rio Claro SP e outra de uma jazida de quartzo em rocha localizada em Olhos d'Água MG.

A jazida de Brotas de Macaúbas produz cerca de 200 toneladas de quartzo por mês e é operada por uma cooperativa de garimpeiros locais. A produção é majoritariamente destinada para a produção de peças ornamentais. Ela está localizada na formação Mangabeira, e sua idade é estimada entre 1600 e 1900 milhões de anos. Esta jazida foi selecionada devido à alta qualidade do material produzido [Santos, 2014]. O aspecto do quartzo de Brotas de Macaúba era de grandes blocos de quartzo opaco, com algumas regiões transparentes e semi-transparentes. Não foi conduzido o procedimento de separação de minerais acessórios (como óxidos de ferro e outros tipos de minerais) que geralmente vinham aderidos aos blocos. Tão pouco realizou-se o que tradicionalmente é chamado de “fabricação de lascas”, que consiste em fragmentar os blocos maiores manualmente, de maneira a ter pequenos fragmentos limpos que são em seguida classificados pelos garimpeiros conforme sua opacidade [Santos et al., 2013; Iwasaki et al., 1991].

A jazida de Rio Claro produz cerca de 6 mil toneladas por mês, sendo que a maioria de sua produção é consumida pela indústria cerâmica de revestimento da região. Esta jazida pertence a formação Corumbataí, cuja formação estima-se ter ocorrido por volta de 250 milhões de anos atrás. Esta areia apresentava minerais acessórios misturados à ela (ilmenita, biotita, argilas e micas).

Ensaio de purificação

Os ensaios de purificação foram divididos em duas etapas e foram diferentes para cada amostra. O material de Rio Claro foi submetido apenas a um tratamento químico, por lixiviação ácida, em escala laboratorial, enquanto que o material de Brotas de Macaúbas foi processado semi-industrialmente por processos de moagem, separação magnética e lixiviação ácida.

A lixiviação ácida no material de Rio Claro foi feita separando-se duas alíquotas 20 gramas da areia e adicionando-se à primeira 15 gramas de HCl, 10 gramas de HF e 75 gramas de água destilada e deionizada. À segunda alíquota, adicionou-se 25 gramas de HCl e 75 gramas de água destilada e deionizada.

O material de Brotas de Macaúbas, inicialmente apresentado como britas com dimensão entre 20 e 30 mm, foi lavado com água e submetido a uma moagem de bolas via úmida. Esta etapa de moagem visou tanto diminuir o tamanho do material, como liberar as impurezas ferrosas. Em seguida, o material foi submetido a uma separação magnética em um equipamento Gaustec do tipo via úmida de alta intensidade com um campo magnético de 15 mil gauss. O material foi então secado e peneirado, separando-se a fração passante em peneira #80 e retido em peneira #200 (escala Tyler).

Deste material foram separadas duas alíquotas de 20 gramas, que foram submetidas a lixiviações idênticas ao do material de Rio Claro.

Todos os ensaios foram realizados à temperatura ambiente e duraram 6 horas.

Análise química pela técnica de ICP-MS

A análise química para a determinação da concentração de impurezas no quartzo foi conduzida pela técnica de ICP-MS. Esta técnica é muito utilizada para a medição de impurezas em quartzo, pois consegue detectar uma grande gama de elementos com precisão na ordem de $\mu\text{g/g}$ [Flem et Bédard, 2002; Götze et al., 2004] O procedimento de preparação de amostra consistiu nas seguintes etapas [Cotta, 2009]:

1. Moagem do pó de quartzo em almofariz de sílica vítrea até a granulometria #325 mesh.
2. Diluição dos pós de quartzo em solução de 2,0 ml de HF e 0,5 ml de HNO_3 em recipiente de Teflon sobre placa de aquecimento em temperatura superior a 100°C por 2 horas. Repetição do procedimento anterior por mais duas vezes.
3. Adição de 2,0 ml de NH_3 para dissolução dos elementos.
4. Adição de 20 ml de água deionizada.
5. Calibragem do equipamento com amostras padronizadas.
6. Realização das medidas.

As medidas foram feitas no equipamento ICP-QMS (X Series-II) equipado com celas de colisão usadas para a redução ou remoção de interferências poliatômicas através do controle da distribuição de energia do feixe de íons para a atenuação de átomos que possam vir a interferir no processo, principalmente o argônio.

Teste de fusão em placa de sílica

O teste de fusão em placa de sílica é um teste muito usado pelas indústrias de sílica vítrea para avaliar a quantidade de bolhas que um pó pode gerar durante sua

fusão em vidro. Ele consiste basicamente em despejar uma pequena quantidade de pó sobre uma placa de sílica vítrea transparente, e aproximar um maçarico sobre a placa, de maneira a fundir cada uma das partículas do pó. Durante essa fusão, cada grão irá gerar uma certa quantidade de bolhas, que podem ser posteriormente avaliadas com o auxílio de um microscópio óptico [Santos et al, 2013].

Neste trabalho, utilizou-se um maçarico de hidrogênio-oxigênio pré-mix para realizar a fusão. Os parâmetros que poderiam influenciar nas características das bolhas (tamanho e quantidade), como, por exemplo, o tempo de fusão e a temperatura da amostra, foram padronizados de maneira a proporcionar condições similares em todas as fusões, embora algumas mudanças terem sido feitas devido à ambos os materiais apresentarem características diferentes. Buscou-se controlar o tempo total de fusão, a distância do maçarico até a amostra e a relação entre os gases no maçarico. A temperatura da amostra foi medida com um pirômetro óptico e manteve-se entre 1600 e 1750°C. Para observar as placas fundidas, utilizou-se um microscópio óptico Nikon com aumento de 4 vezes, acoplado à uma câmera digital do mesmo fabricante.

Fusão completa por SPS

A técnica de *Spark Plasma Sintering* (SPS) vem ganhando destaque na fusão de diversos tipos de materiais devido a sua grande versatilidade e simplicidade de operação [Koide et al., 2002]. Ela consiste basicamente em posicionar uma amostra entre dois eletrodos montado sobre pistões comandados por um controlador. Quando em operação, os eletrodos produzem pulsos de corrente contínua e são pressionados contra a amostra. O calor gerado pelos pulsos de corrente são conduzidos pelo porta-amostra (de grafite) ou pela amostra (caso esta seja condutora ou torne-se condutora a altas temperaturas, como por exemplo a sílica vítrea) fundindo-a. A pressão controlada pelos pistões faz com que as condições na amostra passam ser controladas durante o tempo de fusão. Para este trabalho, utilizou-se um forno de SPS modelo Dr. Sinter – SPS1050, produzido pela empresa SPS Syntex do Japão. O forno é pertencente ao Departamento de Engenharia Mecatrônica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Apenas o material de Brotas de Macaúbas foi fundido para este trabalho, em virtude dos resultados relativos à fusão do material de Rio Claro por esta técnica já estarem disponíveis em outros trabalhos [Santos et al., 2011]. O material fundido de Brotas de Macaúbas foi coletado na saída da etapa de moagem, não sendo fundido

o material posterior à purificação química. Esta escolha foi feita para avaliar o comportamento em fusão apenas do vidro que podia ser fabricado industrialmente sem grandes dificuldades. A granulometria da amostra estava entre 40 e 200 *mesh*, da escala Tyler. Esta granulometria é diferente daquela cujo material foi submetido à purificação e esta diferença consiste no fato da maior eficiência industrial para peneiramento de pós mais grossos. A amostra foi coletada na saída do moinho de bolas. Após separado o material, o mesmo foi secado e separou-se uma alíquota de 15 gramas para ser fundida. Esta amostra foi posicionada em um porta-amostras de grafite e fundida. A temperatura máxima de fusão foi registrada como sendo 1600°C. A fusão foi conduzida sob uma atmosfera de vácuo.

4. RESULTADOS

Análises químicas por ICP-MS

Os resultados das análises químicas após a purificação estão mostrados na Tabela 1. Os materiais analisados são o pó da Bahia na saída do separador magnético e após as lixiviações ácidas, e também a areia de Rio Claro *in natura* e posterior a cada purificação.

Tabela 1: Impurezas nas amostras de quartzo antes e depois dos testes de lixiviação (em ppm, ou µg/g)

	Rio Claro	Rio Claro	Rio Claro	Brotas de Macaúbas	Brotas de Macaúbas	Brotas de Macaúbas
	In Natura	HCl	HF + HCl	Saída do separador	HCl	HCl + HF
Al	393	283	113	123	96,4	28,6
B	<1	<1	<1	<0,08	<0,08	<0,08
Ba	9	2	2	3,9	1,4	1,2
Ca	48	23	7,2	316	20,3	<1
Co	<3	<3	<3	<0,05	<0,05	<0,05
Cr	<1	<1	<1	0,2	0,04	0,04
Cu	1	<1	<1	0,6	0,1	<0,1
Fe	390	141	85	41	6,2	8,7
K	85	5	<2	58	56	<1
Li	2,7	2,6	2,2	1,8	1,8	1,8
Mg	17	15	10,7	35	12	5
Mn	15	9	3	<1	<1	<1
Na	57	26	12	32	24	8

Ni	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sr	<1	<1	<1	4	0,7	0,3
Ti	287	187	118	3,5	2	3,7
V	<1	<1	<1	<0,1	<0,1	<0,1
Zr	28	19	19	1	0,6	0,5

Como podemos observar, o material de Brotas de Macaúbas apresenta a melhor composição química (com menos impurezas). Para este material, a melhor purificação foi obtida com o uso do HF em conjunto com o HCl. O melhor pó apresentou cerca de 60 ppm de impurezas totais, estando no limiar da aceitação como quartzo de alta pureza.

O material de Rio Claro, por outro lado, não conseguiu ser purificado a um bom nível, sendo o melhor material também lixiviado com HCl e HF juntos. O material final dessa lixiviação, entretanto, apresentou uma grande quantidade de Fe, Ti e Al, sendo que muito provavelmente estas impurezas estão presentes na forma de minerais acessórios, e não como uma impureza presente na matriz do quartzo.

Fusão em placa de sílica

As fotografias do material de Rio Claro fundidas em placas de sílica podem ser vistas nas Figuras 1 e 2. A fusão do Material de Brotas de macaúbas pode ser observada na Figura 3.

De maneira geral, o material de Rio Claro apresenta um comportamento peculiar no tocante à sua fusão em placa de sílica. Com este material é possível observar algumas áreas com intensa formação de bolhas (como na Figura 1) e em outras, uma fusão livre de bolhas é constatada (Figura 2). Esta anomalia se deve majoritariamente à diferença na quantidade de inclusões fluídas entre um grão de areia e outro. Estas inclusões são uma das maiores causas de bolhas durante a fusão [Griscom, 2006]. O tamanho das bolhas é razoavelmente elevado, podendo seu diâmetro atingir cerca de 80 a 100 μm . A formação destas bolhas certamente iria comprometer a qualidade de um vidro fundido a partir deste material.

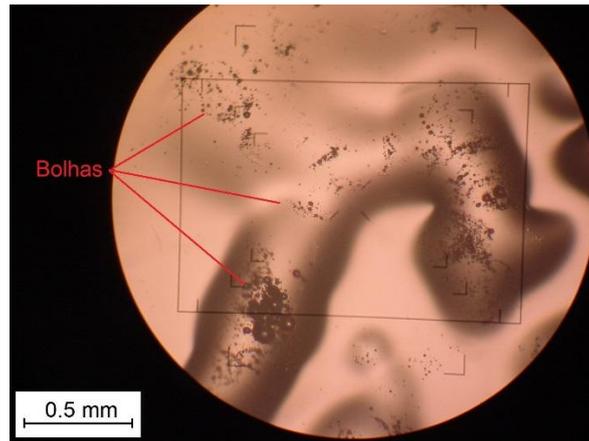


Figura 1 - Detalhe da fusão do material de Rio Claro. As linhas vermelhas indicam as grandes bolhas formadas durante a fusão em placa do material.

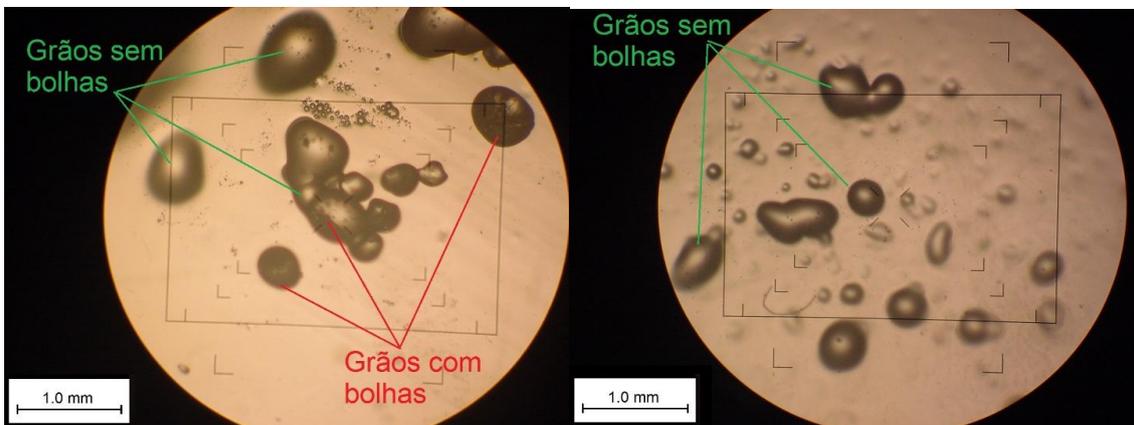


Figura 2 - Detalhe da fusão sobre placa de sílica do material de Rio Claro. Na imagem da esquerda podemos observar que parte dos grãos apresentam bolhas (indicados pelas linhas vermelhas) quando fundidos e outra parte dos mesmos apresentam uma fusão limpa (indicado pelas linhas verdes). Isso se deve ao fato de diferentes grãos possuírem quantidades de inclusões fluídas distintas. Estas inclusões são a origem das bolhas durante a fusão. Na imagem à direita nota-se uma região com grãos fundidos que em sua maioria não geraram bolhas. Estes grãos são indicados por linhas verdes.

Já o material de Brotas de Macaúbas apresenta um comportamento muito mais interessante do ponto de vista tecnológico. As bolhas provenientes de sua fusão são mais homogêneas, menores e menos frequentes do que no material de Rio Claro. O diâmetro médio destas bolhas está entre 10 e 15 μm , tornando-a mais interessante para aplicações em sílica vítrea. Embora a maioria do pó se comporte de maneira similar, algumas discrepâncias também são observadas, indicando que o mineral apresenta também variações em sua quantidade de inclusões fluídas.

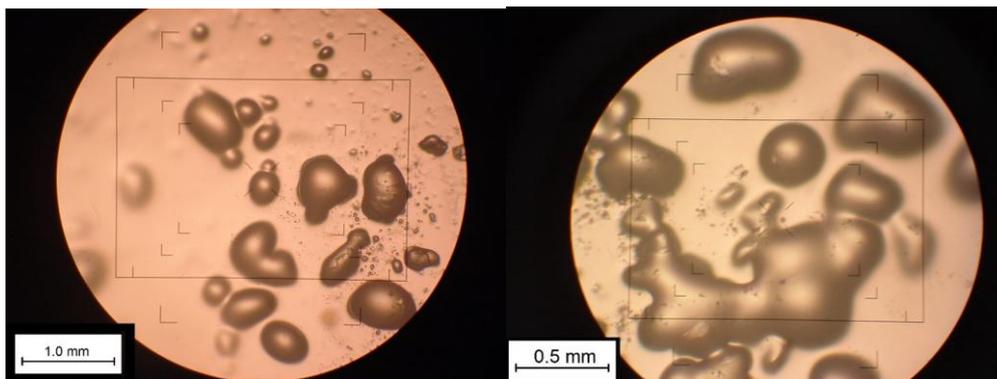


Figura 3 - Detalhe do material fundido de Brotas de Macaúbas. Podemos claramente ver que há uma geração de bolhas neste material durante sua fusão, entretanto, o tamanho das mesmas é bastante reduzido. Na foto da direita é possível observar uma geração elevada de bolhas devido a grãos com maior quantidade de inclusões fluídas.

Fusão completa por SPS

O vidro produzido por fusão via SPS do material de Brotas de Macaúbas pode ser observado na Figura 4. Ele apresentou um aspecto transparente em diversas regiões, porém foi possível também notar partes opacas, especialmente nas bordas, sugerindo uma fusão incompleta do material. Essa fusão incompleta muito provavelmente se deve ao fato da granulometria utilizada (que apresentava alguns grãos com tamanho relativamente elevado). Também pode se observar a formação de algumas bolhas e de uma coloração avermelhada na amostra. Esta coloração se deve à presença de uma grande quantidade de Fe no material fundido (conforme mostrado na Tabela 1, esta quantidade chega a 41 ppm).



Figura 4 - Amostra fundida pela técnica SPS usando o material de Brotas de Macaúbas como ele saía do separador magnético.

5. DISCUSSÃO

Sobre o processo de purificação utilizado

Os parâmetros de purificação utilizados apresentam informações importantes sobre como se processar quartzo nacional em um recurso com alto valor agregado. A primeira constatação é que nem todas as jazidas de quartzo podem ser purificadas até o nível de pureza necessário para denomina-lo quartzo de alta pureza. Vemos este comportamento claramente no material de Rio Claro que, apesar de ter sido submetido a um tratamento com ácidos, não conseguiu diminuir sensivelmente sua quantidade de impurezas.

A segunda constatação importante é de que tratamentos físicos por si só também não são capazes de atingir o nível de pureza abaixo de 50 ppm, ao menos em escala industrial. Este fato fica evidenciado quando analisamos o material de Brotas de Macaúbas na saída do separador magnético (após lavagem, moagem via úmida e separação magnética, todos processos físicos) e comparamos o resultado com a análise química do material da mesma jazida, porém manualmente separado, disponível na literatura [Santos, 2014]. O material na forma de lascas apresenta Al na ordem de 20 ppm e Fe na ordem de 5 ppm, bem abaixo dos apresentados neste trabalho. Essa discrepância se deve em maior grau pela presença dos minerais acessórios na amostra, que não são totalmente eliminados pelos processos de purificação, e em menor grau pela variabilidade na qualidade do quartzo dentro da jazida.

A terceira discussão que vale a pena ser desenvolvida é sobre o tipo de ácido usado. A presença do HF mostrou-se, neste caso, fundamental para atingir a melhor purificação do material. Esse resultado mostra-se bastante coerente com outros na literatura [Lee et al., 2009; Liu et al., 1996]. Ele é responsável pela corrosão da matriz do quartzo, que torna possível a retirada de elementos que se apresentam como impurezas substitucionais no quartzo. Além disso, ele também promove a quebra de algumas inclusões fluídas, liberando seus componentes no fluído lixiviante. Estes componentes estão tradicionalmente relacionados com os elementos Na, K e Ca. Por isso, podemos notar que a purificação de Al, Ca, K e Na sofre uma significativa melhora com o uso de HF. Por outro lado, seu uso em escala industrial proporciona um significativo aumento de custos e complicações práticas (como cuidados com segurança e ambientais). Estes últimos fatores são um dos maiores desafios para a produção em larga escala de quartzo de alta pureza no Brasil e no mundo.

Sobre a viabilidade de uso do material purificado no mercado de sílica vítrea

O material produzido no final obtido a partir do quartzo de Brotas de Macaúbas mostrou uma análise química muito interessante, com baixo nível de impureza, em especial Fe e Ti, que são conhecidos por causar problemas de transmitância em vidros de sílica. Entretanto, para que possamos entender melhor o nível das matérias-primas utilizadas pela indústria, devemos conhecer a qualidade dos pós comerciais. Estes pós estão exibidos na Tabela 2.

Tabela 2: Principais impurezas em diversos pós comerciais internacionais
[Santos, 2014]

Pó	Origem	Al (ppm)	Fe (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Li (ppm)	Ca (ppm)
lota ST	EUA	16,2	0,23	0,9	0,6	0,9	0,6
lota CG	EUA	17,2	0,7	1,0	1,1	0,6	0,5
lota LT	EUA	32,9	3,1	5,9	5,8	0,1	4,6
lota 4	EUA	8,0	0,3	0,9	0,35	0,15	0,6
lota 8	EUA	7,0	<0,03	0,03	<0,04	<0,02	0,5
Minor S10	Noruega	8,0	0,4	1,4	0,6	0,8	0,5
Minor S20	Noruega	20,0	0,3	0,4	0,2	4,5	0,2
LI et al., 2010	China	37,1	85,2	3,1	7,2	n. a.	29,3
Kyucera	Japão	5	0,2	0,6	0,2	0,2	0,1

Como podemos observar, o material de Brotas de Macaúbas ainda está aquém da qualidade necessária para ser usado como sílica de alta pureza (quando comparado com os pós lota e Minor). Entretanto, sua qualidade já supera significativamente o pó produzido na China, e usado para aplicações em sílica vítrea, mostrando que este material pode se consolidar no mercado desde que supere os desafios da produção em larga escala.

Quanto à produção de bolhas no vidro fundido, o material de Brotas de Macaúbas também apresentou um resultado muito interessante. O diminuto tamanho das bolhas geradas no teste de fusão em placa possibilita que o mesmo seja usado na produção de sílica vítrea, mesmo que uma seleção cuidadosa quanto à opacidade do minério utilizado não seja realizada.

O material de Rio Claro dificilmente poderia ser usado para a fabricação de sílica vítrea. Além de apresentar uma composição química muito mais impura do que

se espera para quartzo de alta pureza, seu comportamento de fusão gera demasiadas bolhas de tamanho indesejado.

6. CONCLUSÃO

Como conclusão, podemos salientar a boa qualidade do material de Brotas de Macaúbas, tanto quanto sua composição química pós-processado como em sua geração de bolhas. Este trabalho mostrou ser possível, utilizar processos para purifica-lo até um nível de pureza em que ele possa concorrer com matérias-primas que já são usadas para a produção de sílica vítrea. Entretanto, para que este mineral possa de fato gerar um produto, algumas dificuldades devem ser superadas, especialmente a viabilização de um processo de lixiviação ácida em escala industrial.

Por outro lado, o material de Rio Claro, mostrou-se incapaz de gerar um pó de alta pureza. Para melhorar a pureza deste material, mais testes devem ser realizados, visando uma melhor separação dos minerais acessórios ferrosos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES, CNPq e FAPESP pelo financiamento dos pesquisadores. A empresa Beneficiamento de Minérios Rio Claro também contribuiu técnica e financeiramente para a condução dos ensaios aqui descritos. Agradecemos também ao Sr. Claudio Silveira pelo precioso apoio técnico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZA, A. N., QUINDT, J., GOCK, E. Improvements of the quartz sand processing at Hohenbocka, **Int. J. Of Mineral processing**, v.79, i. 1, p. 76-82, 2006

DU, F., LI, J., LI, X, ZHANG, Z. Improvement of iron removal from silica sand using ultrasound-assisted oxalic acid, **Ultrasonic Sonochemistry** 18, p. 389-393, 2011.

GÖTZE, J., Chemistry, texture and physical properties of quartz – Geological interpretation and technical application **Mineralogical Magazine**, 74 (3), p.645-671, 2009.

IWASAKI, H., IWASAKI, F., OLIVEIRA, V. A. R., HUMMEL, D. C. A., PASQUALI, M. A., GUZZO, P. L., WATANABE, N., SUZUKI, C. K., Impurity content characterization of Brazilian quartz lascas, **Japanese Journal of Applied Physics-Part 1**, v. 30n.7, p. 1489-1495, 1991.

KODAMA, M., KISHI, H., KANDA, M., Japan Super Quartz Corp. **Vitreous silica crucible for pulling silicon single crystal**, US patent US2010/0251959, 7 out. 2010, 01, abr. 2010.

LEE, S. O., TRAN, T., PARK, Y. Y., KIM, S. J., KIM, M. J., Study on the kinetics of iron oxide leaching by oxalic acid, **Int. J. Miner. Process.** 80, p. 144-152, 2006.

LI, J. S., LI, X. X., SHEN, Q., ZHANG, Z. Z., DU, F. Further purification of industrial quartz by much milder conditions and a milder method. **Environ. Sci. Technol.** 44, p. 7673-7677, 2010.

LIU, L. G.; GAO, H. M.; ZHANG, L. Technical study on ore addressing for high-purity quartz sands, **Nonmet. Miner**, 4 (4), p.39–41, 1996.

SANTOS, M. F. M., FUJIWARA, E., DE PAULA, F., SUZUKI, C. K., Opacity measurements on quartz and its influence on silica glass properties. *Int. J. Min. Proc.* v. 124, p. 141-144, 2013.

MACALUSO, A.; MITCHELL, D., SANDERS, R., Direct effects of UV-B radiation on the freshwater heterotrophic nanoflagellate *Paraphysomona* sp., **App. Env. Microbiology**, v. 75, n. 15, p. 4525-4530, 2009.

MINAMI, T., MAEDA, S., HIGASA, M., KASHIMA, K., In-situ observation of bubble formation at silicon melt-silica glass interface, *J. Crystal Growth*, 318, p. 196-199, 2011.

MÜLLER A., WANVIK J.E., IHLEN R.M. “**Petrological and Chemical Characterization of High-Purity Quartz Deposits with Examples from Norway**”. In: In: Götze J, Möckel R (eds) *Quartz: Deposits, Mineralogy and Analytics*, Springer, Berlin, pp 71-118, 2012.

SANTOS, M. F. M. “**Avaliação de jazidas brasileiras de quartzo mais adequadas para uso em sílica vítrea**” Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, 2014, 146p.

SANTOS, M. F. M., FUJIWARA, E., DE PAULA, F., SUZUKI, C. K., Opacity measurements on quartz and its influence on silica glass properties. **Int. J. Min. Proc.** v. 124, p. 141-144, 2013.

ABSTRACT

Brazilian quartz deposits have been gaining the attention of several international silica glass companies. This trend is led by the high availability of ores in Brazil and also by the international demand for such raw material. In this context, this

work aimed to evaluate two quartz deposits, one in the State of São Paulo and other in the State of Bahia regarding its applicability in silica glass manufacturing. Purification essays were carried on, along with fusion tests in order to evaluate their technological behavior. The quartz samples were submitted to acid leaching, fusion over silica plates and Spark Plasma Sintering fusion. The results show that that the ore from Bahia is capable of generating a high quality quartz powder, comparable to some of those internationally traded. However, some challenges still must be overcome in order to produce a powder from this ore, which would be able to compete with the best available powders.

Key words: quartz, high purity quartz, silica glass, raw material, trace elements in quartz.