

FLOTAÇÃO DE DIAMANTES SINTÉTICOS PROVENIENTES DO RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

FLOTATION OF SYNTHETIC DIAMONDS FROM THE RESIDUE OF DIMENSION STONES SAWING

Daniela Tomaz Alves

Aluna de Graduação em Engenharia de Minas do 10º período, IFES
Período PIBIC ou PIBITI/CETEM : janeiro de 2021 a julho de 2021
daniela.alves1@outlook.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 vem sendo realizado estudos para o aproveitamento dos diamantes sintéticos contidos nos resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais oriundos da serragem de blocos em teares multifio. Dando sequência a esses estudos, com base na rota de processo definida por flotação, foram estudadas as variáveis do processo para a definição da melhor metodologia de ensaio. As variáveis estudadas foram, a saber: velocidade de rotação e o tempo de condicionamento, adsorção dos reagentes nas partículas de diamantes sintéticos, e o tempo de flotação. Os resultados mostraram que a variação dos parâmetros de ensaios foi essencial para se obter um concentrado com o maior teor possível de diamante sintético no material flotado, tendo as variáveis adotadas explícitas no teste E como mais eficientes, sendo elas: rotação de condicionamento 800rpm, tempo total de adsorção dos reagentes de 5 minutos, velocidade de rotação final de 1000rpm e tempo de flotação 5 minutos, totalizando 10 minutos de ensaio. Assim, a condução dos testes foi bastante promissora para a determinação de procedimentos dos ensaios que vão nortear a realização de trabalhos futuros com a aplicação de ferramentas estatísticas para a avaliação da eficiência da flotação com base em planejamento fatorial de experimentos.

Palavras chave: diamante sintético, flotação, resíduo.

ABSTRACT

In recent years, studies have been carried out regarding the use of synthetic diamonds contained in the dimension stone processing waste coming from sawing process on multiwire machines. Following these studies, the process variables were analyzed to define the best test methodology. The variables studied were: rotation speed and conditioning time, adsorption of reagents on synthetic diamond particles and flotation time. The results showed that the variation of the test parameters was essential to obtain a concentrate with the highest content of synthetic diamond in float material. The variables adopted in E test were more efficient, using condition time of 800rpm, adsorption total time of 5 minutes, final rotation of 1000 rpm and flotation time of 5 minutes. Thus, the conduction of the tests was very promising for the determination of test procedures that will guide the performance of future works with the application of statistical tools to evaluate flotation's efficiency based on a factorial design of experiments.

Keywords: synthetic diamond, flotation, waste.

1. INTRODUÇÃO

As rochas ornamentais e de revestimento, abrangem os tipos litológicos que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados e beneficiados em formas variadas. 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. Chiodi Filho e Kistemann (2014) estimaram que até o ano de 2020 o número de teares multifio representaria 1/3 da capacidade de produção de serragem de chapas. No entanto as expectativas foram superadas já no ano de 2019 (ABIROCHAS, 2018). Atualmente o parque industrial brasileiro é formado por, aproximadamente, 1.066 teares convencionais, 384 teares multifios (ROCHAS DE QUALIDADE, 2020).

O beneficiamento de rochas ornamentais é gerador de grandes quantidades de resíduo. Na etapa de serragem dos blocos, estima-se que a quantidade gerada seja de 40% do volume do bloco processado, onde 26% é resíduo muito fino misturado com os insumos da serragem e 14% de resíduo grosso, na forma de casqueiro (VIDAL; AZEVEDO; CASTRO, 2014).

O resíduo gerado pelo tear multifio é uma pasta composta basicamente por pó de rocha, elementos metálicos da matriz da pérola e alguns micros cristais de diamantes sintéticos desprendidos do fio diamantado. Neste contexto, alguns trabalhos foram realizados no Núcleo Regional do Espírito Santo - NRES, cujos resultados obtidos corroboraram que é possível aplicar as técnicas de beneficiamento de minérios, como a técnica de flotação, para a recuperação de diamantes sintéticos presentes nos resíduos de rochas ornamentais. Como por exemplo, os estudos realizados por Souza e Vidal (2013), Egramphonte et al. (2019), Almeida e Vidal (2019) e Sopenello et al. (2020). Dando continuidade aos estudos realizados no NRES, a presente pesquisa foi conduzida com base no estudo de Sopenello op cit, pela variação dos parâmetros de ensaios de flotação para estabelecer o ponto ótimo do procedimento experimental, visando à obtenção de uma flotação mais seletiva.

2. OBJETIVOS

Definir os melhores parâmetros para ensaios de flotação do diamante sintético proveniente do resíduo do beneficiamento de rocha ornamental.

3. METODOLOGIA

Para a realização dos ensaios de flotação em laboratório foi realizada uma coleta de resíduo proveniente da empresa Gramalto, localizada em Vargem Alta – ES, a qual realiza o desdobramento de blocos com teares multifio diamantados e que serra somente rochas “graníticas”. Foi coletado cerca de 150 kg de resíduos no sistema de tratamento de efluentes, submetidos à secagem ao ar livre, peneirados à úmido utilizando uma sequência Tyler de peneiras (20, 28, 35, 48, 65 e 100 *mesh*). Foram selecionadas somente as faixas contidas entre o passante da peneira 28 *mesh* e o retido da peneira 100 *mesh*, onde se sabe que os diamantes com potencial de aproveitamento estão presentes. Desta forma as amostras foram compostas por 4 faixas granulométricas distintas: 28/35, 35/48, 48/65 e 65/100 *mesh*. Os resíduos secos foram quarteados em alíquotas de 100g para a realização dos ensaios de flotação. Para os ensaios, utilizou-se uma célula de flotação de bancada, fabricada pela empresa Engendrar modelo CFB 1000N. Quanto aos reagentes, quando uma partícula possui característica naturalmente hidrofóbica, são utilizados no processo de flotação reagentes reforçadores de coleta, são comumente relacionados aos coletores, sendo constituídos, em sua maioria, por hidrocarbonetos líquidos. Neste caso foi utilizado o querosene, um óleo não polar que potencializa a flotação. Como espumante foi utilizado o metil-isobutil-carbinol (MIBC), trata-se de um álcool espumante o qual fornece uma espuma muito aberta, permitindo boa drenagem da ganga, o que favorece a seletividade do processo. Os mecanismos do processo de flotação do diamante sintético são baseados na flotação de carvão mineral, visto que assim como o carvão, o diamante é naturalmente hidrofóbico. Foram realizados 5 testes, com amostras de granulometria da faixa 28/35 *mesh*, para um ajuste mais fino do método de flotação, variando a velocidade de rotação

de condicionamento, o tempo de mistura do ativador e do espumante, a rotação final do sistema e o tempo de coleta, analisado visualmente aquele que obteve um concentrado de diamante com menos impurezas (partículas orgânicas, magnéticas e outros minerais). Foi utilizada uma célula cúbica de 1 litro com 10 % de sólidos e água com pH de 7,6. A sequência do procedimento consistiu em: (1) preparação da polpa, (2) ajuste da velocidade rotação de condicionamento, (3) adição do reforçador de coleta (querosene), (4) tempo de adsorção, (5) adição do espumante (MIBC), (6) tempo de ação do espumante, (7) ajuste da rotação final e (8) aeração da polpa. As especificações de cada teste estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis adotadas em cada ensaio de flotação

TESTE	ROTAÇÃO DE CONDICIONAMENTO (rpm)	TEMPO DO COLETOR (min)	TEMPO DO ESPUMANTE (min)	ROTAÇÃO FINAL (rpm)	TEMPO DE FLOTAÇÃO (min)
A	500	3	3	600	2
B	500	3	2	600	2
C	900	3	1	1100	3
D	1100	3	2	1100	3
E	800	3	2	1000	5

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes realizados foram observados visualmente que as rotações mais baixas não apresentaram efetividade no contato partícula-bolha. Por outro lado, nos testes C e D nas rotações mais altas foram observados o transbordo da polpa havendo assim maior contaminação do material de interesse, que no caso é o diamante sintético, conforme mostrado na Figura 1a. Dessa forma, a velocidade adotada foi a de 800rpm, um intermédio entre as rotações baixas e altas. O tempo de ação do querosene foi constante, baseado em estudos realizados anteriormente. Quanto aos tempos de ação do espumante, 1 minuto se mostrou insuficiente, apresentando baixa formação de espumas. Pouca diferença houve entre os tempos de 2 e 3 minutos, mostrando que já em 2 minutos havia a formação de um volume de bolhas suficientes no sistema. Quanto a rotação final, notou-se que a de 600 rpm não propiciou a formação eficiente de bolhas, dificultando o transbordo. Assim, a agitação adotada foi a de 1000 rpm. Em análise ao tempo de coleta, foi adotado 5 minutos, a fim de se obter a máxima recuperação do diamante, com tempo suficiente para o material ser coletado e emergir novas partículas. A partir dos resultados obtidos ao longo dos experimentos, chegou-se as condições executadas no teste E, o qual se mostrou mais eficiente (Figura 1b).

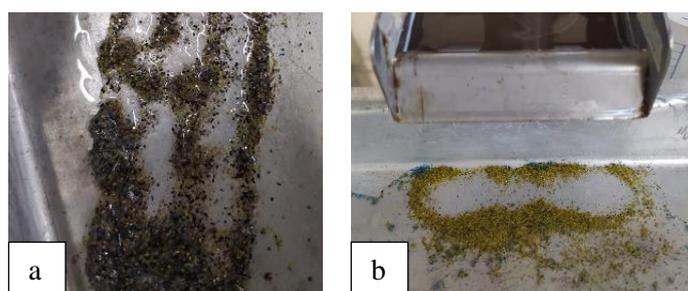


Figura 1. Resultados dos experimentos de flotação: (a) teste C, flotado pouco selecionado e (b) teste E, flotado bem selecionado.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a variação das condições de ensaio influenciou diretamente no resultado da flotação, com destaque para a velocidade de condicionamento, uma vez que baixas velocidades não garantiram um bom contato partícula-bolha, o que prejudicou a ação dos reagentes, e para velocidades mais elevadas, ocorreu o transbordo mal selecionado de partículas em função da turbulência na parte superior da célula.

O tempo de ação dos reagentes é objeto de estudo e deve ser muito bem controlado, visto que com sua variação, para tempos menores o contato partícula-bolha foi comprometido. Os parâmetros aqui adotados são de extrema importância, pois é a partir deles que se pode realizar o cálculo do volume do banco de células para as escalas piloto e industriais. Vale ressaltar ainda que, para estudos futuros de dimensionamento para circuitos maiores, deve-se considerar que nas células de laboratório, o sistema hidrodinâmico é mais eficiente, então se deve adotar um fator de segurança para o tempo de flotação.

Os testes aqui demonstrados são preliminares e serão continuados levando em consideração as faixas mais finas e que foram preparadas por este experimento, bem como testes com diferentes reagentes e suas concentrações, a variação do pH da água e a porcentagem de sólidos.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida, ao IFES por ceder o laboratório para realização da pesquisa, ao Prof. Msc. Eliseu Romero Campêlo Correia por orientar os procedimentos realizados. Agradeço a todos do NR-ES, especialmente ao Dr. Francisco Wilson Hollanda Vidal e o Dr. Phillippe Fernandes de Almeida pelo apoio e dedicação ao trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS. 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.

ALMEIDA, P.F; VIDAL, F.W.H. Avaliação da recuperação de diamantes do resíduo de serragem em teares multifio. In: VIII Jornadas do Programa de Capacitação Institucional, CETEM-MCTI, Rio de Janeiro, Brasil, 7p., 2019.

CHIOD FILHO, Cid; KISTEMANN, Denize. O setor de rochas ornamentais no Brasil. In: VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F. Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral/CETEM/MCTI, 2014. Cap.10, p.493-526.

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.

SOPELETTO, M.V.S.; MAGALHAES M. P.; VIDAL, F.W.H. (2020). Recuperação dos diamantes sintéticos por flotação do resíduo do corte de rochas ornamentais com multifio. Revista Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração. (No prelo).

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.

ROCHAS DE QUALIDADE. Edição 270 - jan/fev 2020. Vitória: IPSIS Gráfica e Editora; 2020

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