

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS DIAMANTES SINTÉTICOS FLOTADOS, PROVENIENTES DE RESÍDUOS DE TEARES MULTIFIO.

EVALUATION OF THE QUALITY OF FLOAT SYNTHETIC DIAMONDS FROM MULTIWIRE LOOM WASTE.

Lavinia da Veiga Tonolli

Aluna de Graduação em Geologia, 5º período, UFES
Período PIBIC ou PIBITI/CETEM: janeiro de 2022 a julho de 2022
lavinia.vt4@hotmail.com

Francisco Wilson Hollanda Vidal

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

Phillipe Fernandes de Almeida

Coorientador, Tecnólogo em Rochas Ornamentais, D.Sc.
palmeida@cetem.gov.br

RESUMO

Nos últimos anos, a utilização dos teares multifios tem apresentado um crescimento acentuado no parque industrial de rochas ornamentais do Brasil. O principal constituinte dos fios presentes nos teares multifios é o diamante sintético, que através da sua ação abrasiva, realiza o desdobramento dos blocos em chapas. Esta ação, gera um resíduo fino composto essencialmente por água, pó de rocha e cristais de diamante. Nesse contexto, o Centro de Tecnologia Mineral, em seu Núcleo Regional do Espírito Santo - CETEM/NRES, tem realizado atualmente, estudos sobre a recuperação e aproveitamento destes diamantes sintéticos presentes no resíduo fino. Esta recuperação se mostrou viável, por meio da utilização de técnicas de concentração gravimétrica e flotação. Aplicando a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), foi possível realizar o imageamento das amostras recuperadas de diamantes sintéticos, a fim de verificar a qualidade dos diamantes flotados. As informações geradas pelo imageamento foram promissoras, mostrando que os diamantes sintéticos recuperados apresentam potencial para o reaproveitamento.

Palavras-chave: Diamantes sintéticos, recuperação, imageamento, qualidade.

ABSTRACT

In the last few years, the use of multi-thread looms has presented an accentuated growth in the industrial park of ornamental rocks in Brazil. The main constituent of the yarns present in the multistrand looms is synthetic diamond, which, through its abrasive action, performs the splitting of the blocks into slabs. This action generates a fine residue composed essentially of water, rock dust and diamond crystals. In this context, the Center for Mineral Technology, in its Espírito Santo Regional Center - CETEM/NRES, has currently been conducting studies on the recovery and utilization of these synthetic diamonds present in the fine residue. This recovery has proven to be feasible, through the use of gravimetric concentration and flotation techniques. By applying the Scanning Electron Microscopy (SEM), it was possible to image the recovered samples of synthetic diamonds, in order to verify the quality of the floated diamonds. The information generated by the imaging was promising, showing that the recovered synthetic diamonds have potential for reuse.

Keywords: Synthetic diamonds, recovery, imaging, quality.

1. INTRODUÇÃO

Uma das etapas associada ao ciclo produtivo das rochas ornamentais é definida como beneficiamento. O beneficiamento consiste na transformação dos blocos extraídos na fase de lavra em chapas, através do processo de serragem ou desdobramento. A serragem pode ser realizada por meio de teares multilâminas ou multifios diamantados. A tecnologia do tear multifio diamantado, ao passar do tempo, foi ganhando destaque devido a sua produtividade superior. Esta tecnologia é constituída por um cabo de aço, sobre o qual são fixadas pérolas diamantadas sintéticas, distanciadas entre si por um plástico ou borracha. A ação da serragem, acontece pelo movimento vertical descendente realizado pelo fio diamantado, que atua como um abrasivo (SOUZA; VIDAL; CASTRO 2012; ALENCAR, 2013).

Durante a etapa de serragem com a utilização do tear multifio, é gerado um resíduo fino composto por água, pó de rocha e cristais de diamante, que são desprendidos da pérola diamantada durante este processo. Segundo Silveira et al. (2014), o volume de resíduo fino gerado corresponde, em média, a 26% do volume inicial do bloco. Pensando na redução dos impactos ambientais gerados e no aproveitamento deste resíduo, o Núcleo Regional do Espírito Santo - NRES, vem realizando pesquisas baseadas na recuperação dos diamantes sintéticos contidos no resíduo fino, por meio das técnicas de beneficiamento de minérios, destacando a concentração gravimétrica e a flotação (SILVEIRA; VIDAL; SOUZA, 2014).

Ao longo do tempo, estudos foram sendo realizados com o intuito de determinar os melhores parâmetros de flotação, a fim de recuperar uma quantidade significativa de diamantes. O estudo de Alves et al. (2021) exibiu parâmetros promissores para a determinação dos procedimentos de flotação para esta finalidade. Além disso, os resíduos finos gerados por rochas classificadas como Granito e Quartzito estão sendo caracterizados, com o propósito de definir os processamentos mais viáveis para a recuperação do diamante.

Dando continuidade as pesquisas envolvendo a recuperação dos diamantes sintéticos oriundos dos resíduos de teares multifios, este trabalho buscou avaliar a qualidade física dos diamantes, principalmente em relação a integridade do seu hábito. Tal avaliação foi realizada por meio do imageamento das amostras de diamante, utilizando a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), que emite uma alta resolução, capaz de permitir a análise das feições externas do diamante.02

2. OBJETIVOS

Analisar as características físicas do diamante sintético recuperado por meio do imageamento utilizando a Microscopia Eletrônica de Varredura, e realizar a caracterização tecnológica de resíduos finos silicatados, gerados por rochas comercialmente conhecidas como Granito e Quartzito.

3. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica com o intuito de validar as etapas anteriores a flotação. Segundo Egramphonte et al. (2020) e Alves et al. (2021), as etapas que antecedem a flotação se resumem em: análise granulométrica, através do peneiramento à úmido, utilizando as seguintes sequências Tyler de peneiras 28 #, 35 #, 48 #, 65 #, 100 # e 150 #; separação magnética, utilizando ímã de mão, com o objetivo de separar minerais ferromagnéticos e diamagnéticos, como é o caso do diamante sintético; concentração em meio denso, que consiste na separação dos minerais de diferentes densidades, utilizando um meio com densidade intermediária, como é o caso do Bromofórmio. Este, apresenta densidade igual a 2,89 g/cm³, enquanto o diamante possui densidade de aproximadamente 3,6g/cm³ (EGRAMPHONTE; VIDAL; ALMEIDA, 2020).

A diferença de densidade entre o meio denso e o diamante, nesse caso, resulta no afundamento do diamante, dessa forma, sua concentração se encontra na faixa dos afundados. Ainda, Segundo Almeida e Vidal (2019), a concentração de diamantes em condições de recuperação é acumulada entre as faixas 35 a 100 #, por este motivo, na Tabela 1, foram descartadas as quantidades superiores a 28 # e inferiores a 150 #.

Na Tabela 1 é possível verificar o resultado das etapas anteriores a flotação, utilizando 0,960 gramas de uma amostra de resíduo fino, proveniente do desdobramento de um bloco de granito no tear multifio.

Tabela 1: Resultados finais após os processos de análise granulométrica, separação magnética e concentração em meio denso.

Granulometria (mesh)	+28	-28+35	-35+48	-48+65	-65+100	-100+150	-150
Peso inicial (g)	13,42	4,37	2,82	3,44	9,63	37,95	-
Peso após sep.	11,53	3,95	2,60	3,24	9,43	37,11	-
Magnética (g)							
Peso após meio denso – flutuado (g)	-	3,27	2,24	2,31	7,31	25,88	-
Peso após meio denso – afundado (g)	-	0,88	0,57	0,76	2,10	10,08	-

Após a finalização das etapas definidas como pré flotação, as amostras separadas por granulometria, foram submetidas a última etapa de concentração e recuperação, que visa a concentração por meio da flotação. A pesquisa de Alves et al. (2021) realizou ensaios de flotação que buscaram estabelecer as melhores variáveis para o procedimento, visando a obtenção dos diamantes. Estas variáveis foram definidas como: velocidade inicial de 800rpm, 2 minutos como tempo de ação do espumante, 1000 rpm de rotação final e 5 minutos como tempo de coleta. Estudos preliminares avaliaram, que após a finalização da flotação utilizando essas variáveis, a estimativa de recuperação dos diamantes contabilizou a ordem 474 g/t. Na Imagem 1 é possível verificar a concentração de diamantes sintéticos (identificados na cor amarela) após a flotação.

Os diamantes sintéticos presentes no resíduo fino gerado por rochas classificadas como Quartzito não seguiram a mesma linha de recuperação, tendo em vista que as características de granulometria apresentaram, através da caracterização tecnológica de quatro amostras diferentes, que cerca de 98% da sua totalidade está concentrada abaixo de 150#.



Figura 1: Diamantes recuperados por meio da flotação.

A etapa posterior a flotação, consiste em avaliar a qualidade dos diamantes flotados, a fim de analisar suas faces, determinando possíveis zonas de fraturamento e alterações que impeçam o seu aproveitamento. Nesta etapa, foram avaliados, também, diamantes sintéticos novos de fábrica, com o intuito de comparar as características encontradas em ambas as amostras. Esta avaliação foi realizada pelo imageamento das amostras de diamante sintéticos por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura. De acordo com Henriques (2019), o microscópio eletrônico de varredura (MEV), é um dos mais versáteis instrumentos disponíveis para a observação e análise das características microestruturais de materiais sólidos. Sua tecnologia conta com um feixe de elétrons no lugar de fótons - que são utilizados em um microscópio óptico convencional, o que permite solucionar o problema de resolução relacionado com a fonte de luz branca (DEDAVID; GOMES; MACHADO, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatado, através da análise das imagens geradas pelo Microscópio Eletrônico de Varredura, que mesmo após o desprendimento dos diamantes sintéticos das pérolas diamantadas durante a serragem, e após os processos de recuperação, as amostras de diamantes recuperados pelos estudos tenderam a manter suas características originais de fábrica, sem zonas de fraturamento relevantes e a conservação de um hábito tendendo a dodecaédrico. Na Figura 2 é possível observar diamantes após a recuperação e diamantes de fábrica.

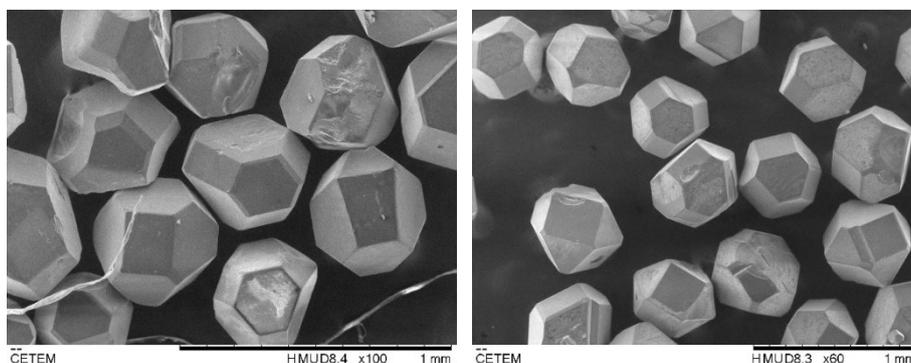


Figura 2: Diamantes após a recuperação e diamantes novos de fábrica.

5. CONCLUSÕES

Através da análise e comparação entre os diamantes sintéticos recuperados e os novos de fábrica, pode-se concluir que, os diamantes recuperados pelo processo de flotação mantiveram as suas características físicas, desejáveis para o seu reaproveitamento.

Os resultados demonstrados pelo presente estudo contribuem para a validação da prática de recuperação de diamantes. Logo, as técnicas de recuperação, apresentam potencial de implementação, visando a criação de um novo segmento para o setor de rochas ornamentais, que além de contribuir com a redução de impactos ambientais gerados pela deposição dos resíduos finos em aterros, contribuirá para a economia circular.

Do ponto de vista técnico, sabe-se que a metodologia aplicada para recuperação dos diamantes é viável, abrindo a possibilidade de um estudo mais aprofundado sobre a viabilidade econômica da aplicação de tal metodologia, sendo esta, uma possível temática para continuação da pesquisa. Além disso, o presente estudo avaliou que, no caso de resíduos finos gerados a partir do desdobramento de blocos de Quartzito, o uso da flotação não é viável, abrindo espaço para pesquisas mais aprofundadas acerca da recuperação de diamantes sintéticos nesse tipo de resíduo.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida (Processo: 100566/2022-7), ao CETEM, nas figuras do meu orientador Dr. Francisco Hollanda Vidal e do Dr. Phillipe Fernandes de Almeida, pela oportunidade e todo o aprendizado compartilhado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, C. R. A. Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no Espírito Santo: rochas ornamentais. Instituto Euvaldo Lodi – Regional do Espírito Santo. Cachoeiro de Itapemirim/ES: IEL, 2013. 242 p.: il. color. Disponível em: <<https://www.sindirochas.com/arquivos/manualrochas.pdf>>.

ALMEIDA, P. F.; VIDAL, F. W. H. Avaliação da recuperação de diamantes do resíduo de serragem em teares multifio. In: Jornada do Programa de Capacitação Interna do CETEM, 8. Rio de Janeiro, Anais...Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2019.

ALVES, D. T; VIDAL, F. W. H. ALMEIDA, P. F. Flotação de diamantes sintéticos provenientes do resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2021, Rio de Janeiro, CETEM, 2021.

DEDAVID, B. A; GOMES, C. I; MACHADO, G. Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. EdIPUCRS, 2007.

EGRAMPHONTE, G.; VIDAL, F. W. H. ALMEIDA, P. F. Caracterização química do resíduo de serragem em teares multifio para fins de recuperação dos diamantes sintéticos em Espiral de Humphreys = Chemical characterization of residue from multi wire saw machine for the purpose of recovery of synthetic diamonds in Humphreys Spiral. In: ANAIS DA JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2020. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2020. p. 59-63.

HENRIQUES, R. L. Utilização da microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliação da ação de cloretos em compósitos de matriz cimentícia. UFMG, 2019.

SILVEIRA, L. L. L.; VIDAL, F. W. H.; SOUZA, J. C. Beneficiamento de rochas ornamentais. In: Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014. Cap.7, p.329-398.

SOUZA, D. V.; VIDAL, F. W. H.; CASTRO, N. F. Estudo comparativo da utilização de teares multilâmina e multifio no beneficiamento de rochas ornamentais. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2012., Rio de Janeiro, CETEM, 2012.