

## **Desenvolvimento de um novo compósito abrasivo de desbaste de rochas ornamentais**

DE AZEREDO, S.R.<sup>1</sup>; BOBROVNITCHII, G.S.<sup>1</sup>; GUIMARÃES, R.S.<sup>1</sup>; FILGUEIRA, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF

Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais – PPGECM

Av. Alberto Lamego, 2000, Campos dos Goytacazes/RJ. CEP: 28013-620.

e-mail: [urang@uenf.br](mailto:urang@uenf.br), [guerold@uenf.br](mailto:guerold@uenf.br), [renansg@yahoo.com.br](mailto:renansg@yahoo.com.br), [marcello@uenf.br](mailto:marcello@uenf.br)

---

### **RESUMO**

Coroas abrasivas são ferramentas de desbaste e polimento utilizadas no beneficiamento de pedras ornamentais, tais como mármore e granito, com o objetivo de promover acabamento final. Foram preparadas uma série de coroas a base de poliéster com 85, 80 e 75% (em peso) de sílica. Após a mistura da sílica abrasiva com a matriz de poliéster, procedeu-se a posterior cura em moldes com o formato das coroas industriais. Os testes finais foram feitos a nível industrial em empresa do ramo, os quais foram acompanhados via medidas de rugosidade do material trabalhado. A partir da diminuição nas dimensões da coroa abrasiva, e perda de massa, mediu-se o desgaste. Os resultados mostraram que as coroas abrasivas de sílica (quartzo) embebidas em poliéster, podem ser utilizadas como ferramentas abrasivas comerciais, resultando em um produto alternativo, de baixo custo e de qualidade satisfatória, quando comparadas às coroas comerciais de SiC-Sorel.

**Palavras chaves:** Coroas abrasivas, rugosidade, abrasão, sílica.

---

## **Development of a new abrasive composite for grinding dimension stones**

### **ABSTRACT**

Abrasive crowns are grinding (thinning) and polishing tools used on ornamental rock preparation, like marble and granite, with the objective of promoting a good finish. A series of crowns were prepared using polyester with 85, 80 and 75% (in weight) of silica in the form of quartz, cured in moulds in the shape of industrial crowns. The final tests were made using the industrial facilities of a company specializing in ornamental rock production. Measurements of the surface roughness were performed. The wearing performance of the abrasive crowns was assessed by measuring the reduction in its dimensions. The results showed that the silica (quartz) embedded in polyester crowns can be used as commercial abrasive tools resulting in an alternative product of satisfactory quality. The silica-polyester crowns presented a smaller weight loss than commercially available crowns, resulting in a longer useful life of the tool while providing a similar surface quality in the case of the 85% silica crowns.

**Keywords:** Abrasives crowns, roughness, abrasion, silicon oxide.

---

## **1 INTRODUÇÃO**

Para realização do polimento de rochas ornamentais, tais como os granitos e mármore, são usadas coroas (rebolos-sapatatas) abrasivas, que são fixadas em cabeçotes rotativos (satélites), onde o principal elemento abrasivo utilizado nestas coroas é o carbetto de silício - SiC, embebido em matriz de cimento de magnésio (Sorel) [1-3]. A superfície obtida neste tipo de acabamento é plana e lisa, utilizando-se para isso, sucessivas operações, em que a granulometria do abrasivo utilizado no rebolo decresce a cada operação. A caracterização da superfície é dada pela granulometria do último abrasivo utilizado [2-5].

Para essas operações, é necessário que se tenha um fluxo de água constante, para se eliminar os resíduos e também para refrigeração do sistema [1]. Quando se aplica uma cera virgem no polimento fino, obtém-se o “encerado” [2].

O lustro geralmente é obtido através de três maneiras distintas: através de uma coroa abrasiva “dak flash”, com a menor granulometria de todas as coroas; através de um prato de chumbo e um pó de óxido de estanho (potéia); ou através de um prato de feltro com algumas unidades de chumbo e glassox [5].

O presente trabalho visa o processamento de coroas abrasivas do sistema sílica-poliéster, fato inédito, e o estudo de seu desempenho de desbaste, e acabamento superficial atingido, em comparação com as coroas comerciais.

## 2 METODOLOGIA

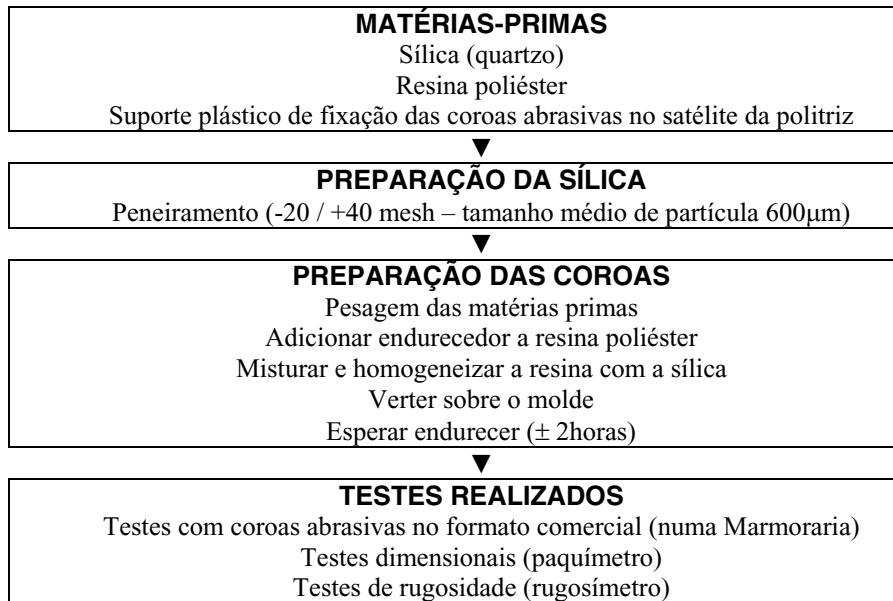
Nesta parte são apresentados os materiais e métodos de análise empregados na produção das coroas abrasivas de sílica (quartzo) embebidas em poliéster. A fig.1 fornece o fluxograma do processamento das coroas.

O processo de fabricação das coroas abrasivas de sílica-poliéster com padrão comercial consistiu das seguintes etapas sucessivas, descritas abaixo:

- 1) Obtenção de molde com padrão industrial, em indústria do ramo;
- 2) Peneiramento (entre 20 e 40 mesh) de uma quantidade suficiente de sílica para a confecção das 18 (dezoito) coroas abrasivas processadas;
- 3) Revestimento da superfície interna do molde com graxa, para facilitar a desmoldagem;
- 4) Inserção do suporte plástico comercial (de fixação das coroas abrasivas no satélite da politriz), dentro do molde;
- 5) Pesagem da sílica na proporção indicada para a confecção de um disco abrasivo para cada grupo de discos (675g; 760g; 850g);
- 6) Pesagem da resina na proporção indicada para a confecção de um disco abrasivo para cada grupo de discos (225g; 190g; 150g), em um recipiente separado da sílica;
- 7) Adição da proporção adequada de endurecedor à resina (5 gotas de endurecedor, para 5g de resina poliéster), e posterior mistura;
- 8) Adição da sílica (já pesada) à resina poliéster (com endurecedor), e posterior mistura até se obter boa homogeneização;
- 9) Verter à mistura (sílica + resina poliéster + endurecedor) sobre o molde;
- 10) Aguardar cura ( $\pm 2$  horas);
- 11) Desmoldar.

Após a cura e desmoldagem das coroas abrasivas, elas foram levadas a uma marmoraria (Marmoraria São Salvador – Campos/RJ), para que fossem realizados testes de caráter industrial. Os testes foram conduzidos utilizando uma placa de granito cinza andorinha (de aproximadamente 1,5m x 2,5m x 0,03m), que foi dividida em quatro partes aproximadamente iguais. Cada um destas partes da pedra de granito, foi desbastada por um dos 3 (três) grupos de coroas abrasivas de sílica-poliéster produzidas (grupo 1 – coroas abrasivas de 1 a 6 “75% de sílica e 25% de resina poliéster”; grupo 2 – coroas abrasivas de 7 a 12 “80% de sílica e 20% de resina poliéster”; grupo 3 – coroas abrasivas de 13 a 18 “85% de sílica e 15% de resina poliéster”), sendo a quarta parte desbastada por um grupo de coroas disponíveis no comércio (SiC-Sorel – grupo 4).

Inicialmente, foram efetuadas medidas dimensionais (altura e diâmetro), através de um paquímetro digital Mitutoyo – 0,01mm de resolução, de todas as 24 coroas abrasivas envolvidas no teste. Posteriormente, os testes práticos tiveram início, colocando-se por vez, cada grupo de coroas abrasivas no satélite da politriz, e efetuando-se por 3 (três) minutos o desbaste na região específica da placa de granito para cada grupo, sendo tal processo interrompido com 90 (noventa) segundos de desbaste, para que novas medidas de altura fossem realizadas, e prosseguindo posteriormente, até o final do tempo estabelecido, após as medições terem sido realizadas. Após o término dos testes, foram feitas novas medidas altura as 24 coroas abrasivas. O tempo de teste (3 minutos), foi estabelecido, mediante experiência prática do operador da politriz. A fig.2 mostra um grupo de coroas abrasivas preso ao satélite da politriz. A rugosidade da superfície da placa de granito foi medida com o auxílio de um rugosímetro Mitutoyo, de resolução 0,001mm. Microscopia ótica da superfície de pedaços da placa foi realizada em microscópio ótico Carl Jena Zeiss, em aumentos de 50X.



**Figura 1:** Fluxograma geral da metodologia empregada.



**Figura 2:** Detalhes de conjunto de 6 coroas – grupo 2 – montadas no satélite da politriz industrial, sobre placa de granito. Cada coroa gira a 100RPM, e suporta a força de 50kgf.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a tab.1 é possível observar que a diminuição de altura, causada pelo desgaste na ferramenta abrasiva, é muito maior no grupo 4 de coroas abrasivas, que corresponde as coroas abrasivas de SiC-Sorel utilizadas comercialmente. Sendo o desgaste causado nas coroas abrasivas de sílica-poliéster da ordem de até 28 vezes menor, que é observado para o grupo 1, que corresponde as coroas abrasivas de sílica-poliéster, com percentual de 75% de sílica e 25% de resina poliéster. Além deste resultado satisfatório obtido pelo grupo 1 de coroas abrasivas, os grupos de coroas 2 e 3 também obtiveram bons resultados no que diz respeito a desgaste da ferramenta, apresentando respectivamente um desgaste de 14 e 6 vezes menor, do que o causado na coroa abrasiva de SiC-Sorel.

Pode-se constatar que as coroas processadas neste trabalho, independentemente do teor de sílica (grupos 1 a 3), apresentaram resistência ao desgaste muito superior ao das coroas comerciais (grupo 4), uma vez que a redução de altura das mesmas foi muito inferior ao das comerciais. Obviamente, isto resulta em menor perda de massa destas coroas – conforme mostra a fig.3, e conseqüentemente, superior tempo de vida. Estes resultados se justificam pelo fato de que, apesar do SiC apresentar dureza da ordem do dobro da SiO<sub>2</sub>, o cimento Sorel é um material cerâmico friável, portanto frágil, apresentando baixa aderência com as partículas de SiC, resultando na soltura destas partículas durante a operação de desbaste. O poliéster, por ser

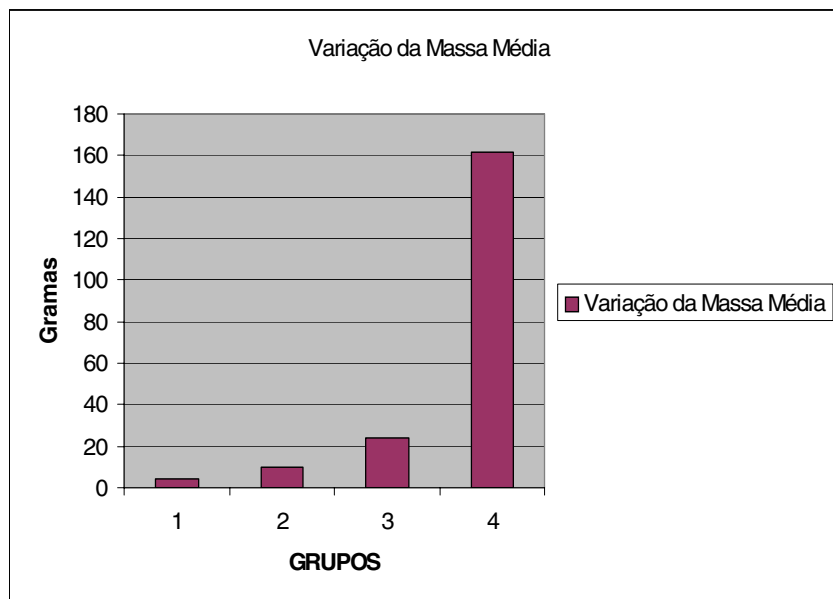
bastante elástico, atenua o carregamento da operação de trabalho, e ancora muito bem as partículas abrasivas – SiO<sub>2</sub> – no “bulk” da ferramenta.

**Tabela 1:** Diminuições de altura para os 4 grupos de coroas abrasivas utilizadas no teste de desgaste da pedra de granito na marmoraria. Os valores referem-se à média dos resultados para cada grupo com 6 coroas cada.

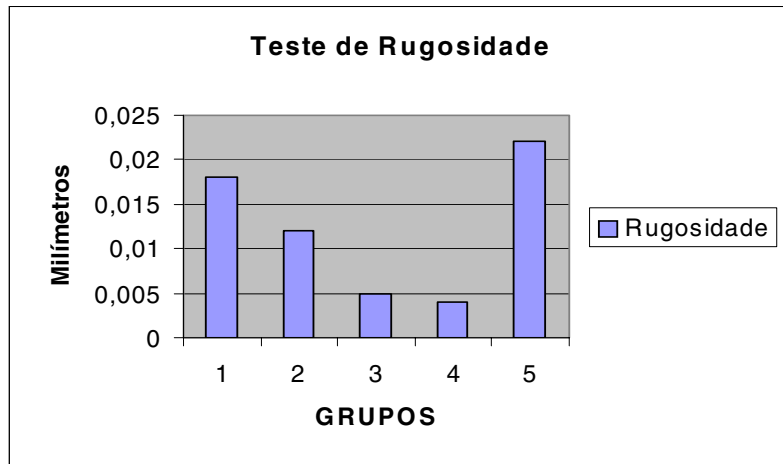
Medidas em Centímetros	Grupo	Diminuição de Altura 90 seg.	Diminuição de Altura 180 seg.	Diminuição de Altura Total
		1	0,17	0,15
2	0,41	0,23	0,64	
3	0,76	0,63	1,39	
4	4,57	4,43	9,00	

A figura 4 mostra os resultados de rugosidade da superfície das amostras de granito que foram submetidas ao desgaste dos 4 grupos de coroas abrasivas utilizadas no teste da marmoraria, correspondendo ao valor médio de 30 medidas para cada grupo. Podemos observar que as coroas de sílica 15%poliéster produziram nível de qualidade de superfície da mesma ordem da qualidade obtida com as coroas comerciais, o que foi comprovado via medidas de rugosidade. Cabe informar que o grupo 5 refere-se às medidas feitas na superfície do mesmo granito, no seu estado bruto de serragem – como recebido (antes das operações de desgaste). Pode-se também observar que as coroas do grupo 1 apresentaram resultados de rugosidade na placa de granito insatisfatórios, face à baixa quantidade de SiO<sub>2</sub> nas ferramentas, resultando em redução do desempenho de abrasão.

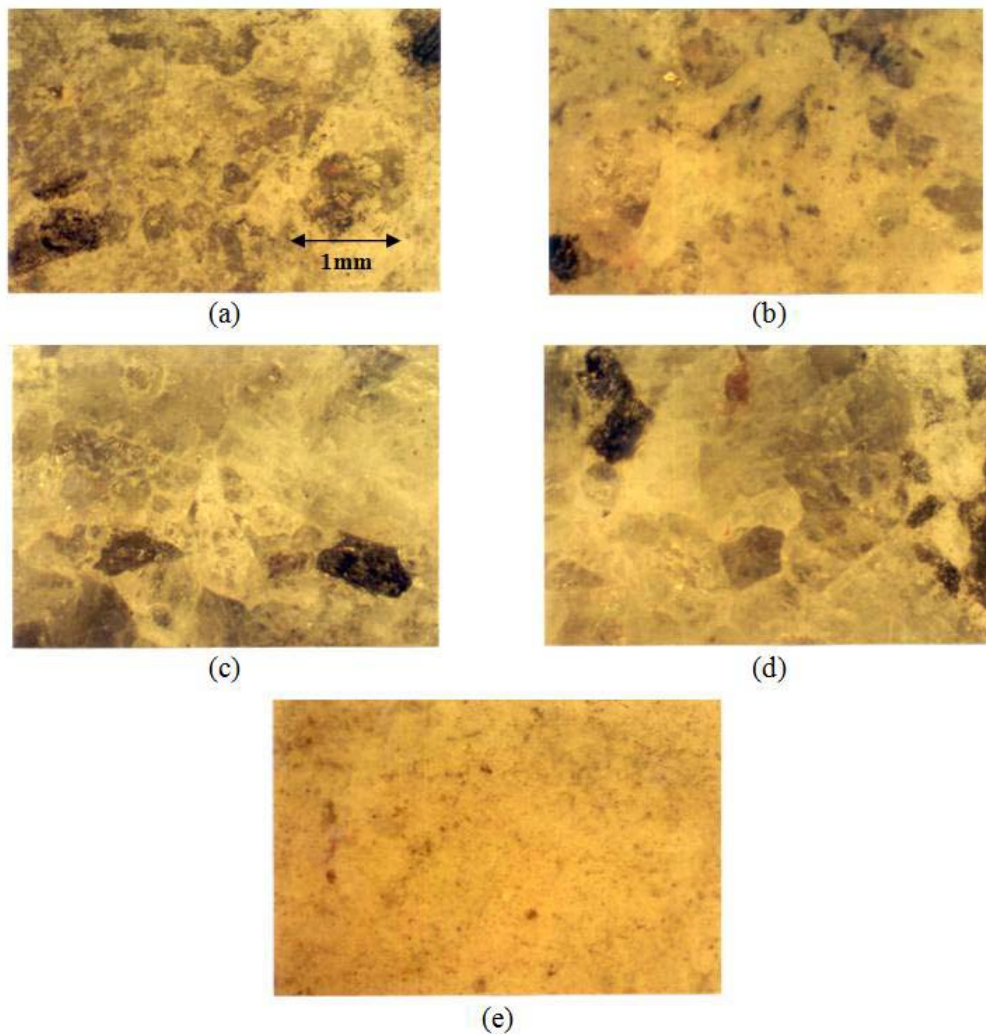
A fig.5 mostra claramente a evolução microestrutural da superfície da placa de granito sem desgaste, e desbastada com as coroas abrasivas aqui produzidas e com o conjunto de coroas comerciais. A fig.5.e apresenta uma superfície rugosa, sem qualquer definição granular, referente à superfície da placa de granito como recebida. Quando esta é desbastada, mesmo com coroas de baixo teor de abrasivo, observa-se alterações microestruturais, onde as coroas do grupo 1 mostra leve redução da rugosidade inicial, enquanto que o grupo 2 promoveu o início do surgimento dos grãos. Já as figs.5.c e d mostram microestruturas similares, sendo a fig.5.d um pouco mais nítida, no que tange a uma definição dos grãos satisfatória, para a operação de desgaste. Estes resultados de aspecto microestrutural estão em plena acordo com os resultados de rugosidade ora discutidos.



**Figura 3:** Gráfico caracterizando a perda de massa média, sofrida por cada grupo de coroas abrasivas.



**Figura 4:** Gráfico que ilustra os resultados de rugosidade da superfície das amostras de granito submetidas ao desbaste das coroas abrasivas.



**Figura 5:** Superfícies da placa de granito, desbastada com as coroas do grupo I (a), grupo 2 (b), grupo 3 (c), grupo 4 (d) e sem desbaste (e) – como recebida.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos testes dimensionais, através da diminuição de altura e perda de massa, sugerem que as coroas abrasivas (sílica-15%poliéster), apresentou resultados superiores aos apresentados pelas coroas abrasivas disponíveis atualmente no mercado, sendo estes relevantes resultados de desempenho destas ferramentas;

Através testes de rugosidade foi possível verificar que a qualidade de superfície produzida na placa de granito pelas coroas de sílica - 15%poliéster, é tão boa quanto a propiciada pelas coroas comerciais, apresentando respectivamente: 0,005mm e 0,004mm de variação média de profundidade (rugosidade), ou seja, ambas coroas propiciam acabamento similar;

Como resultado adicional, pode-se ainda enfatizar a economia de tempo de processamento, pois a rota convencional (para carbetto de silício imerso em uma matriz de cimento) leva cerca de 20 dias para que seja efetuada a cura das coroas abrasivas, ao passo que para a nova rota e materiais sugeridos neste trabalho, o tempo de cura é de aproximadamente 2 horas, o que pode vir a resultar em uma produtividade superior.

#### 5 BIBLIOGRAFIA

- [1] AZAMBUJA, J.C., DA Silva, Z.C.G., “Perfil analítico dos mármore e granitos”, *Boletim DNPM*, v. 1, n. 38, pp. 43-44, 1977.
- [2] CARUSO, L.G., “Pedras naturais – Extração, beneficiamento e aplicação”, *Rochas e Equipamentos*, 3º. Trim, n. 43, pp. 98-156, 1996.
- [3] CHIODE FILHO, C., “Aspectos Técnicos e Econômicos do Setor de Rochas Ornamentais”, *Série Estudos e Documentos*, Rio de Janeiro: CETEM-CNPq-MCT, n. 28, pp. 159, 1995.
- [4] FILGUEIRA, M., *Processamento de fios diamantados “In Situ”*, Tese de Doutorado, PPGECEM/UENF, Campos dos Goytacazes/RJ, pp. 157, 2000.
- [5] AZEREDO, S.R., “Processamento de um novo tipo de corôa abrasiva para aplicação no desbaste de pedras ornamentais”, In: *Anais do 57º Congresso Anual – Internacional da ABM*, 2002.