

# ESTUDO DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS FINOS DE QUARTZITO DA REGIÃO DE SERIDÓ

Michele Pereira Babisk<sup>1</sup>; Francisco Wilson Holanda Vidal e Júlio C. Guedes Correia

## RESUMO

A produção e o consumo de rochas ornamentais vêm aumentando anualmente e o Brasil está entre os maiores produtores mundiais. A importância do setor para a economia é indiscutível, porém durante os processos de beneficiamento das rochas, há perdas significativas de material e geração de resíduos. Estes resíduos têm sido dispostos de forma inadequada na natureza, sem previsão de utilização ou reuso. O resíduo de quartzito é rico em  $\text{SiO}_2$ , principal óxido formador da rede do vidro.

Este trabalho teve como principal objetivo desenvolver um vidro do tipo sodo-cálcico a partir do resíduo fino obtido do beneficiamento dessas rochas. Foram realizadas análises de caracterização tecnológica do resíduo utilizado, visando sua aplicação na indústria de vidro. A mistura previamente calculada e desenvolvida resultou em um vidro completamente amorfo que, devido à presença de óxido de ferro, apresenta coloração verde clara, com densidade nominal de vidros sodo- cálcicos.

Palavras-chave: Vidro, rejeito, resíduo, quartzito, indústria de vidro

## ABSTRACT

The production and consumption of dimension stones is increasing annually and Brazil is among the world's largest producers. The importance of this sector for the economy is undeniable. However, during the rock beneficiation process, there are significant losses of material as tailing. These tailings have been disposed inappropriately in nature, with no prediction of using it. The residue or tailing of the quartzite beneficiation is rich in  $\text{SiO}_2$ , the main oxide used for producing glass.

This study achieved the goal of producing a glass of soda-lime type from the fine fraction of the quartzite rock beneficiation. Technological characterization analyses were performed on this fine fraction residue. The mixture (quartz, sodium carbonate and calcium carbonate) calculated for the smelting tests resulted in a completely amorphous glass that, due to the presence of iron oxide in this residue, shows a light green color and a specific gravity required for the soda-lime glass industry.

Key-words: glass, tailing, residue, quartzite, glass industry.

---

<sup>1</sup> CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Ministério de Ciência e Tecnologia  
Av. Pedro Calmon, 900 - Cidade Universitária, CEP: 21941-908, Rio de Janeiro/RJ – Brasil  
mbabisk@cetem.gov.br

## 1. INTRODUÇÃO

A produção e o consumo de rochas ornamentais vêm aumentando anualmente e o Brasil está entre os maiores produtores mundiais. Do ponto de vista comercial, as rochas ornamentais e de revestimento são basicamente subdivididas em granitos e mármore. Como granitos, enquadram-se, genericamente, as rochas silicáticas, enquanto os mármore englobam as rochas carbonáticas. Alguns outros tipos litológicos, incluídos no campo das rochas ornamentais, são os quartzitos, os serpentinitos, os travertinos e as ardósias, também muito importantes setorialmente.

O quartzito é classificado, geologicamente, como uma rocha metamórfica, composto quase que inteiramente de grãos de quartzo. Sua origem está relacionada com ação de processos metamórficos desenvolvidos principalmente sobre rochas sedimentares ricas em quartzo, tais como arenitos e *cherts* (rochas ricas em sílica amorfa). De maneira subordinada, podem também derivar do metamorfismo de veios de quartzo ou de rochas vulcânicas muito silicosas.

Nas serrarias, as placas de quartzito são transformadas em lajes quadradas ou retangulares, de larguras padronizadas e comprimento livre, de forma a propiciar o seu maior aproveitamento. As aparas maiores são serradas gerando os filetes. Estes são os produtos de maior valor agregado e são destinados, em sua maioria, ao mercado interno e uma pequena parcela ao mercado externo. Nesta fase do beneficiamento são gerados dois rejeitos, um mais grosseiro, que é misturado aos da pedreira, e um extremamente fino, rico em SiO<sub>2</sub>, proveniente do desgaste da rocha durante o processo de corte com serras a diamante.

A importância do setor de rochas para a economia brasileira é indiscutível, porém estes resíduos gerados são dispostos de forma inadequada no meio ambiente, sem previsão de utilização ou reuso.

Vários trabalhos já foram realizados e há várias alternativas em estudo para utilização desses resíduos, sendo algumas delas já incorporadas a novos produtos e processos, como por exemplo, emprego desses resíduos em produtos para a construção civil (tijolos à base de cimento), em composições de cerâmica vermelha (telhas e tijolos), em artefatos de borracha (sem uso estrutural), na formulação de argamassas industriais, dentre outros.

Uma alternativa inovadora é a utilização de resíduos finos de serrarias, de rochas ornamentais, no desenvolvimento de vidros <sup>®</sup>, visto que esses resíduos de quartzito possuem, como constituinte majoritário, a sílica (SiO<sub>2</sub>), tendo portanto grande potencial para ser utilizado na fabricação de vidros, pois industrialmente, o conceito destes, pode-se restringir aos produtos resultantes da fusão de óxidos ou seus derivados e misturas, tendo geralmente como constituinte principal a sílica <sup>®</sup>.

Desta forma obtém-se uma destinação a este resíduo, agregando valor a ele e minimizando o seu impacto ambiental, como consequência tem-se também uma diminuição na utilização de areia aluvionar, outra atividade de extração mineral que apresenta forte perfil desfavorável ao meio ambiente. Este trabalho tem como objetivo desenvolver e caracterizar vidros sodo-cálcicos, que

são os mais comuns, e compreende, de longe, a família de vidros mais antiga e largamente utilizada, através do aproveitamento do resíduo fino de quartzito como fonte de sílica.

## 2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

O resíduo de quartzito utilizado neste trabalho foi coletado na região do-Seridó, na Paraíba. Foram utilizados como reagentes químicos tipos P.A.: carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

A caracterização do resíduo de quartzito, após quarteamento, foi realizada através de análise química por fluorescência de raios-X (FRX) utilizando espectrômetro BRUKER-AXS modelo S4-Explorer, equipado com tubo de Rh.

Para o desenvolvimento do vidro, a mistura das matérias primas foi feita de acordo com as quantidades calculadas desejadas do resíduo de quartzito e dos reagentes químicos, baseada na estrutura do vidro comum (sodo-cálcico), de largo emprego comercial. A mistura foi homogeneizada antes da fusão, após pesagem dos constituintes em balança analítica.

A mistura foi aquecida ao ar, em cadinho de alumina, em um forno de câmara, a uma temperatura de  $1500^\circ\text{C}$ , com taxa de aquecimento de  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ , por 2 horas, na tentativa de se garantir a homogeneidade e também simular o processo usualmente utilizado industrialmente, com exceção do tempo de residência.

O vidro obtido foi caracterizado quanto à densidade, pelo método de Arquimedes e análise de fases cristalinas por difração de raios-X, esta realizada em um equipamento Bruker-D4 endeavor, operando com radiação de  $\text{Co-K}\alpha$ , em uma varredura de  $5$  a  $80^\circ$  ( $2\theta$ ).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise, por fluorescência de raios-X, foi identificada a composição química do resíduo de quartzito, em % peso. A análise (Tabela I) revela que o  $\text{SiO}_2$ , principal óxido formador da rede vítrea, é o componente majoritário, seguido pela alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido intermediário, que na rede da sílica atua também como formador de rede.

Quantidades significantes de  $\text{CaO}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  foram encontrados, que na rede vítrea atuam como óxidos modificadores de rede, e são responsáveis por romper a estrutura vítrea, reduzindo assim a viscosidade e o ponto de fusão do vidro<sup>®</sup>. Teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  foram identificados, que neste trabalho terá papel fundamental, pois atua como colorante na formulação de vidro, e dá a cor verde ao vidro produzido.

Tabela 1: Composição química do resíduo de quartzito do Seridó.

Componentes	Teor (% peso)
SiO <sub>2</sub>	81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,4
CaO	0,57
K <sub>2</sub> O	4,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,2

Devido à perda de massa durante a fusão, pela decomposição dos carbonatos adicionados à mistura, a composição estudada, mostrada na Figura 1, foi calculada estequiometricamente, baseada na análise química do resíduo do quartzito.

A composição do vidro desenvolvido está dentro da faixa de composição de vidros sodo-cálcicos, em se tratando de valores de Na<sub>2</sub>O, que está entre 12 e 17% e de CaO entre 8 e 12 %, estrutura do vidro comum, família de vidros mais antiga e largamente utilizada e constituem a maior parte das garrafas, frascos, potes, janelas, bulbos e tubos de lâmpadas.

A mistura foi aquecida a 1500°C, por 2:00 h, apresentando-se totalmente fundida, resultando assim em um vidro de coloração verde claro bem homogêneo, devido a presença do óxido de ferro no resíduo, que atua como colorante, apresentado na Figura 2. O vidro não apresentava bolhas aprisionadas em sua espessura nem nas interfaces com o cadinho, porém apresentava trincas propagadas pelo resfriamento rápido.

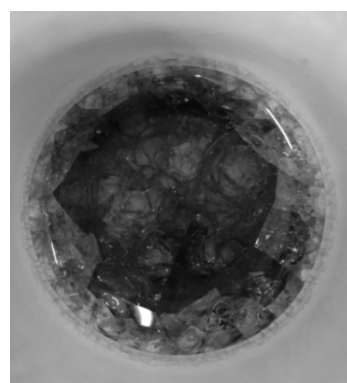
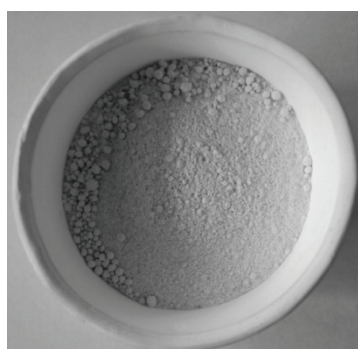


Figura 1: Imagem da mistura preparada (Resíduo de quartzito, carbonato de sódio e carbonato de cálcio).

Figura 2: Imagem do vidro de quartzito.

O difratograma de DRX (Figura 3) não apresenta nenhum pico de cristalização, mostrando um material completamente amorfo, indicando assim que foi obtida a vitrificação total da composição, pois diferente dos cristais, os vidros não possuem arranjo atômico regular e sistemático ao longo de distâncias atômicas relativamente grandes, por isso são referenciados como materiais amorfos (significando, literalmente, sem forma).

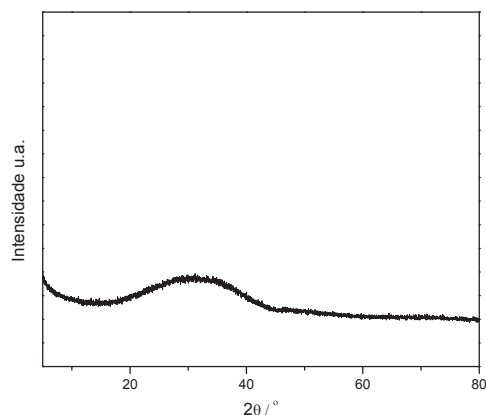


Figura 3: Difratograma de raios-x do vidro produzido.

O vidro apresentou uma densidade de  $2,51 \text{ g/cm}^3$  que é compatível com o valor citado na literatura. A densidade dos vidros é controlada pelo volume livre da rede vítrea e pelas massas dos íons presentes. Geralmente, a adição de espécies que entram nos interstícios da rede vítrea tenderá a aumentar a densidade, reduzindo o volume livre, portanto devido à presença dos óxidos modificadores de rede, os vidros sodo-cálcicos têm densidade nominal de  $2,5 \text{ g/cm}^3$ .

#### 4. CONCLUSÕES

A análise de caracterização tecnológica do resíduo de quartzito confirmou que a sílica ( $\text{SiO}_2$ ) é o óxido majoritário em sua composição.

Este trabalho alcançou seu objetivo de desenvolver um vidro do tipo sodo-cálcico utilizando resíduo de quartzito como única fonte de sílica na mistura. A composição preparada resultou em um vidro completamente amorfo. O vidro produzido apresentou densidade equivalente a de vidros sodo-cálcicos.

Observou-se que estes resíduos têm grande potencial de aplicação neste tipo de material, o que contribui ambientalmente em dois fatores, encontrando destinação aos resíduos que poluem ao serem lançados diretamente na natureza e também diminuindo a extração de areia para agregado da construção civil.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKERMAN, Mauro, Natureza Estrutura e Propriedades do Vidro, CETEV (Centro Técnico de Elaboração do Vidro), 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS - ABIROCHAS. Rochas Ornamentais no Século XXI. Disponível em: <<http://www.abirochas.com.br/br/index.html>>. Acesso em: 29 out. 2008.
- BABISK, M. P. Desenvolvimento de vidros sodo-cálcicos a partir de resíduos de rochas ornamentais. Dissertação (Mestrado em ciência dos materiais). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2009.
- CALLISTER, Willian D.. Ciência e engenharia de materiais: uma abordagem integrada. 2 ed. Rio de Janeiro, LTC, 2006.
- CARVALHO, E. A. ; Campos, A. R. ; Peiter, C. C. ; Rocha, J. C.. Aproveitamentos dos resíduos finos das serrarias de Santo Antônio de Pádua. III SRON – Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, Recife, PE, 2002.
- GONÇALVES, J. P. Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.
- HELMENSTINE, A. M.. Colored Glass Chemistry. About: Chemistry. Disponível em: <http://chemistry.about.com/cs/inorganic/a/aa032503a.htm> (capturado em 15 jun. 2009).
- MELLO, R. M. Utilização do resíduo proveniente do acabamento e manufatura de mármore e granitos como matéria-prima em cerâmica vermelha. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear - Aplicações Materiais). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, 2006.
- MENEZES, R. R.; H. S. Ferreira; G. de A. Neves; H. C. Ferreira. Uso de rejeitos de granitos como matérias-primas cerâmicas. Cerâmica 48 (306) Abr/Mai/Jun 2002
- SAINT GOBAIN. Propriedade e funções do vidro. Disponível: [www.saint-gobain.com.br](http://www.saint-gobain.com.br) (capturado em 9 fev. 2009)
- SHELBY, J. E.; Lacourse, W. C. ; Clare, A. G.. Ceramics and Glasses. New York State College of Ceramics, Alfred University. In: Engineered materials Handbook. Engineering properties of oxide glasses and other inorganic glasses, vol 4, pág 845 a 857.
- SICHIERI, E. P. ; Caram, R. ; Santos J. C. P.. Vidros na construção Civil. In: Isaia, Geraldo C. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais, vol 1, IBRACON 2007.
- SOUZA, E. T. A. de; Monteiro, S. N. ; Vieira, C. M. F.. Revestimento cerâmico com granito e argila caulínica. E.T. A. de Souza et al. / Cerâmica 50 (2004) 122-127