

Avaliação da recuperação de diamantes do resíduo de serragem em teares multifio

Diamonds recovery evaluation of the rock sawing residues from multiwire machine

Phillipe Fernandes de Almeida

Bolsista PCI - Estruturante, Tecnólogo em Rochas Ornamentais, D.Sc.

Francisco Wilson Hollanda Vidal

Supervisor, Engenheiro de Minas, D.Sc.

Resumo

A serragem das rochas é uma etapa do beneficiamento que visa transformar os blocos extraídos em pedreiras em chapas com espessuras comerciais, realizado em larga escala pelo tear multifio diamantado. O resíduo gerado por este equipamento é uma lama composta basicamente por pó de rocha, elementos metálicos e micros cristais de diamante desprendidos do fio diamantado. O objetivo deste trabalho foi realizar ensaios de beneficiamento do resíduo proveniente do processo de serragem com fios diamantados para recuperação dos diamantes presentes na lama. Foram encontrados bons resultados de concentração de diamantes no sistema de tratamento de efluentes líquidos, onde as amostras foram coletadas. Tais resultados reforçam o potencial de recuperação de diamantes em resíduos do processo de serragem em teares multifio para confecção de novas pérolas e outras ferramentas diamantadas.

Palavras chave: rochas ornamentais, fio diamantado, diamante, tear.

Abstract

Rock sawing is a stage of stone processing that aims to transform the blocks extracted in the quarries into slabs of commercial thickness, carried out on a large scale by the multiwire diamond machine. The residue generated by this equipment is a mug composed basically of rock powder, metallic elements and diamond crystals detached from the diamond wire. The objective of this work was to process of the residue from the diamond wire sawing to recover the diamonds present in the effluents. The diamond concentration results found in the liquid effluent treatment system where the samples were collected were satisfactory. These results reinforce the potential for diamond recovery in residues from multiwire machines for making new diamond tools.

Key words: dimension stone, diamond wire, diamond, sawgang.

1. Introdução

A indústria das rochas ornamentais representa uma atividade responsável por um ganho considerável para a economia brasileira, impulsionada diretamente pelo segmento de revestimento e ornamentação da construção civil. Um dos principais pilares de sustentação do setor é a exportação dos materiais processados pelas etapas de serragem e polimento, que no ano de 2018, representaram 77,52% das exportações brasileiras, totalizando cerca de US\$ 769,4 milhões (ABIROCHAS, 2019).

A etapa de serragem, que visa transformar os blocos extraídos nas pedreiras em chapas com espessuras comerciais, é realizada em grande escala pelos teares multifio diamantados. Estima-se que no Brasil existam cerca de 1.500 teares em operação. Deste total cerca de 1.200 são multilâmina e o restante predominantemente multifio diamantado. (VIDAL, 2014). Acredita-se que até 2020, visando ao atendimento dos mercados interno e externo, a capacidade brasileira de serragem de chapas poderá superar 120 milhões de metros quadrados por ano, com cerca de 80% dessa capacidade representada por teares multifio diamantados (ABIROCHAS, 2018).

Apesar desta atividade econômica ser de grande importância para balança comercial brasileira, sua prática gera uma quantidade significativa de resíduos. No Brasil estima-se que são gerados anualmente cerca de 2 Mt de resíduos finos. O resíduo gerado, quando se considera o tear multifio, é uma lama composta basicamente por pó de rocha, elementos metálicos da matriz da pérola e alguns micros cristais de diamante desprendidos do fio diamantado. Ainda que seja um resíduo menos agressivo ao meio ambiente, quando comparado com o resultante da serragem com teares multilâmina, a presença de elementos metálicos provenientes da matriz das pérolas diamantadas, como o cobalto, por exemplo, pode apresentar um potencial poluidor para os aterros de resíduos. Desta forma é de grande importância o desenvolvimento de estudos que permitam avaliar a viabilidade técnica de substituição da matriz metálica da pérola diamantada por um componente com menor impacto ambiental.

No âmbito do desenvolvimento de pesquisas sobre as rochas ornamentais o Centro de Pesquisa Mineral, em seu Núcleo Regional do Espírito Santo - CETEM/NRES, vem desempenhando um papel importante em inovações tecnológicas, devido a sua vocação regional de maior produtor e exportador de mármore, granitos e outras rochas ornamentais brasileiras. Em sua linha de atuação, as pesquisas realizadas pelo NRES visam aumentar os parâmetros de sustentabilidade do setor, pelo desenvolvimento de equipamentos simuladores de processos para testes de insumos ecoeficientes, o tratamento e aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais dentro dos conceitos de economia circular.

Neste contexto, alguns trabalhos foram realizados no NRES, tendo o fio diamantado como objeto de estudo, desde a caracterização das pérolas, a recuperação do diamante presente nos resíduos de serrarias (SOUZA e VIDAL, 2013, 2014; EGRAMPHONTE et. al, 2018) e o desenvolvimento de pérolas de fio diamantado com matriz poliuretana elaborada a partir do óleo de mamona (MARCON, 2013), com base em uma patente desenvolvida pelo CETEM/NRES (BR 10 2012 032156 4, Depósito INPI 17/12/2012).

Partindo desta premissa, o presente trabalho visa analisar a viabilidade técnica de recuperação dos diamantes sintéticos presentes nos resíduos oriundos do processo de serragem em teares multifio diamantados, em prosseguimento as pesquisas realizadas pelo NRES. Esse estudo é a etapa inicial para o desenvolvimento de pérolas diamantadas confeccionadas à base de resina poliuretana de mamona e diamantes recuperados a partir do beneficiamento da lama da serragem dos blocos, e está inserida nos tópicos estruturantes e especiais do CETEM/NRES, que tem o intuito de desenvolver pesquisas tecnológicas visando aumentar a eficiência de produção de rochas ornamentais e a competitividade do setor, com sustentabilidade econômica, ambiental e social, buscando aperfeiçoar todas as etapas da cadeia produtiva do setor.

2. Objetivo

O objetivo do presente trabalho é analisar a viabilidade técnica de recuperação de diamantes por meio do beneficiamento de resíduo de teares multifio, utilizando as técnicas de flotação, separação em meio denso e separação magnética, para a utilização dos cristais em pesquisas posteriores, que visam realizar a confecção de pérolas diamantadas com matriz a base de resina poliuretana de mamona.

3. Material e Métodos

Em trabalhos anteriores que analisaram a viabilidade recuperação do diamante a partir dos resíduos do tear multifio, realizados por Souza e Vidal (2013, 2014) e Egramphonte et. al (2018), a coleta das amostras foram feitas diretamente nos teares multifio diamantados, com o uso de caixas receptoras instaladas abaixo do bloco em desdobramento. No presente estudo, a coleta foi realizada em uma empresa de Vargem Alta - ES, diretamente na caixa coletora do sistema de tratamento de efluentes da empresa, que precede o sistema de decantação da lama (Figura 1A e B) de 3 unidades de serragem de blocos. A amostra coletada foi seca em estufa a 100° C por 24 horas, homogeneizada e quarteada a fração de 4,789 k (Figura 1C). Esta alíquota foi peneirada a seco nas malhas 3,5, 10, 20 e 28 (Figura 2 A) e a úmido (Figura 2 B), nas malhas 35, 48, 65, 100. Este processo foi realizado para se confirmar em qual faixa granulométrica estaria presente os diamantes.



Figura 1. Coleta dos resíduos da serragem (A e B) e quarteamento das amostras para obtenção das alíquotas (C).



Figura 2. Peneiramento da amostra à seco (A) e a úmido (B).

Após essa etapa foi selecionado a faixa granulométrica entre as malhas 35 a 100, onde estava a concentração da maior parte dos diamantes em condições de aproveitamento. Desta forma, foi obtido uma amostra com 675 gramas para o beneficiamento. Por se tratar de um resíduo composto em grande parte por minerais com densidades inferiores a 2,7, dentre eles, quartzo e feldspatos, e como a densidade do diamante sintético é 3,51, realizou-se a separação da parte densa do resíduo (Figura 3C), composto por elementos metálicos e diamantes, por meio das técnicas de flotação (Figura 3A) e concentrações em meio denso utilizando bromofórmio (CHBr₃) (Figura 3B). A parte magnética foi retirada do resíduo final com o auxílio de ímã de mão (Figura 4), obtendo-se assim a massa de diamantes.

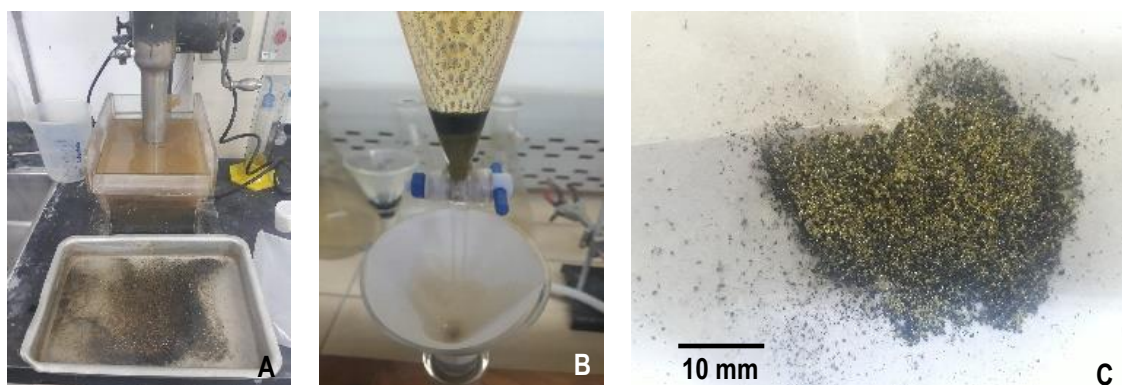


Figura 3. Obtenção da parte densa do resíduo: Flotação do resíduo (A), concentração em meio denso (B) e produto final obtido estes dois processos (C).

4. Resultados e Discussão

As tabelas seguir mostram os resultados da flotação dos resíduos (Tabela 1) e a separação em meio denso e separação magnética com ímã de mão (Tabela 2). Nota-se uma concentração de elementos densos no ensaio de flotação de 0,78 % do total do resíduo, oriundo de minerais componentes da rocha, diamantes e fragmentos metálicos da matriz das pérolas diamantadas.

Tabela 1. Resultado da flotação dos resíduos.

Produtos	Peso (g)	Peso (%)
Concentrado.	5,20	0,78
Rejeito	665,32	99,22
Total	670,52	100,00

Tabela 2. Resultados obtidos pela separação em meio denso e magnética.

Separação em líquido denso (d = 2, 81 g/ml)				Separação Magnética - Imã de mão			
Flutuado		Afundado		Magnético		Não Magnético	
m(g)	m(%)	m(g)	m(%)	m(g)	m(%)	m(g)	m(%)
0,6190	11,90	4,5500	87,50	0,0532	1,17	4,4020	96,75
Recuperação de Diamantes		m (g) :	4,4020	kg / t :	6.565		

O processo de obtenção do diamante por meio dos ensaios utilizados na presente pesquisa ocorreu de forma satisfatória, mostrando que a utilização dos equipamentos de concentração, nesta forma sequencial, promoveu a separação bem selecionada do diamante da massa do resíduo da serragem (Figura 4). A concentração final do diamante foi da ordem de 0,6% do total do resíduo beneficiado. Analisando essa massa obtida por meio de uma regra de três, pode-se concluir que a concentração de diamante neste resíduo beneficiado é da ordem de 6,5 kg/T.

Nos estudos realizados por Souza e Vidal (2013, 2014) e Egramphonte et. al (2018), os autores obtiveram a concentração de diamante da ordem 44,86 g/T e 60,6 g/T, respectivamente. Comparando os resultados destas pesquisas com os obtidos pelos ensaios aqui apresentados, nota-se que a concentração de diamante foi consideravelmente superior, sendo aproximadamente 100 vezes maior que os estudos anteriores. Tal fato é resultante do ponto de coleta dos resíduos, que foi realizada diretamente na caixa coletora de efluentes sólidos do tear, onde concentrou-se os fragmentos mais densos de resíduos de 3 teares, como os elementos metálicos e os diamantes, depositados ao longo de vários processos de serragem. Cabe ressaltar que a concentração de diamantes em resíduos de teares multifio pode ser influenciada diretamente pela concentração de diamantes na fabricação das pérolas dos fios. De acordo dados obtidos no estudo realizado por Egramphonte et. al (2018), em que os autores caracterizaram pérolas de alguns dos principais fios diamantados do setor de rochas, a concentração dos diamantes em relação à massa total da pérola pode variar entre 2 a 6 % por fabricante.

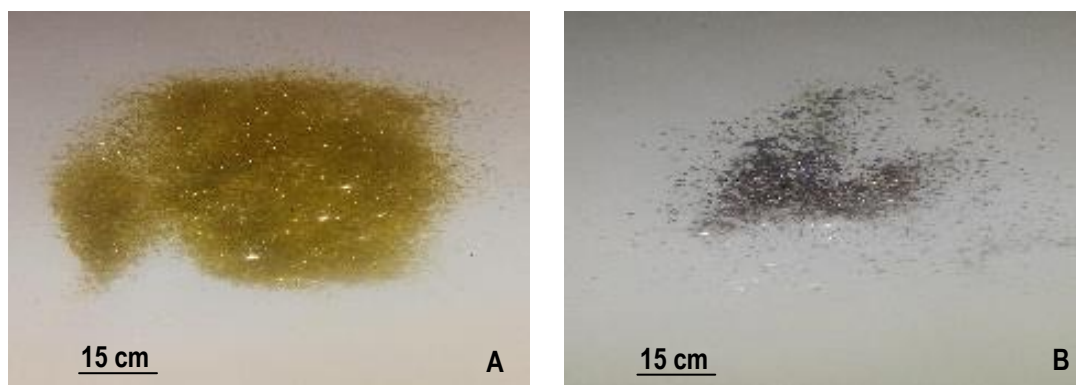


Figura 4. Diamante recuperado após as etapas de tratamento (A) e elementos metálicos separados pelo imã de mão (C).

Para a confirmação mais acurada da concentração de diamantes por tonelada de resíduo, será realizada uma nova campanha de coleta de amostras após a limpeza total das caixas coletoras de efluentes e com um número de serradas pré-determinados. Os próximos passos da presente pesquisa englobarão ensaios de caracterização dos diamantes recuperados e de diamantes extraídos de pérolas diamantadas novas, por meio de análise de forma e distribuição granulométrica dos cristais, bem como a realização de imageamento das amostras por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para análise da integridade física dos cristais.

5. Conclusão

A metodologia de obtenção dos diamantes recuperados pelo beneficiamento do resíduo dos teares multifio diamantados mostrou-se viável do ponto de vista técnico, pela adoção da metodologia aplicada. Caso a alta concentração de diamante obtida na pesquisa for confirmada, bem como a integridade física dos cristais de diamante, a adoção da presente metodologia de beneficiamento dos resíduos em nível industrial poderá ser economicamente viável. Além disto, os diamantes recuperados poderão ser destinados à outras indústrias que fabricam ferramentas diamantadas, como rebole abrasivos para polimento de rochas, lixas e discos diamantados.

Os parâmetros obtidos pela presente pesquisa servirão de base para o desenvolvimento, dentro da linha estruturante do CETEM/NRES, de confecção de pérolas diamantadas, elaboradas com a resina poliuretana à base de óleo de mamona, que serão testadas em equipamento em desenvolvimento pelo NRES que simula o desgaste de pérolas diamantadas.

6. Agradecimento

Ao CNPq pela bolsa concedida, ao colega bolsista CNPq/PIBIT do NRES Gustavo Egramphonte pela realização, auxílio nos ensaios laboratoriais e interpretação dos dados, ao técnico do CETEM Carlos Alberto pela realização dos ensaios de concentração e à Empresa Gramalto, pelo fornecimento dos materiais da presente pesquisa.

7. Referências Bibliográficas

ABIROCHAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **Estudo da competitividade brasileira no setor de rochas ornamentais e de revestimento: estratégia para uma política nacional de desenvolvimento setorial**. Brasília, DF, ISBN: 978-85-45530-00-8. 166p. 2018

ABIROCHAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **Balanco das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2018**. Informe 01/2019. 18p. 2019

EGRAMPHONTE, G.; VIDAL, F.W.H.; SILVEIRA, L.L.L.; **Análise qualitativa dos diamantes oriundos dos resíduos de teares multifios para fins de reaproveitamento**. In: XXVII Jornada de Iniciação Científica e III Jornada de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, CETEM-MCTI, Rio de Janeiro, Brasil, 5p., 2018.

SOUZA, D.V.; VIDAL, F.W.H. **Análise da recuperação do diamante oriundo do resíduo de teares multifio**. In: XXI Jornada de Iniciação Científica, CETEM-MCTI, Rio de Janeiro, Brasil, 4p., 2013.

SOUZA, D.V.; VIDAL, F.W.H. **Análise da recuperação do diamante oriundo do resíduo de teares multifio**. In: XXII Jornada de Iniciação Científica, CETEM-MCTI, Rio de Janeiro, Brasil, 3p., 2014.

VIDAL, F.W.H. **As rochas ornamentais na história. Tecnologia de Rochas Ornamentais: pesquisa, Lavra e Beneficiamento**. 1ed. 2014, p. 17-42, 2014.