

OBTENÇÃO DE PÓ DE QUARTZO DE ALTA PUREZA

Luz, A.B.; Neto, J.P.

Centro de Tecnologia Mineral-CETEM/CNPq
Rua 4, Quadra D, Ilha do Fundão
21941-590 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil
E-Mail: CTMALUZ@CETEM.ANRJ.BR

ABSTRACT

Laboratory studies were carried out on the lascas the quartz from Alto Paraiso de Goiás in order to obtain quartz powder to be used in the manufacturing of fused quartz. The first step was to grind the material to obtain a size (50 to 210 μm) required for the quartz powder. In this case, the sample was submitted to a thermal treatment and, then a quenching. In the next step the material was grinded in a lined PVC ball mill, using quartz lascas as grinding media, to prevent contaminations. A HCl solution was used in the chemical purification testwork. The temperature, HCl concentration and the leaching time were studied as the most important variables in the process. The temperature of 90°C and 9 N HCl concentration showed to be more efficient in the Fe and Al extraction. The Fe and Al grades were reduced from 19 to 4 ppm and 93 to 40 ppm, respectively. It was obtained a product with specification required for eletrical lamp.

Key Words: quartz, quartz powder, fused quartz, piezoeletric, optical glass.

RESUMO

Foram desenvolvidos estudos de laboratório visando a obtenção de pó de quartzo de alta pureza, para ser utilizado na fabricação de quartzo fundido, a partir de lascas de quartzo, provenientes de Alto Paraiso de Goiás. A primeira etapa consistiu em moer o material até a faixa granulométrica (50 a 210 μm) requerida para pó de quartzo. Para tal, as amostras foram submetidas a um tratamento térmico, seguido de resfriamento rápido, para pré-fraturamento.

A seguir, o material foi cominuído em moinho revestido de PVC, utilizando como carga moedora a própria lasca de quartzo, para evitar possíveis contaminações. Nos ensaios de purificação química foi utilizada uma solução ácida, onde estudaram-se as variáveis consideradas mais importantes para o processo: temperatura, concentração de HCl e tempo de lixiviação. A eficiência de extração de Fe e Al foi mais acentuada na concentração com HCl a 9 N e temperatura de 90°C. Houve uma redução nos teores de Fe e Al de 19 para 4 ppm e 93 para 40 ppm, respectivamente. O produto obtido apresentou especificações próximas da requerida para bulbo de lâmpada, a menos do alumínio (max. 25 ppm) e do sódio (max. 5 ppm).

Palavras-Chave: quartzo, lasca, quartzo fundido, piezoeletrico, fibra ótica.

1. INTRODUÇÃO

O óxido de silício é encontrado na natureza sob as formas polimórficas: quartzo, tridimita e cristobalita. As transformações de fase ocorrem com a variação de temperatura, recebendo em cada fase a sua denominação específica. O quartzo alfa é estável à temperatura ambiente, transformando-se na variedade beta a 573°C e em tridimita a 870°C. À temperatura de 1470°C ocorre a transformação para cristobalita, até atingir o ponto de fusão a 1713°C [1,2].

O quartzo apresenta uma composição química muito próxima de 100% SiO₂, podendo conter outros óxidos em pequenas quantidades[1]. Há possibilidade de ocorrer substituições do Si⁺⁴ pelo Al⁺³, acompanhada da introdução de íons alcalinos de Li⁺ ou Na⁺, em quantidade necessária para o balanço eletrônico de valência. Os cristais de quartzo poderão conter impurezas no retículo cristalino ou apenas constituindo inclusões fluidas e/ou sólidas[3].

O quartzo é o mais comum dos polímeros e é conhecido desde os tempos antigos, graças aos seus cristais grandes, transparentes e bem formados. As principais variedades cristalinas do quartzo são: quartzo hialino ou cristal de rocha; quartzo leitoso; rôseo; esfumado; roxo (ametista); negro (mourion); verde (prasio) e amarelo (citrino). Estas variedades são usadas como gemas e ornamentação.

O uso do quartzo para fins mais nobres iniciou-se com a produção de transmissores e receptores, apropriando-se de suas propriedades piezoelétricas[4, 5].

O emprego do quartzo na indústria é função do conteúdo de impurezas, defeitos no cristal e outras normas específicas que cada segmento industrial requer. Os cristais de melhor qualidade são destinados à indústria ótica, eletrônica e de instrumentação, enquanto os de qualidade inferior destinam-se à indústria em geral (abrasivo, cerâmica, metalúrgica, etc.)(3,6).

O cristal natural, embora tenha sido substituído pelo quartzo cultivado em autoclaves, desde o início dos anos 70, ainda é utilizado na confecção de "sementes mães" para o processo de crescimento de quartzo cultivado[4, 7]. A miniaturização de equipamentos eletrônicos, principalmente de recepção, vem contribuindo para reduzir o consumo do quartzo cultivado tendo em vista a necessidade de se utilizar, cada vez mais, ressonadores e controladores de frequência de menor tamanho.

As lascas de quartzo de alta pureza são usadas diretamente na produção de quartzo cultivado, quartzo fundido, cerâmica, vidros especiais e "fillers" para microcircuitos de alta integração[7].

A partir do pó de quartzo obtido de lascas variadas ou da concentração de quartzo de pegmatito, produz-se o quartzo fundido. Quartzo com alta pureza e depois de fundido torna-se transparente à luz e resistente à altas temperaturas. Possui um mercado bastante sofisticado, compreendendo uma linha de produtos da maior relevância: indústria ótica, indústria de equipamentos elétricos, indústria química de base, equipamentos e aparelhagem científica e de precisão, telecomunicação, etc.[4, 8].

O quartzo de menor pureza é empregado na produção de ligas de Fe -Si, como fundentes em processos metalúrgicos e na obtenção do silício metalúrgico[4].

A produção brasileira de cristal natural grau eletrônico e lascas sempre representou mais de 95% da oferta mundial[9]. O Brasil ainda é o único produtor mundial dos grandes cristais naturais grau eletrônico, entretanto como o cristal cultivado o substitui em 95% de sua demanda, a produção de quartzo natural grau eletrônico tem se restringido à produção de "sementes mãe" e outros consumos menores. O Brasil ainda responde pela produção total das lascas adequadas aos setores de ponta da indústria de quartzo cultivado[8, 10].

A purificação de lascas de quartzo visando a redução de impureza do tipo Fe, Al, Na, K, Zr e P tem sido objeto de pesquisa de laboratório por Braga[4] e Papanikolau[11].

Shimizu et al[12] conseguiram reduzir as impurezas de Li, Fe e Al contido em quartzo, visando atingir as especificações requeridas para a produção de quartzo sintético, através de seu cultivo em autoclave.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma tecnologia para produzir pó de quartzo a partir de lascas de quartzo, visando a obtenção de um produto de alta pureza para ser utilizado na fabricação de quartzo fundido.

2. MATERIAL E MÉTODO

Amostragem

Para realização do presente trabalho foram coletadas amostras de lascas de quartzo, na localidade de São Jorge, município de Alto Paraíso de Goiás, Estado Goiás.

As lascas de quartzo foram lavadas com jatos d'água e ultrassom com água deionizada. Essas a seguir foram secas em estufa e preparadas para análise química.

Ensaio de Cominuição

A primeira etapa a ser atingida foi a obtenção de pó de quartzo com granulometria entre 210 e 50 μm , requerida para a etapa de fusão.

Os ensaios de cominuição eram antecedidos de um tratamento térmico das amostras de lascas de quartzo que consistia de aquecimento a diferentes temperaturas (300, 500, 600, 700, 800, 900 e 1200°C), durante 60 min, seguido de resfriamento rápido ("quenching") para pré-fraturamento. A seguir o material foi submetido à cominuição em moinho revestido com PVC. Neste caso, foi utilizado como carga moedora o próprio quartzo (seixos), de forma a evitar contaminações.

Foi realizado um estudo do tempo de calcinação e de moagem do quartzo, visando a obtenção do produto na granulometria desejada.

Ensaio de Lixiviação

Estes ensaios foram realizados com ácido clorídrico em reator de vidro, agitação de 1250 rpm e 10% de sólidos (em peso). As variáveis estudadas foram:

concentração de HCl: 4,6 e 9 N

temperatura (°C): 60 e 90

tempo lixiviação (min): 30, 90 e 210

Após a lixiviação, as amostras foram filtradas e lavadas com água deionizada. A seguir, a torta foi seca em estufa a 100°C e realizada análise química para Fe e Al, elementos escolhidos para controle do processo de lixiviação. Nas condições otimizadas foi feita uma análise química envolvendo os elementos químicos que dizem respeito às impurezas do pó de quartzo para as diferentes aplicações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de Cominuição

Na Figura 1, a distribuição granulométrica dos produtos da moagem mostra que, a temperatura de tratamento térmico do quartzo tem uma influência bastante acentuada sobre o processo de cominuição. Obtem-se produtos com granulometria mais fina à medida que se aumenta a temperatura.

A Figura 2 mostra a variação do tempo de calcinação das lascas de quartzo, a uma temperatura de 800°C. São obtidos produtos de granulometria mais fina à medida que se aumenta o tempo de calcinação. Observa-se ainda que entre 60 e 90 min, cerca de 80% do material está abaixo de 210 μm , granulometria requerida para a produção de pó de quartzo para fusão. Desta forma, selecionou-se o tempo de calcinação de 60 min e a temperatura de 800°C, como as condições de tratamento térmico no pré-fraturamento do quartzo antes da moagem.

Observou-se que apenas 20 min de moagem já satisfazia as condições estabelecidas para obtenção de um produto com 80% abaixo de 210 μm (Figura 3).

Ensaio de Lixiviação

As Figuras 4 e 5 mostram a extração de alumínio e ferro do pó de quartzo, em função do tempo de lixiviação, da concentração de HCl, à temperatura de 60°C. Pode ser observado na Figura 4 que a porcentagem de alumínio extraído aumentou com a concentração de HCl. Por outro lado não houve mudanças significativas com o tempo de lixiviação. Observa-se na Figura 5 que a porcentagem de Fe extraída aumentou com a concentração de HCl e o tempo de lixiviação.

Nas Figuras 6 e 7 estão apresentados os resultados obtidos no estudo da influência da temperatura de 90°C à diferentes concentrações de HCl e tempo de lixiviação, sobre a extração do alumínio e ferro. Observou-se na Figura 6 que a extração de ferro aumentou com a concentração de HCl. Observa-se na Figura 7 que a porcentagem de alumínio extraído aumentou com a concentração de HCl e com o tempo de lixiviação, sendo que após 90 min o tempo deixa de ser significativo.

Na concentração de HCl 9 N, temperatura de 90°C, durante 210 min, conseguiu-se extrair 79% do ferro e 56% do alumínio, ou seja, os níveis destes metais foram reduzidos de 19 para 4 ppm e de 93 para 40 ppm, respectivamente. Estes resultados já satisfazem ao mercado de bulbo de lâmpada.

Na Tabela I é apresentada uma análise química das impurezas do pó de quartzo, antes e após a purificação com solução de HCl 9 N, à temperatura de 90°C, durante 210 min.

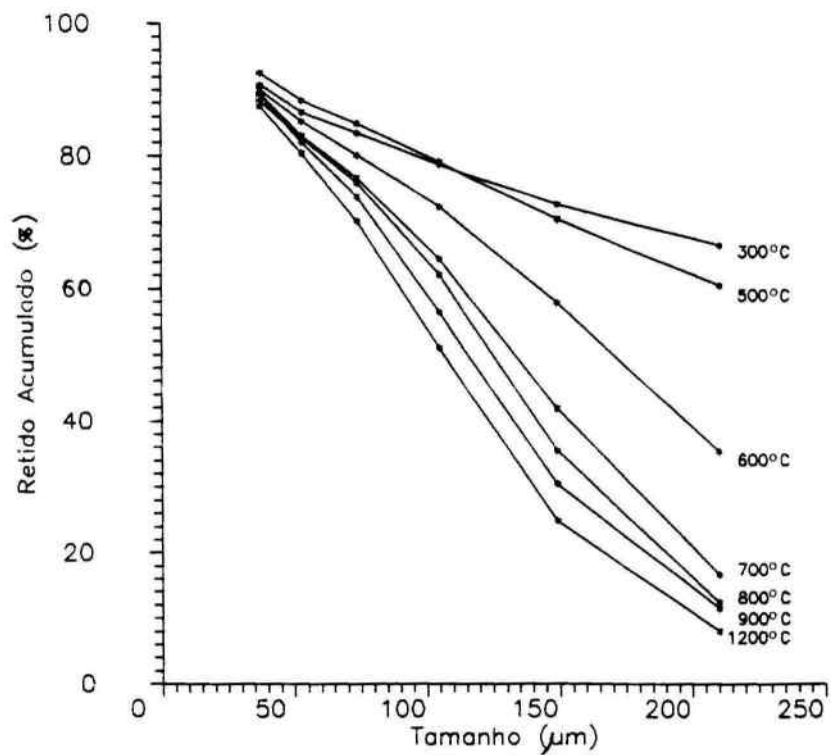


Figura 1 -Distribuição granulométrica do pó de quartzo moído a seco em função da temperatura de calcinação. Tempo de calcinação 60 min; tempo de moagem 20 min.

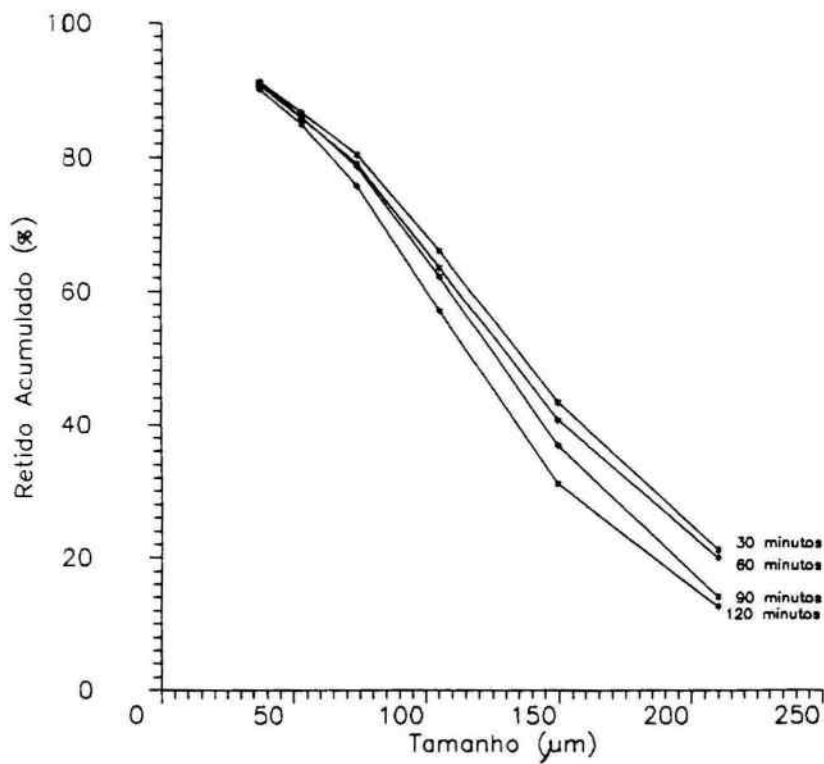


Figura 2 - Distribuição granulométrica do pó de quartzo moído a seco em função do tempo de calcinação. Temperatura de calcinação 800°C; tempo de moagem 20 min.

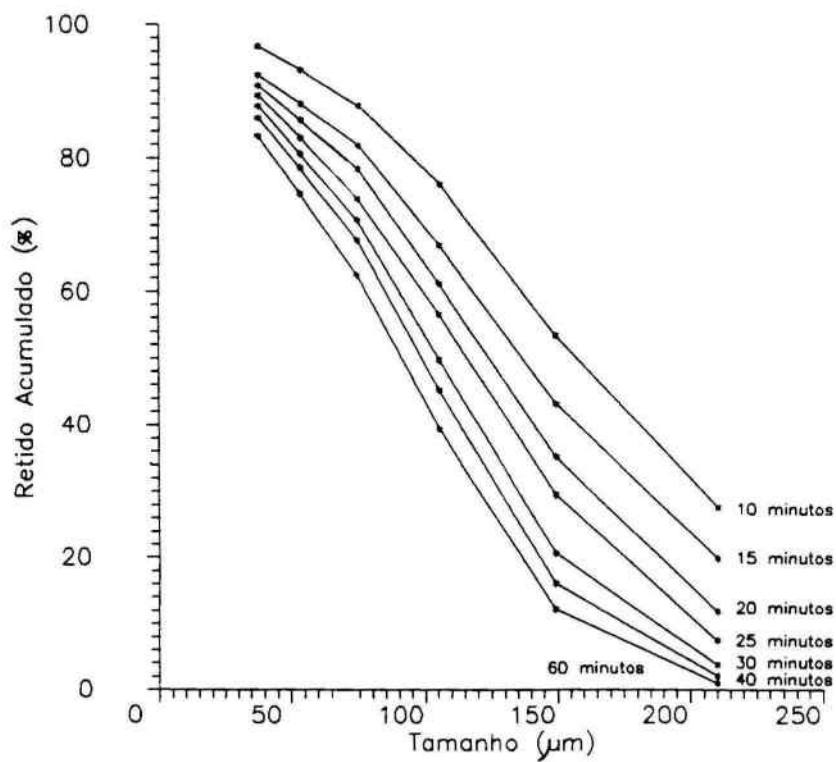


Figura 3 - Distribuição granulométrica do pó de quartzo moído a seco em função do tempo de moagem. Temperatura de calcinação 800°C; tempo de calcinação 60 min.

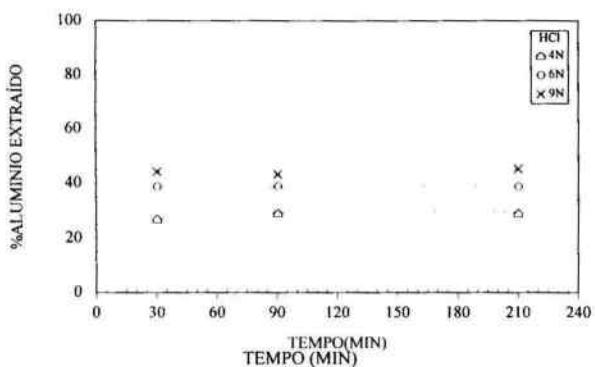


Figura 4 - Extração do Al em função do tempo de lixiviação, para diferentes concentrações de HCl à temperatura de 60°C.

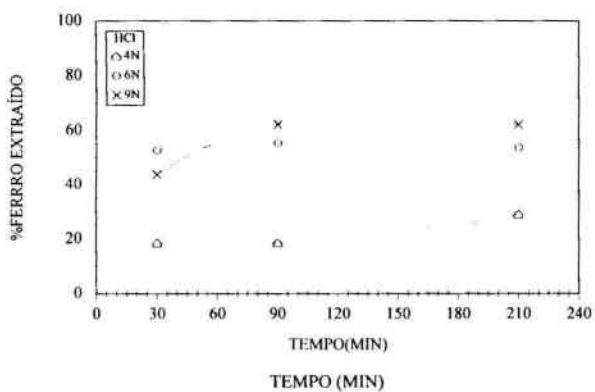


Figura 5 - Extração do Fe em função do tempo de lixiviação, para diferentes concentrações de HCl à temperatura de 60°C.

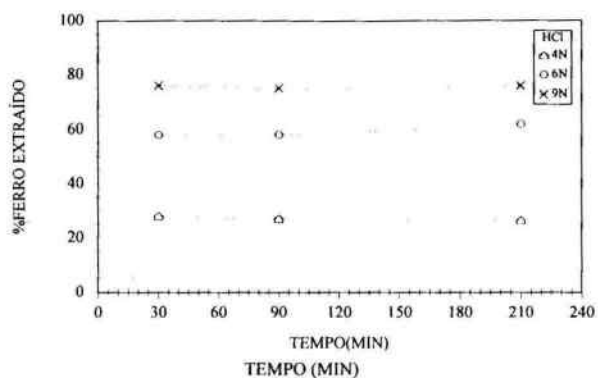


Figura 6 - Extração do Fe em função do tempo de lixiviação, para diferentes concentrações de HCl à temperatura de 90°C.

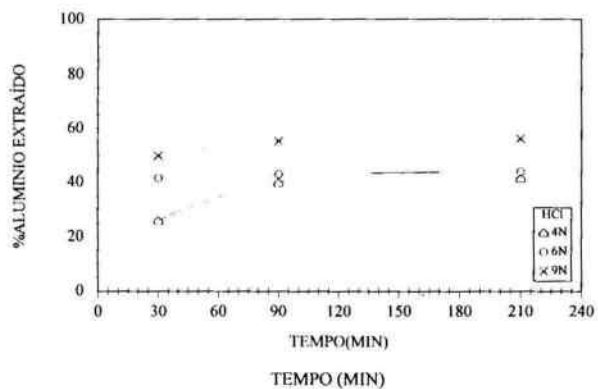


Figura 7 - Extração do Al em função do tempo de lixiviação, para diferentes concentrações de HCl à temperatura de 90°C.

Tabela 1 - Análise química das impurezas do pó de quartzo, antes e após purificação, em comparação com a N.V. Philips.

Impurezas	TEOR (ppm)			Extração (%)
	Antes Purificação	Após Purificação	A*	
Al	93	40	25	56
Fe	19	4	5	79
Ca	5	4	5	20
Cr	5	1,3	-	74
Cu	0,6	0,2	-	67
K	5,5	2,2	-	60
Li	9,0	4,8	6,0	47
Na	45	13	5,0	71
Mg	3,0	1,2	-	60
Mn	0,2	0,08	-	60
Ti	5,0	1,2	-	76

(A*) valores máximos permitidos pela N.V. Philips.

São formuladas algumas hipóteses sobre as impurezas: parte do alumínio (Tabela 1) poderá estar formando uma solução sólida substitucional com o silício, no reticulado cristalino. O restante do alumínio deve estar ligado aos silicatos, pois o teor baixou de 93 para 40 ppm, após a lixiviação química. Parte do sódio e do potássio devem estar entrando no reticulado cristalino do quartzo, para permitir o balanço de cargas elétricas com o alumínio. O restante do sódio e do potássio deve estar associado a outros minerais contaminantes que foram solubilizados pela lixiviação ácida.

4. CONCLUSÕES

O pó de quartzo obtido apresentou especificações próximas da requerida para bulbo de lâmpada, a menos do alumínio (max. 25 ppm) e do sódio (max. 5 ppm).

A moagem térmica mostrou-se indispensável ao processo de cominuição do quartzo. A temperatura de tratamento térmico influencia a distribuição granulométrica do produto de moagem, obtendo-se granulometrias mais finas à medida que se aumenta a temperatura. A 800°C e tempo de calcinação de 60 min, seguido de "queching" e moagem por 20 min foi possível obter um produto nas especificações (80% < 210 µm) granulométricas requeridas.

A eficiência de extração de Fe e Al foi mais acentuada na concentração de HCl 9 N e temperatura de 90°C. Conseguiu-se extrair 79% do Fe e 56% do Al, ou seja, houve redução do teor de Fe, de 19 para 4 ppm e, do Al, de 93 para 40 ppm.

BIBLIOGRAFIA

1. DEER, W.A.; HOWIE, R.A. e ZUSSMAN. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. Logman Group Ltd., pp. 340-355. Londo, 1975.
2. TORIKAI, D.; SCHINOHARA, A.H.; IWASAKI, H. e SUZUKI, C.K. Estudo da Atenuação Ultrassônica em Quartzo. *Cerâmica*, 33(211): p. 167-172, 1987.
3. CONSTANTINO, W. Quartzo: purificação deve começar na mina. *Dirigente Construtor*, 21(6): 27-37, 1985.
4. BRAGA, R. Quartzo Cultivado: Aspectos da tecnologia, Aplicações e Economia. *Mineração e Metalurgia*, 50 (479): 60-63.
5. LEMOS, C. Perspectivas para Quartzo e Silício. *Brasil Mineral*, 54: 36-37, 1988.
6. NOGUEIRA, R.E.F.Q. e MELLO, J.D.B. Abrasão do Quartzo: um estudo esclerométrico. *Anais do 8º COLCIMAT*, p. 451-456. Campinas, 1988.
7. ARCOVERDE, W.L. Balanço Mineral do Quartzo. *Brasil Mineral*, 54: 24-35, 1988.
8. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Oportunidades Tecnológicas e Industriais para Minerais Estratégicos. IPT, Relatório Final, vol. 1, pp. 1-20; vol. 2, 182p. São Paulo.
9. ABREU, S.F. Recursos Minerais do Brasil. Ed. Edgard Blucher Ltda, 2ª ed., vol. 1, pp. 255-266. São Paulo, 1978.
10. ARCOVERDE, W.L. Quartzo, Sumário Mineral. Departamento Nacional de Produção Mineral, vol. 9, p.90-91. Brasília, 1989.
11. PAPANIKOLAOU, E., EBBEN, L.T.M. and et al. Method of Purifying Quartz Sand. Patent 4.804, 422. USA, 1989.
12. SHIMIZU, S.; LAKE, MOSE and EASH. Process for Producing Silica of High Purity. Patent 4.857,290. USA, 1989.