

# SIMULADOR DE DESGASTE DE PÉROLAS DIAMANTADAS

## DIAMOND BEAM WEAR SIMULATOR

**Adriane Purcino Nogueira**

Aluna de Graduação em Geologia do 7º período, UFES  
Período PIBITI/CETEM: agosto de 2020 a julho de 2021,  
adrianepurcino@hotmail.com

**Leonardo Luiz Lyrio da Silveira**

Orientador, Geólogo, D.Sc.  
leolysil@cetem.gov.br

### RESUMO

O Brasil é um grande produtor de rochas ornamentais e atualmente a maioria das extrações de blocos, realizadas nas pedreiras, é feita através do fio diamantado e o seu beneficiamento através dos teares multifio, o que otimizou a produção no que diz respeito ao tempo, quantidade e a qualidade do produto final. Porém, as empresas que necessitam dessa tecnologia enfrentam um desafio que é a pouca disponibilidade de materiais de matriz nacional, já que a maioria das ferramentas diamantadas utilizadas nacionalmente são importadas, além de existirem poucos estudos de cunho científico em relação ao uso adequado do fio e a sua durabilidade, considerando as heterogeneidades das rochas. Mediante tal carência o Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/NRES desenvolveu um Simulador de Desgaste de Pérolas Diamantadas (SDPD) para realizar pesquisas voltadas para o estudo do fio diamantado, objetivando aumentar seu desempenho e ainda apresentar novas alternativas composicionais para a confecção das pérolas.

**Palavras chaves:** Rochas ornamentais, fio diamantado, simulador.

### ABSTRACT

Brazil is a great producer of dimension stones and, nowadays, most block extractions, carried out in the quarries, are done using diamond wire and its processing through multi-wire gangsaws, which optimized production in terms of time, quantity and the quality of the final product. However companies that need this technology face a challenge that is the limited availability of national materials, since most diamond tools used nationally are imported, in addition to the fact that there are few scientific studies regarding the proper use of wire and the its durability, considering the heterogeneities of the rocks. Due to this lack, the Mineral Technology Center - CETEM / NRES developed a Diamond Beam Wear Simulator (DBWS) to carry out research aimed at the study of diamond wire, aiming to increase its performance and also to present new compositional alternatives for the beams.

**Keywords:** Dimension stones, diamond wire, simulator.

## 1. INTRODUÇÃO

Um das tecnologias que mais se destaca na cadeia produtiva de rochas ornamentais no Brasil é o fio diamantado, que possibilita o aumento da produtividade desde a lavra até o beneficiamento primário da rocha. O corte com o fio diamantado resultou em uma maior qualidade do produto final, uma vez que a sua geometria é melhorada, o processo é agilizado e os níveis de vibração, poeira e ruído são reduzidos, quando comparado a outros métodos (VIDAL, 1999).

Embora o uso do fio tenha bons resultados, a interação entre as propriedades da rocha e as variáveis do processo de corte, entre outros aspectos, carecem de estudo mais aprofundado. Nesse sentido, o CETEM desenvolveu um Simulador de Desgaste de Pérolas Diamantadas (SDPD), com objetivo de testar o procedimento de corte das rochas em escala laboratorial e ensaiar novas alternativas composicionais para a confecção das pérolas diamantadas, visando redução dos custos e aspectos ambientais.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre a utilização do fio diamantado no setor rochas ornamentais, a fim de contribuir como base teórica para o estudo do Simulador de Desgaste de Pérolas Diamantadas (SDPD) desenvolvido pelo Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/NRES.

## 3. METODOLOGIA

Realizou-se uma revisão bibliográfica e um levantamento dos componentes e funcionalidades do simulador. Os corpos de prova a serem utilizados nos ensaios estão sendo confeccionados a partir dos materiais comercialmente denominados “Ocre Itabira”, “Verde Ubatuba”, “Arabesco” e “Preto São Gabriel” e possuem dimensões: 32 cm de diâmetro externo, 4 cm de diâmetro interno e 4 cm de espessura. Inicialmente o simulador será calibrado levando-se em conta as variáveis que envolvem o processo, a saber: velocidade do corte, vazão de água durante o corte, tensão aplicada, torção da haste em que está fixada a pérola, a qual já foi definida durante a elaboração da máquina e o tempo de simulação, sendo que os dois últimos terão valores constantes. Serão realizados ensaios com pérolas de pedreira, teares multifio e pérolas com matriz vegetal desenvolvidas no CETEM/NRES. Pretende-se analisar o rendimento da máquina frente às diferentes composições das pérolas e avaliar os processos de destacabilidade dos diamantes, efeito cometa e desgaste da pérola.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Fio diamantado

O fio diamantado (Figura 1) é composto por dois elementos distintos, o cabo e as pérolas diamantadas. O cabo é de aço inoxidável de tipo flexível, formado por fios torcidos com diâmetro de 5 mm, que tem a função de absorver tensões estáticas e dinâmicas e de dar suporte às pérolas diamantadas. Essas, que são elementos cilíndricos ocos, são inseridas no cabo e separadas por três tipos de materiais, a saber: molas metálicas, quando utilizado para extração de mármore e material plástico ou borracha, quando utilizado para rochas silicatadas, o último geralmente é utilizado na lavra, enquanto que o segundo, em teares multifio. Normalmente o comprimento do fio varia entre 50 e 70 metros. (TURCHETTA, 2003; DIAMANT – BOART, 2005).



**Figura 1.** Fio diamantado de mola (DIAMANTBOART, 2005).

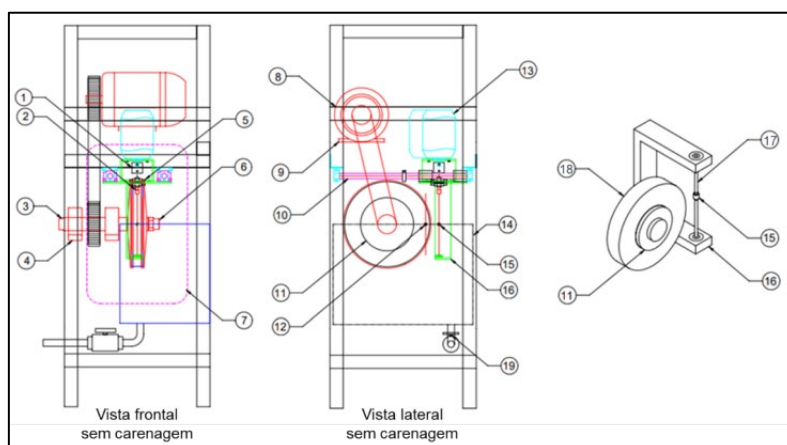
## 4.2. Pérolas Diamantadas

As pérolas são constituídas por um anel de aço revestido por uma pasta metálica contendo grãos de diamante sintéticos que conferem a característica cortante ao fio. A dureza da pasta varia de acordo com a rocha a ser serrada e à medida que o corte acontece ela vai se desgastando, expondo seus diamantes e conseqüentemente diminuindo o diâmetro externo da pérola ( $\varnothing = 10$  mm) até atingir o anel (REGADAS, 2006).

## 4.3. Simulador de Desgaste de Pérolas Diamantadas (SDPD)

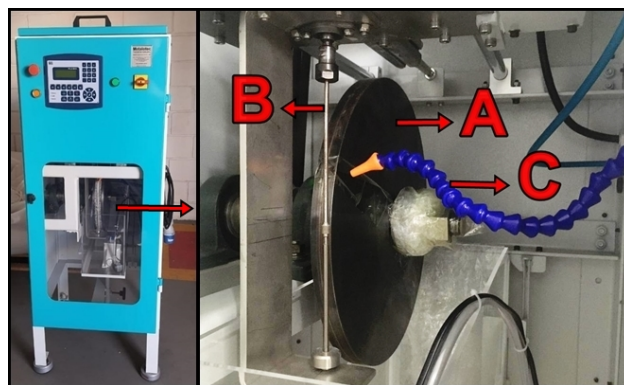
Desenvolvido pelo CETEM, o SDPD é o primeiro equipamento que será capaz de medir a resistência das pérolas diamantadas ao desgaste por abrasão no processo de corte de rochas ornamentais. Nele serão testadas pérolas diamantadas com novas composições, destacando co-produtos da mineração e resinas produzidas a partir de biomassa, contribuindo assim de maneira essencial para o desenvolvimento dessa nova tecnologia.

O simulador possui as dimensões 145 cm x 55 cm x 55 cm (A x L x P) e os componentes conforme mostra a Figura 2. É composto basicamente por um dispositivo para colocação do disco de rocha que será rotacionado, uma haste para colocação da pérola diamantada, de modo que essa seja tensionada em direção ao disco de rocha ao mesmo tempo em que gira em torno de seu próprio eixo, um visor para acompanhamento em tempo real do teste, um dispositivo para entrada de água e um reservatório para a mesma, um dispositivo para entrada de ar comprimido, uma CLP onde é possível inserir os dados para programar a simulação da máquina, uma chave geral e um botão de emergência.



**Figura 2.** Componentes do simulador: 1. Acoplamento Motor de rotação da pérola, velocidade variável; 2. Pinça da haste do corpo de prova (pérola diamantada); 3. Contra eixo para torque do aperto do Flange; 4. Mancal do eixo da Rocha; 5. Mancal do eixo da haste do corpo de prova; 6. Porca de aperto do flange da rocha; 7. Visor de proteção em policarbonato; 8. Motor de giro da rocha, velocidade variável; 9. Base esticadora da correia do motor da rocha; 10. Guia do carro pneumático de contato da pérola diamantada com a rocha, pressão variável; 11. Flange da rocha; 12. Curso máximo de avanço; 13. Motor de rotação da pérola, velocidade variável; 14. Cuba reservatório de água; 15. Pérola diamantada montada na haste de prova; 16. Base rígida de sustentação da haste do corpo de prova; 17. Haste de aço temperado para corpo de prova "Pérola Diamantada"; 18. Rocha; 19. Dreno.

Para simular a velocidade do fio, que se dá em m/s, o dispositivo para o disco de rocha (A) conta com uma rotação dada em rpm; para simular a torção do fio, que se dá em voltas/m, a haste onde se acopla a pérola (B) conta com a mesma rotação que o disco de rocha e é aplicada sobre ela uma pressão, em  $\text{kgf/cm}^2$ , simulando a tração de arrasto exercida pela máquina de fio, dada pela amperagem do motor; por fim a vazão de água durante o corte é simulada através do dispositivo de alimentação de água (C), dada em L/min. Detalhes na figura 3.



**Figura 3.** SDPD frontal com detalhe de dispositivos ampliado.

Em fase de instalação, o SDPD ainda conta, segundo CALEGARI (2020), com inovações como sensores de vibrações, controlador da pressão do conjunto haste mais pérola sobre o disco de rocha, controladores digitais da velocidade periférica do disco de rocha e da pérola, rotatômetro na alimentação de água, controlador da rotação da haste, micrômetro para medição do desgaste da pérola e da amostra de rocha, tampa de proteção e botão de emergência. O Simulador não se limita apenas a mensurar o desgaste das pérolas diamantadas, seu principal objetivo é alterar as variáveis de maneira a alcançar uma melhor relação custo-benefício do insumo.

## 5. CONCLUSÕES

Sendo o fio diamantado essencial para o setor de rochas ornamentais atualmente, é de extrema importância os estudos que serão realizados através do SDPD, pois apontará melhorias que podem ser feitas para trazer maiores benefícios para o setor, além de contribuir no desenvolvimento de novos aspectos composicionais da pérola diamantada e prestar serviços para empresas que produzem esse insumo.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida (Proc.: 115369/2020-1), ao meu orientador Dr. Leonardo Luiz Lyrio Da Silveira, à Geóloga Bruna Xavier Faitanin, e ao CETEM pelo apoio!

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALEGARI, J. R. S. et al (2020). **Estudo das Correlações Operacionais Entre o Simulador de Desgaste de Pérolas Diamantadas e o Processo de Corte com Fio Diamantado na Lavra de Rochas Ornamentais.** Instituto Federal do Espírito Santo. IFES. 30p.

CARANASSIOS, A.; PINHEIRO, J.R. (2004). **O emprego do fio diamantado na extração de rochas ornamentais: curso básico para operadores.** Cachoeiro de Itapemirim. CETEMAG. 25p.

DIAMANT-BOART (2005). **Cabos diamantados para indústria da pedra.** 20p. Disponível em:<[https://www.diamant-boart.com/pdf/cables\\_PO.pdf](https://www.diamant-boart.com/pdf/cables_PO.pdf)>. Acesso em: 06 junho 2021.

DUARTE, G.W. **Método de lavra determina a eficácia do rendimento.** Rochas de Qualidade, São Paulo, n. 138, p.91-110, 1998.

MOSQUIT MACHINERY CO. **Wire Saw Machine for Quarry.** Disponível em:<<https://moscut.com/diamond-wire-saw-mining-machine/>>. Acesso em: 06 junho 2021.

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, Sandro. **Tecnologie di Lavorazione Delle Pietre Naturali**. 2003. 261p. Tese (Doutorado) – Università Degli Studi di Cassino, Italy (Europa).

VIDAL, F. W. H. (1999). **Estudo dos elementos abrasivos de fios diamantados para lavra de granitos do Ceará**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. USP. 179p.