

PROCESSO METODOLÓGICO DE CONFEÇÃO DE PÉROLA DIAMANTADA COM A UTILIZAÇÃO DE RESINA VEGETAL

DOUGLAS BORTOLOTE MARCON

Aluno de Graduação de Eng. Minas, 8º período, IFES
Período PIBIC/CETEM: julho de 2012 a julho de 2013,
dmarcon@cetem.gov.br

FRANCISCO WILSON DE HOLLANDA VIDAL

Orientador, Engenheiro Minas, *D.Sc.*
fhollanda@cetem.gov.br

LEONARDO LUIZ LYRIO DA SILVEIRA

Coorientador, Geólogo, *D.Sc.*
leolysil@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Diante dos efeitos poluentes gerados nas indústrias, os governos mundiais tem grande motivação em incentivar a criação de novas tecnologias que empreguem materiais com menor impacto negativo ao meio ambiente. A utilização de materiais biodegradáveis vem sendo cada vez mais difundida em diferentes setores das atividades humanas. No tocante ao setor de rochas ornamentais o fio diamantado, insumo utilizado para o corte de rocha em pedreiras e na serragem de blocos, é formado por elementos abrasivos compostos por uma matriz de metais sinterizados que apresentam entre os seus componentes principais alguns metais pesados, como por exemplo, o cobalto. A possibilidade de utilização de um fio diamantado composto por produto de origem vegetal e sem toxicidade ao meio ambiente em muito poderá contribuir com a sustentabilidade do setor de rochas ornamentais. Este trabalho está inserido no projeto que desenvolve insumos utilizados no setor de rochas ornamentais mais ecoeficientes, sendo que a patente deste produto foi depositada pelo CETEM - MCTI no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) sob o número 102012032156-4.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é demonstrar o processo metodológico de confecção de elementos abrasivos para fio diamantado, conhecidos como pérolas diamantadas, utilizando a resina poliuretana de origem vegetal como elemento ligante, em substituição as ligas de pós metálicos sinterizados.

3. METODOLOGIA

Para a confecção da matriz diamantada utilizaram-se os materiais: resina poliuretana de origem vegetal como elemento ligante, diamante e carbetto de silício como elementos abrasivos e alumina branca e diamante como cargas. Os elementos abrasivos foram selecionados devido a sua grande utilização na indústria e durezas elevadas. Adotaram-se as cargas de alumina e diamante para conferir maior densidade, viscosidade e dureza ao ligante de resina vegetal.

Inicialmente os elementos abrasivos e cargas foram pesados com auxílio de uma balança de precisão 0,01 (Figura 1A). Posteriormente, colocaram-se estes materiais na estufa, para retirada da umidade higroscópica.

A resina poliuretana de origem vegetal é um produto gerado da interação de dois compósitos, polioli e pré polímero, que ao serem combinados tendem a enrijecer. Para homogeneização destes compósitos, misturaram-se em um recipiente e, após breve agitação, colocaram-se na bomba a vácuo para eliminação do CO₂ proveniente da reação.

Após a retirada da resina da bomba a vácuo, os abrasivos e cargas já resfriados, com o ajuda de um funil, foram adicionados ao recipiente contendo a resina. Agitou-se manualmente com uma espátula plástica, homogeneizando a combinação para que os abrasivos se distribuíssem

uniformemente por todo o volume da mistura (Figura 1B). A agitação foi realizada de forma contínua até a mistura ganhar consistência e não se conseguir mais a homogeneização. Todas as etapas do processo foram feitas individualmente para cada amostra, realizando-se um total de 14 amostras.

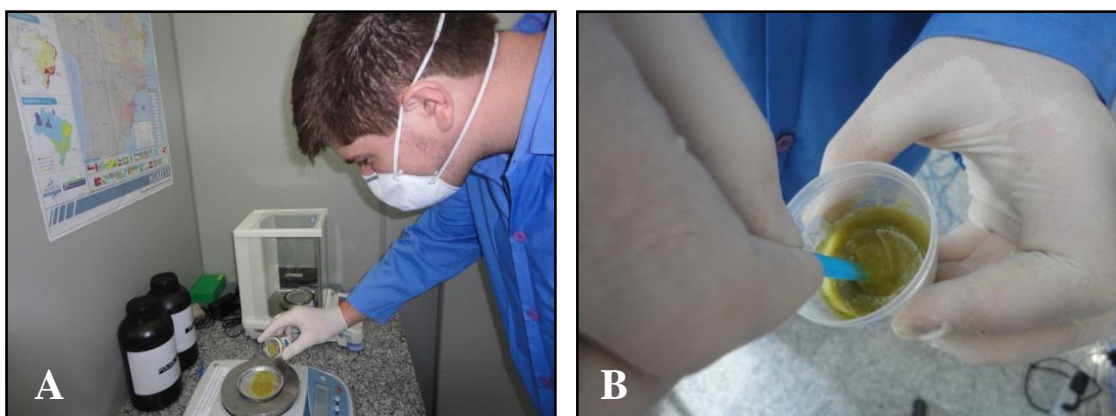


Figura 1. A) pesagem dos abrasivos e cargas; B) homogeneização dos compósitos.

As amostras permaneceram nos recipientes por 24 h, tempo no qual a mistura se mostrou totalmente curada. A resina formou discos com 45 mm de diâmetro e aproximadamente 13 mm de altura, dimensões estas, provenientes do formato do recipiente. Os discos prontos foram encaminhados para a confecção das pérolas.

Para a fabricação das pérolas, na empresa Itamil, foram extraídos cilindros com diâmetros de 11,4 mm, a partir dos discos gerados com a mistura curada. Para a extração dos cilindros foi utilizada uma perfuratriz, como pode ser observado na Figura 2.

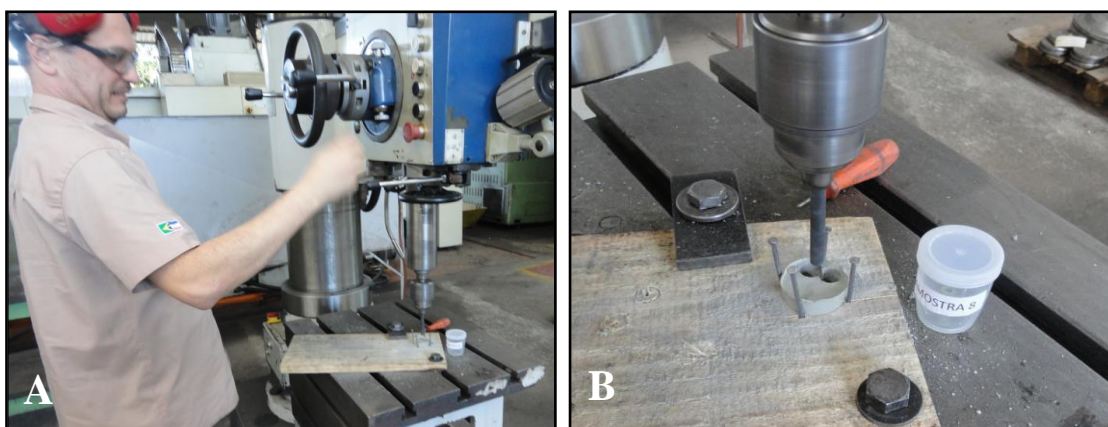


Figura 2. Extração dos cilindros. A) Perfuratriz sendo operada pelo técnico; B) detalhe do disco de mistura e a broca utilizada na extração dos cilindros.

Após a extração dos cilindros, realizou-se a retificação ortogonal ao eixo longitudinal destes, com ajuda de um torno, ficando os mesmos com o tamanho de 6 mm de comprimento. Também foi feita uma rosca interna nos cilindros com um diâmetro de 6 mm.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fio diamantado é a tecnologia de corte de rochas mais difundida no mundo, utilizando como elemento de corte as pérolas diamantadas, que consistem em segmentos anulares de diâmetro médio de 11,4 mm, comprimento de 6 mm e com uma rosca interna de diâmetro 6 mm. Atualmente as pérolas diamantadas são oriundas da Metalurgia do Pó, derivada da homogeneização de pó diamantado com pó metálico, em geral tungstênio, cobalto, cobalto-bronze, ferro-cobalto (FILGUEIRA; PINATTI, 2003 *apud* DE OLIVEIRA; FILGUEIRA, 2008). São constituídas por 3 elementos: **o suporte**, anel metálico, tem como função, suportar a matriz diamantada (ligante e diamante); **o elemento abrasivo**, neste caso, o diamante; e o

ligante , matriz na qual os diamantes são introduzidos e fixados. Entre os trabalhos que se pode citar sobre a tecnologia de fio diamantado tem-se: Caranassios e Pinheiro (2003), Cavazzana (2005), Marcon (2012), Regadas (2006), Vidal (1999).

De acordo com Turchetta (2003), o ligante tem duas funções distintas: suportar rigidamente os diamantes o tempo necessário pra que estes realizem o corte e ter uma dureza adequada para que a pérola possa ser desgastada de maneira que quando o diamante estiver no seu tamanho e forma final de sua vida útil seja destacado e substituído por outro diamante emergindo da matriz. A variação na proporção dos compósitos da resina vegetal (poliol e pré polímero) oferece características físicas e mecânicas específicas à resina. Neste contexto, foram feitas 3 variações nas proporções dos compósitos, que juntamente com a adição de carga, buscaram obter características físico-mecânicas que melhor atendessem às especificações do ligante. Na Tabela 1 verificam-se as variações na proporção de poliol/pré polímero, juntamente com os elementos de cargas e abrasivos utilizados.

Tabela 1. Compósitos utilizados na confecção da mistura.

Proporção poliol/pré polímero		0,80					1,00					0,90				
Amostras		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Carga	Alumina	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	
	Diam. W3-6	X	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	
	Diam. RB	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	X	
Abrasivo*	SFD30 - 35-40	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SFD30NI - 60-80	X	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
	SFD30NI -80-100	X	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	
	SFD30 - 80-100	X	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	
	SFD70 - 35-40	-	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	X	X	-	
	SFD30 - 60-80	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	
	SFD70 - 60-80	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	
	FRD-F - 60-80	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-	
	Carbeto de silício – 60	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X	
	Carbeto de silício – 36	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X	

Legenda. X: elementos presentes na amostra.

*A nomenclatura dos diamantes adotada é proposta pelo fabricante para definir a forma do grão, sua aplicação e a faixa granulométrica, como no exemplo, SFD30 - 35-40, a sigla (SFD30) indica o tipo de diamante, o formato do grão e sua aplicabilidade, a numeração (35-40) indica a faixa granulométrica em *mesh*.

O tempo de homogeneização da mistura mostrou-se uma variável importante no processo. Definiu-se um tempo total de 13 minutos, sendo 8 minutos de permanência da resina na bomba a vácuo para retirada do CO₂, proveniente da interação dos dois compósitos e os 5 minutos restantes, o tempo de homogeneização do abrasivo e cargas com a resina. Quanto ao tempo dos compósitos na bomba a vácuo, observou-se que períodos inferiores há 8 minutos se mostravam insatisfatórios quanto à remoção do CO₂, e com períodos superiores, a resina se aproximava do início do endurecimento o que dificultava a misturas das cargas e abrasivos. O tempo de 5 minutos na homogeneização de todos os compósitos foi o ideal pois, superior ao tempo total de 13 minutos, a mistura iniciava seu processo de cura adquirindo maior viscosidade o que impossibilitava a distribuição uniforme dos abrasivos na mistura.

O resultado final obtido do processo de confecção das pérolas foi um total de 28 pérolas. Na Figura 3 observam-se as pérolas prontas.

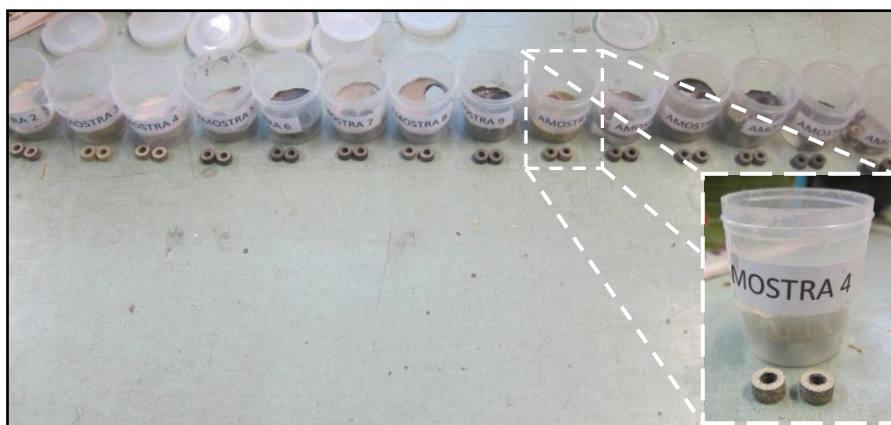


Figura 3. Pérolas confeccionadas com resina vegetal como elemento ligante.

As pérolas prontas foram testadas pelo Doutor Leonardo Luiz Lyrio da Silveira no *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura – DICAAR* da Universidade de Cagliari, na Itália, no equipamento de simulação de desgaste de pérolas para fio diamantado. Os resultados provenientes destes ensaios serão apresentados em outras publicações.

Faz-se necessária realização de pesquisas futuras, tais como: um estudo comparativo de rendimento entre as pérolas de resina vegetal e as pérolas sinterizadas, um estudo de viabilidade econômica das pérolas e o desenvolvimento de uma máquina de simulação de desgaste de pérolas diamantadas com uma cinemática mais específica para obter, assim, resultados que melhor se aproximem de uma situação real. Desta maneira, poderá verificar-se a potencialidade do uso da resina poliuretana como elemento ligante nas pérolas diamantadas, que se confirmado, contribuirá para diminuição do passivo ambiental gerado pela mineração conferindo uma maior ecoeficiência ao setor de rochas ornamentais.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Doutor Leonardo Luiz Lyrio da Silveira pela dedicação e tempo disponibilizados, à empresa ITAMIL – Itapemirim Mecânica Industrial, por disponibilizar equipamentos e confeccionar as pérolas, à empresa TRUST DIAMOND, pela doação dos diamantes, ao Núcleo Regional do Espírito Santo do CETEM e ao CNPq pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARANASSIOS, A.; PINHEIRO, J. R. (2003). **O emprego do fio diamantado na extração de rochas ornamentais: curso básico para operadores**. Cachoeiro de Itapemirim. CETEMAG.
- CAVAZZANA, E. **Modelo Teórico de um Fio Diamantado Para Corte de Mármore e Granito**. 2005. 43 f. Monografia - Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal Do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- DE OLIVEIRA, L.J.; FILGUEIRA, M.. Pérolas diamantadas obtidas por metalurgia do pó: Nacionalização da tecnologia. **Revista Matéria**, Campos Dos Goytacazes, v. 13, p.23-32, 2008.
- MARCON, D. B. **Utilização de Fio Diamantado na Lavra de Granitos Comerciais**. In: XX – Jornada de Iniciação Científica-CETEM, Rio de Janeiro, 2012. 4 p.
- REGADAS, I. C. M. C. (2006). **Aspectos Relacionados às Lavras de Granitos Ornamentais com Fio Diamantado no Norte do Estado do Espírito Santo, Brasil**. Tese de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. USP. 128p.
- TURCHETTA, S. **Tecnologie di Lavorazione Delle Pietre Naturali**. 2003. 261p. Tese (Doutorado) – *Universita Degli Studi di Cassino, Italy* (Europa).
- VIDAL, F.W.H. **Estudo dos Elementos Abrasivos de Fios Diamantados Para a Lavra de Granitos do Ceará**. Tese(Doutorado) – Escola politécnica da universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo. 1999.