

LAVRA DE GRANITOS COM FIO DIAMANTADO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Granite quarries using diamond wire in the Espirito Santo state, Brazil

Isaura Clotilde Martins da Costa Regadas*

José Eduardo Rodrigues**

Antenor Braga Paraguassú***

RESUMO – A utilização do fio diamantado na lavra de granitos ornamentais no Brasil é uma técnica de corte relativamente recente e, por esta razão, alguns problemas são decorrentes, principalmente do uso incorreto dos equipamentos, assim como também da falta de experiência dos operadores. Os casos aqui apresentados se reportam a observações em pedreiras localizadas no Estado do Espírito Santo, nas quais as imperfeições no corte se relacionam à velocidade imposta, à torção do cabo, à refrigeração do fio, à retirada antecipada das polias auxiliares e à execução inadequada das emendas. A estes fatores técnicos se somam outros, de natureza geológica que, embora reconhecidamente relevantes, não foram objeto desta pesquisa. A finalidade precípua deste trabalho é a de registrar somente os aspectos relacionados ao uso inadequado do fio diamantado na região de maior exploração de granitos ornamentais do Brasil.

ABSTRACT – The use of diamond wires in ornamental granite mining is a relatively new technique in Brazilian quarries. For this reason, some problems are caused mainly by misuse of equipments and operators' inexperience. The cases presented in this paper refer to observations done in quarries located in the State of Espírito Santo. In these quarries, the cut imperfections are related to cutting speed, cable twist, wire cooling, premature auxiliary pulley removal and improper cable joints. Although there are additional geological factors that affect the cutting operations, they have not been considered in this research. The main objective of this work was to record only the aspects related to the misuse of diamond wire in the Brazilian region where major granite exploration activities are accomplished.

PALAVRAS CHAVE – Rochas ornamentais, lavra granito, fio diamantado, Espírito Santo - Brasil.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de granitos do mundo e segundo a ABIROCHAS (2007), exportou em 2006, 1.285.623,38 toneladas de rochas silicáticas brutas (blocos e placas simplesmente serradas) e consumiu internamente 27,5 milhões m², na forma de placas. Estes fatos justificam a importância do estudo da extração de blocos com fio diamantado, posto que esta técnica, não obstante ser amplamente difundida em outros países que comercializam granitos, no Brasil só recentemente foi consolidada.

* Engenheira Civil, Bolseira da CAPES, Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. E-mail: isauraregadas@yahoo.com.br

** Professor Titular, Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. E-mail: zeduardo@sc.usp.br

*** Professor Titular, Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. E-mail: nonus@sc.usp.br

As vantagens do fio diamantado na extração de blocos de granito, em relação às técnicas tradicionais, são as seguintes: aumento da produtividade, diminuição da intensidade de ruído e de vibrações, diminuição de resíduos finos (pó de rocha) e significativa melhora do produto final. Independentemente destes aspectos positivos, o corte de granitos com fio diamantado pode apresentar alguns problemas, geralmente decorrentes de sua utilização incorreta.

O trabalho ora apresentado foi realizado em pedreiras do estado do Espírito Santo e relaciona os principais problemas associados ao uso do fio diamantado na extração de blocos. A estes problemas técnicos se somam outros, de natureza geológica que, embora reconhecidamente relevantes, não foram objeto desta pesquisa. A finalidade precípua deste trabalho é a de registrar somente os aspectos relacionados ao uso inadequado do fio diamantado na região de maior exploração de granitos ornamentais do Brasil. Face aos objetivos do presente trabalho, esta inadequação da utilização do fio se sobrepõe em relação aos fatores geológico-geotécnicos das explorações envolvidas além do fato de que inexistem trabalhos que abordam tais problemas na literatura nacional.

2 – MATERIAIS

2.1 – Tipos de fios diamantados

O fio diamantado é constituído por um cabo de aço galvanizado de 5 mm de diâmetro, que funciona como suporte para as pérolas diamantadas, as quais são separadas, ao longo do cabo por molas metálicas quando utilizados na extração de blocos de mármore, ou por material plástico ou borracha, quando utilizados para rochas silicatadas (Figura 1). Geralmente o comprimento total do fio diamantado, usado em lavra de granito, varia de 50 metros a 70 metros.

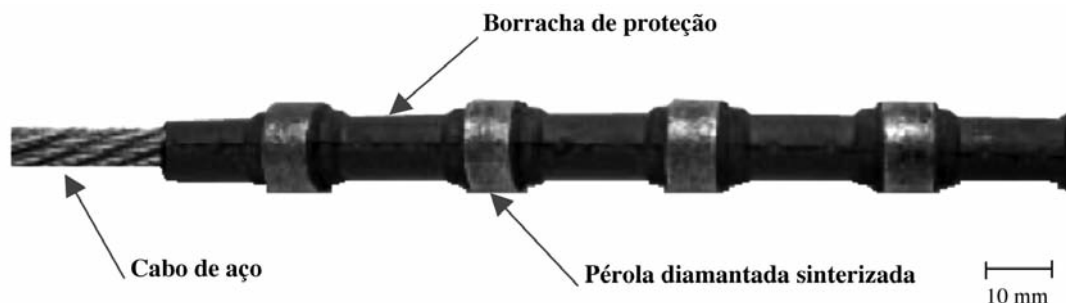


Fig. 1 – Disposição dos principais componentes de um fio diamantado vulcanizado.

As pérolas são constituídas por um anel metálico (aço) que suporta um conjunto de segmentos diamantados formados por uma pasta diamantada, a qual é composta por uma liga metálica e grãos de diamante. O diâmetro externo da pérola varia de 10,0 mm até 11,5 mm e tem comprimento de 6 mm, de acordo com o fabricante e o tipo de pérolas (Figura 2). Durante o corte, este diâmetro diminui, até atingir o anel metálico, ficando sem a pasta diamantada e, portanto, com função prejudicada. Este anel possui diâmetro que pode atingir até 7,0 mm, também de acordo com o fabricante e o tipo de pérola. Geralmente, o número de pérolas dos fios diamantados varia de 32 a 40 por metro.

Existem dois procedimentos de fabricação das pérolas: o eletrolítico, no qual os grãos de diamante são depositados por eletrólise e a sinterização, que consiste na homogeneização de grãos de diamante com metais na forma de pó submetidos a alta pressão e temperatura.

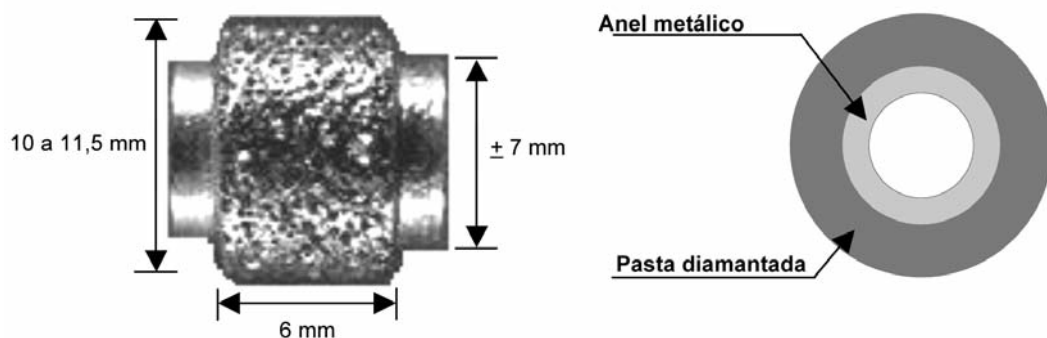


Fig. 2 – Dimensões padrão de uma pérola diamantada.

2.1.1 – Fios Diamantados Plastificados

Os primeiros fios diamantados eram constituídos essencialmente por um cabo de aço, pérolas e uma mola que estabelecia o espaçamento entre elas. Essa configuração básica apresentou alguns problemas no cabo de aço, devido à ausência de proteção contra agentes de contaminação/oxidação, processos estes responsáveis por uma rápida deterioração (poeira, água, etc.). Uma proteção constituída basicamente por um plástico envolvendo o cabo e a ligação cabo-pérolas, foi a alternativa para dirimir tais problemas (Figura 3).

A utilização de plásticos para a proteção do cabo de aço ocorreu inicialmente na extração de mármore e, atualmente, em algumas lavras de granitos.



Fig. 3 – Exemplo de fios diamantados plastificados.

2.1.2 – Fios Diamantados Vulcanizados

A vulcanização é um processo termoquímico aplicado aos polímeros elastoméricos (borrachas) que devido à vulcanização, adquirem propriedades físicas que as tornam adequadas a várias aplicações, inclusive como elemento integrante dos fios diamantados. O processo consiste em envolver com borracha o cabo de aço e os espaços vazios deixados entre as pérolas e o cabo, de forma a tornar os componentes interligados (Figura 4). Esta técnica torna o cabo mais pesado, porém mais flexível.



Fig. 4 – Exemplo de fio diamantado vulcanizado.

2.2 – Máquina operadora do fio diamantado

As máquinas de fio diamantado, utilizadas atualmente em lavra de granitos ornamentais, são basicamente movidas a eletricidade e apresentam grande robustez, com ótima estabilidade e desempenho, mesmo nos cortes de grandes dimensões (Figura 5a). Consistem de uma plataforma utilizada para abrigar a motorização e o deslocamento da máquina é realizado por meio de um sistema cremalheira-pinhão, ou por patins solidários ao chassi, que deslizam sobre trilhos. O seu acionamento é feito à distância, por meio de um painel de comando. De modo geral, o volante principal possui diâmetro que varia de 500 mm a 1.000 mm e é posicionado na máquina lateralmente aos trilhos, possibilitando ser rotacionado 360°, o que permite a execução de cortes verticais paralelos e de levante (corte horizontal). O volante é responsável pelo movimento de translação (circular) do fio, cujo tensionamento é feito de maneira controlada, por meio do deslocamento para trás da unidade tracionadora. As polias, que servem como guia para o fio diamantado, tem um diâmetro de aproximadamente 350 mm (Figura 5b).

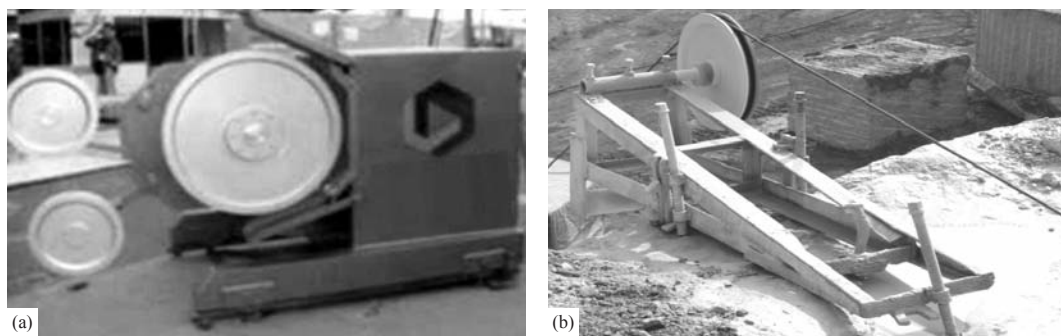


Fig. 5 – (a) Máquina de fio diamantado; (b) disposição da polia guia para a execução de corte vertical.

Os parâmetros mais importantes que devem ser observados na máquina de corte são a potência e a velocidade periférica linear. No que se refere à potência do motor principal, ela vai influir significativamente na capacidade de trabalho do fio diamantado. Além da potência, a rotação do motor principal (rpm) é fator determinante para obtenção do torque, que é dado pela equação:

$$\Delta F = \frac{716 \times P}{\text{rpm}} \quad (1)$$

Onde:

ΔF = Torque do motor (kgf/m);

P = Potência do motor (cv);

rpm = Revoluções por minuto do motor;

716 = Constante.

De acordo com Caranassios e Pinheiro (2004) a velocidade periférica ou linear do fio diamantado, em circuito fechado, é inversamente proporcional à dureza da rocha. Nos mármore, varia de 35 m/s a 40 m/s e, nos granitos, de 16 m/s a 28 m/s, sendo obtida a partir do diâmetro do volante juntamente com as revoluções do motor, ou seja:

$$\text{Velocidade Periférica (m/s)} = \text{comprimento da circunferência do volante (m)} \times \text{rpm} / 60$$

2.3 – Ciclo operacional

Caranassios e Pinheiro (2004) mencionam que para a realização do corte com fio diamantado é necessário efetuar um conjunto de passos visando o seu bom funcionamento. A seguir são apresentadas as principais etapas operacionais do corte com fio diamantado:

- Realização de furos: é utilizada uma perfuratriz denominada de down-the-hole ou fundo-de-furo, destinada à realização dos furos horizontais e verticais, com diâmetro da ordem de 90 mm a 105 mm.
- Instalação de polias guias: as polias guias ou auxiliares deverão ser instaladas e alinhadas em função do corte a ser realizado.
- Instalação do fio: a introdução do fio diamantado nos furos é realizada com o auxílio de um fio de nylon que é transportado, por ar comprimido até a sua saída no furo. Amarra-se, então, o fio diamantado no cordão e puxa-se até a sua passagem pelos furos.
- Aplicação de torção: consiste na aplicação de torções que podem variar de 1,5 a 2,0 voltas por metro no fio, para se obter um desgaste homogêneo das pérolas.
- Emenda: a maneira mais prática de “fechar” um cabo diamantado é engastar nas suas extremidades tubos ou elementos de aço com rosca.
- Circulação preliminar do fio: após o circuito do fio diamantado estar “fechado” e pronto para o corte, deve-se puxar o fio no sentido que irá circular, de forma a verificar que ele não está preso na rocha ou nas polias, evitando assim uma possível ruptura.
- Início do corte: no início do corte deve ser aplicada uma baixa velocidade periférica, que deverá ser aumentada gradativamente à medida que se obtenha o arredondamento das quinas do corte. Nesta fase inicial de corte, o fluxo de água deve ser maior.
- Refrigeração do fio: o fio diamantado deve transportar a quantidade de água necessária para sua refrigeração ao longo de toda a extensão do corte, de maneira a promover, também, a expulsão do material cortado.
- Finalização do corte: na fase de término do corte é recomendável diminuir a velocidade de avanço da máquina, devido ao aumento de desgaste das pérolas, que sofrerão “stress” provocado pela diminuição do raio de curvatura do fio.

3 – MÉTODOS

3.1 – Trabalho de campo

Os trabalhos foram realizados em duas etapas, a primeira representada por visitas a empresas produtoras de máquinas e de fios diamantados, para melhor conhecer o produto e seu funcionamento e a segunda constou de observações em pedreiras que operam com fio diamantado. As pedreiras visitadas se situam no Estado do Espírito Santo, em particular no município de Barra de São Francisco, onde se encontra a maior concentração de lavras de granito ornamental do estado.

Foram coletadas amostras para análise petrográfica e amostras de fios diamantados para análise das principais feições referíveis às etapas antes e após o corte de blocos.

3.2 – Laboratório

As amostras dos fios diamantados recolhidas nas pedreiras foram submetidas a observações efetuadas em lupa digital da marca Scalar, com aumento de 50 vezes e com sistema para aquisição de imagens.

As rochas estudadas foram os “granitos” Ouro Brasil e Desert Storm, os quais foram escolhidos devido ao seu alto valor econômico (aproximadamente US\$ 600/m³), à sua consagração internacional e às diferenças geológicas marcantes. A análise petrográfica destas rochas foi realizada no Laboratório do Departamento de Petrologia e Metalogenia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro – SP. A descrição das duas rochas será apresentada a seguir.

“Granito” Ouro Brasil é um ortognaisse sienogranítico de coloração róseo clara com estrutura grosseiramente orientada do tipo gnáissica homogênea, inequigranular de granulação média a grossa (Figura 6). A estrutura orientada é definida pelo pronunciado estiramento mineral, principalmente dos cristais de quartzo e de feldspatos. Seus minerais essenciais são quartzo (35,0%), feldspato potássico (ortoclásio/microclínio - 44,0%), plagioclásio (oligoclásio - 13,0%), granada (3,5%), biotita (2,0%) e como acessórios opacos (1,0%), apatita, zircão, sillimanita e secundários (1,5%) sericita, epidoto, carbonatos, argilo-minerais, óxidos/hidróxidos de ferro.

Os contatos minerais ao longo dos planos que definem a estrutura orientada da rocha são discretamente côncavo-convexos a planares, indicando certa descontinuidade física segundo posições paralelas aos planos de maior estiramento mineral.

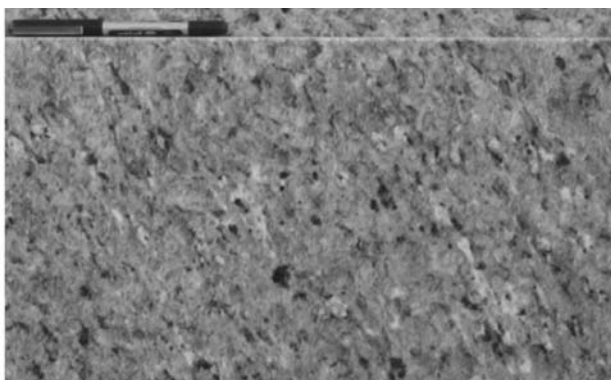


Fig. 6 – Aspecto de um ladrilho do material denominado por “granito” Ouro Brasil.

“Granito” Desert Storm é um migmatito nebulítico gnaissificado róseo amarelado (Granito Pegmatóide Gnaissificado), que exhibe estrutura foliada, com intensidade variável, mais evidente nas porções mesossômicas (Figura 7). Nestas porções exibem discreta alternância entre leitos quartzo-feldspáticos e delgados filetes enriquecidos em sillimanita, biotita e granada de granulação mais fina. Seus minerais essenciais são quartzo (30,0%), feldspato potássico (microclínio - 32,0%) plagioclásio (oligoclásio - 28,0%), biotita (4,0%) e como acessórios opacos (2,5%), sillimanita, granada, apatita e zircão e secundários (< 3,5%) sericita, muscovita, epidoto, clorita, carbonatos, argilo-minerais, óxidos/hidróxidos de ferro.

A rocha exibe alguns planos descontínuos de microfalhas que ocasionam discretos deslocamentos transversais das estruturas da rocha. Também cabe destacar a presença dos planos melanossômicos, definidos pelas concentrações lineares de cristais de biotita, que representam descontinuidades físicas.

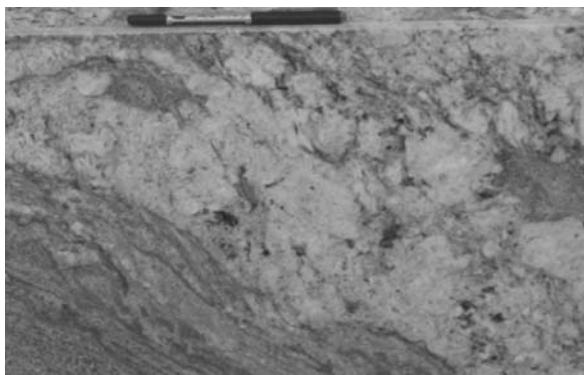


Fig. 7 – Aspecto de um ladrilho do material denominado por “granito” *Desert Storm*.

4 – PROBLEMAS NO FIO DIAMANTADO

O acompanhamento efetuado nas pedreiras estudadas permitiu constatar a existência de alguns problemas oriundos da utilização incorreta do fio diamantado. Para o seu bom funcionamento, no tocante à qualidade do corte e à vida útil, é necessário observar alguns cuidados no seu manuseio que vão desde a colocação do fio nas polias e na máquina operadora até o controle dos parâmetros operacionais (velocidade, amperagem, etc.). Quando tais procedimentos não são realizados com a devida atenção, algumas anomalias podem ocorrer tanto em relação ao rendimento do corte, quanto ao excesso de tensão que será solicitado da máquina. Em outras palavras, o sistema de corte (fio/máquina) não estará operando nas condições ideais. Em relação ao fio propriamente dito, alguns “sinais” refletem problemas que podem ser observados por uma simples análise visual, como o ângulo de abertura entre o fio e a polia da máquina, a ovalização das pérolas, a execução de emendas, o “efeito cometa” e a diminuição do espaçamento entre pérolas diamantadas.

4.1 – Ângulo de abertura

A execução de um corte, seja ele vertical ou horizontal, requer alguns acessórios. No caso do corte vertical é necessária uma polia na parte superior da bancada para que o ângulo formado pelo fio que se encontra no interior do maciço e a máquina de corte seja o mais aberto possível. Em algumas pedreiras a colocação da polia é feita por meio de uma torre, assim o fio fica distanciado da face de corte a uma altura superior à da bancada em aproximadamente 50 cm. Esta polia é habitualmente retirada quando o corte está prestes a surgir na face mais externa, como foi observado na maioria das pedreiras visitadas. Este fato leva a uma diminuição do ângulo de abertura, o que implica em um maior contato das pérolas com as bordas do corte e maior tensão no fio, o que provoca um desgaste elevado. É sempre possível verificar a forma como foi realizado o corte, para isso basta observar as marcas deixadas na rocha pelo fio diamantado.

Na Figura 8 são observadas duas faces verticais de uma mesma pedreira do “granito” Ouro Brasil, nas quais a abertura do fio foi mantida de forma diferente. No lado esquerdo (a) a polia foi

retirada no final do corte provocando diminuição do ângulo de abertura e, conforme mencionado anteriormente, resultando maior desgaste das pérolas. Em contrapartida, no lado direito (b), o desgaste foi menor, pois a polia foi mantida até a finalização do corte.

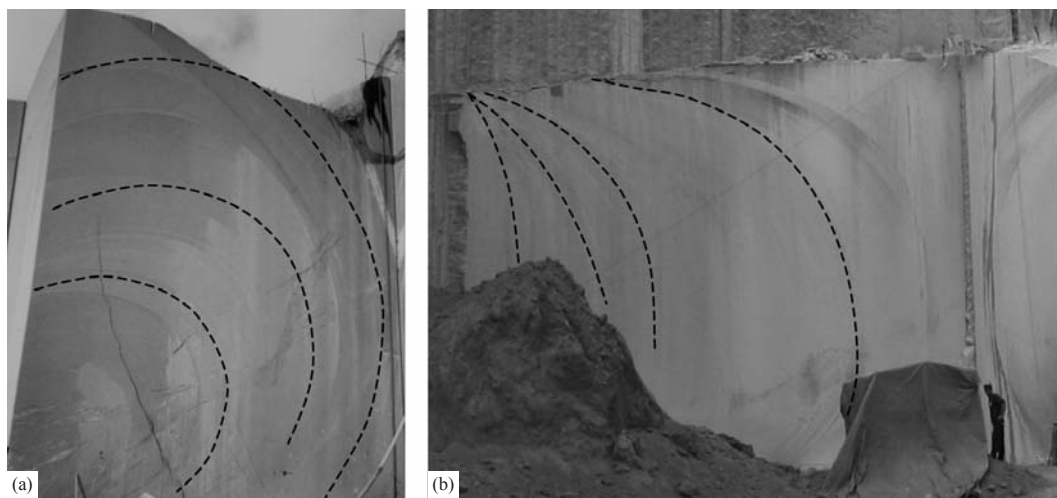


Fig. 8 – Duas situações diferentes de corte vertical: (a) a polia foi retirada antes do término do corte, (b) a polia se manteve até ao fim do corte. A linha tracejada indica as feições deixadas pelo fio diamantado.

4.2 – “OVALIZAÇÃO”

Em condições operacionais ideais, o desgaste das pérolas se processa de modo uniforme como mostrado na figura 9. Porém quando um dos lados do fio diamantado apresenta um desgaste mais acentuado em relação ao outro lado (Figura 10), fica caracterizado o efeito da “ovalização”. Este efeito ocorre, essencialmente, quando durante o corte, uma determinada região das pérolas é mantida por mais tempo em contato com a rocha. Tal, fato acarreta um rendimento baixo do fio e, em casos extremos, impossibilita a sua utilização.



Fig. 9 – Fio diamantado desgastado homogeneamente, sem feições de ovalização, utilizado na extração do “granito” *Desert Storm*, Pedreira Monte Sião - Município de Barra de São Francisco.

Para minimizar o problema deve-se aplicar torções ao fio, que geralmente variam entre 1,5 a 2,0 voltas/metro, de acordo com a recomendação do fabricante. É importante seguir a recomendação do fabricante, porque nem todos os fios se comportam da mesma forma e muitos não permitem a torção nos dois sentidos, assim como o número de voltas aplicado por metro é variável.

Foi possível observar que a torção permite que o fio desenvolva um movimento helicoidal sobre seu próprio eixo, fazendo com que as pérolas girem e o desgaste seja, consequentemente, o mais uniforme possível.

Nas observações executadas constatou-se que nem sempre a torção aplicada é suficiente e adequada à melhor performance do fio. Este fato faz com que seja necessário executar paradas periódicas durante o corte, para observação do fio e, se existirem problemas, realizar correções com acréscimos de, aproximadamente, 2 voltas/metro, em relação à torção inicialmente dada.

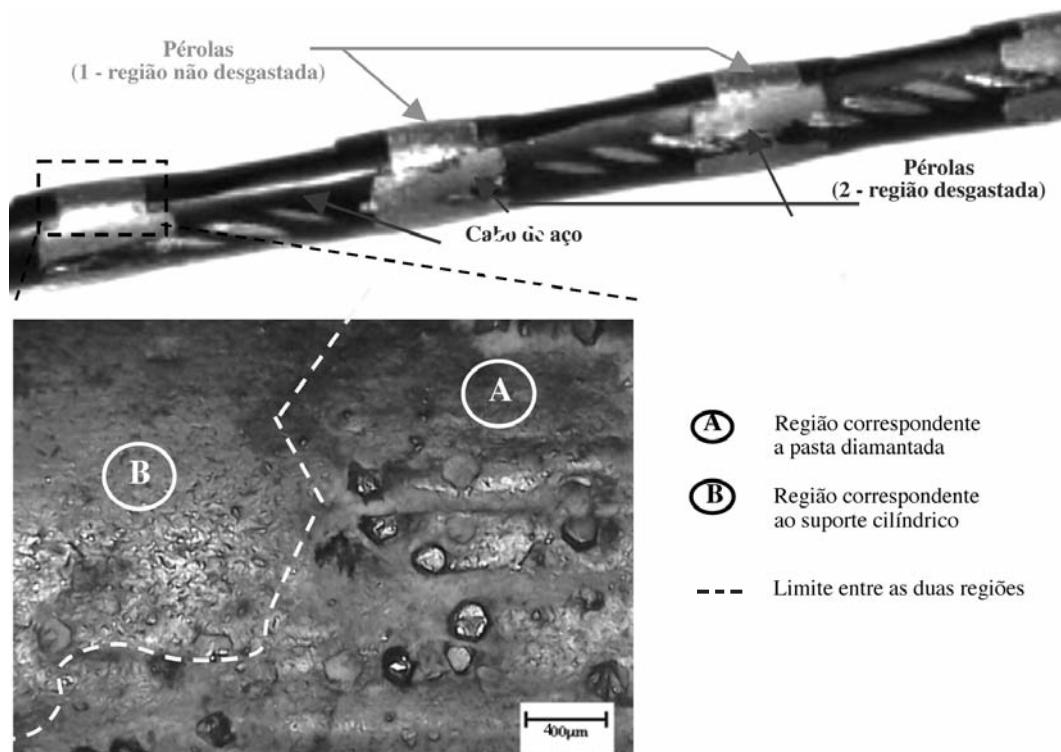


Fig. 10 – Aspecto de um fio diamantado com feições de “ovalização”. Notar o detalhe do desgaste diferencial das pérolas e a exposição do cabo de aço (2). Material “granito” Ouro Brasil.

4.3 – Execução de emendas

Antes de dar início ao corte é efetuada a ligação das duas extremidades (emenda) do cabo de aço pela aplicação de um tubo metálico (engaste), para que o circuito fique fechado e pronto para ser colocado nas polias.

A operação da emenda consiste na retirada do material protetor (borracha ou plástico) nas duas extremidades do fio, as quais são lixadas para melhor aderência com o elemento de engaste. Com o auxílio de uma prensa, procede-se ao aperto do engaste, tendo-se o cuidado de girar o fio para que ele seja uniforme e não permaneçam arestas salientes que possam se prender na rocha durante o corte.

Quando a emenda não é bem feita, quer pela retirada excessiva do material protetor ou então por um aperto insuficiente, os contatos do engaste com o fio ficam espaçados onde irá acumular uma pasta (partículas de pó mais água) que desgasta o cabo. Nestas condições, fios com várias emendas e com algum tempo de uso, pode ocorrer a ruptura decorrente do desgaste nos contatos. Sob este aspecto, foram constatados casos que machucaram, aleijaram e até ceifaram vidas de trabalhadores como resultado da ruptura brusca do fio diamantado.

Numa das pedreiras visitadas verificaram-se rupturas de alguns fios diamantados, que provocaram a diminuição do rendimento, a perda de parte do fio e problemas graves com relação à segurança.

As emendas, mesmo quando bem realizadas, devem ser alvo de observação periódica, visto que após determinado tempo de corte as pérolas a elas adjacentes apresentam desgaste diferencial. Quando tal fato ocorre, recomenda-se a troca dos engastes e, sempre que necessário, nova torção no fio diamantado.

Na Figura 11 são apresentadas emendas de fios utilizados em cortes de granito em pedreiras de diferentes empresas. No engaste em (a) observam-se os espaçamentos resultantes de uma emenda mal realizada agravada pelo tensionamento do fio durante o corte, enquanto que em (b) a emenda ocupa todo o espaço entre as pérolas sendo esta a forma correta de se executá-la.

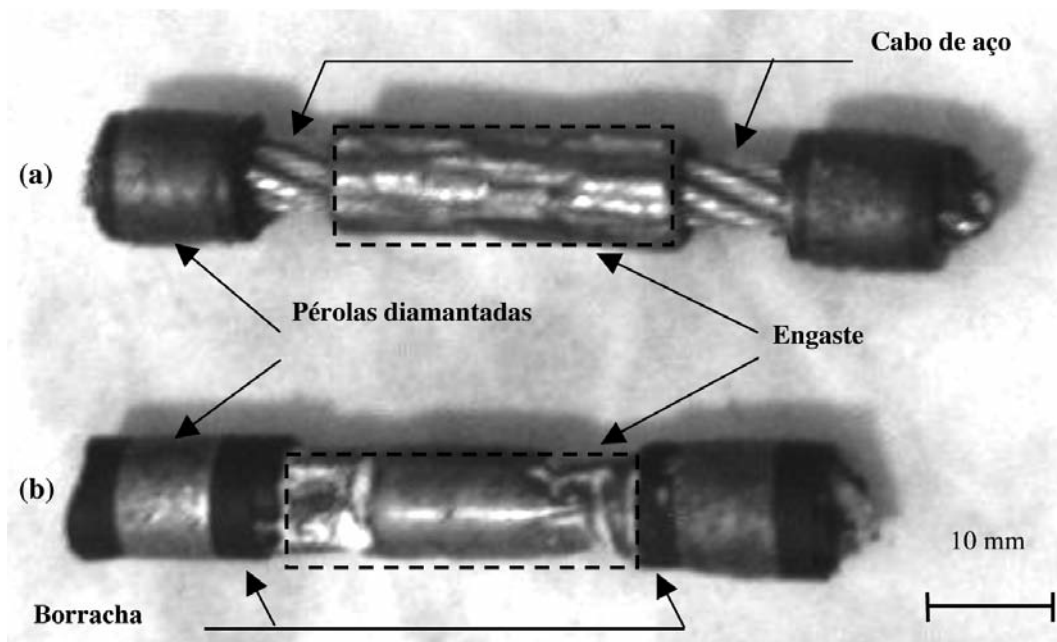


Fig. 11 – Exemplos de emendas realizadas em fios diamantados.

4.4 – Efeito cometa

A observação cuidadosa do fio em operação pode mostrar se as pérolas já desgastadas apresentam o efeito que lembra um “cometa”. Para uma melhor compreensão desse efeito, foi recolhida uma amostra de fio diamantado após ele ter cortado aproximadamente 525 m². A Figura 12 mostra os diamantes desse fio, observado sob aumento de 50x, onde se observa a configuração de um núcleo e uma cauda (semelhante a um cometa) que reflete uma saliência da liga metálica não desgastada. Quando o rastro é muito pronunciado indica má utilização do fio, fato que pode provocar quebra dos diamantes e, consequentemente, a diminuição da sua vida útil.

Este efeito é resultante da velocidade periférica se encontrar abaixo da ideal. O valor adequado da velocidade varia entre 24 m/s e 29m/s, dependendo das características do material a ser cortado. Às vezes o valor é mantido por horas em um intervalo de 18 m/s a 24 m/s e dessa forma, as pérolas têm um maior contato com a rocha, o que implica uma maior vibração do fio, fato esse que provoca a quebra acentuada dos diamantes.

Para que se consiga obter a velocidade adequada em função do tipo de rocha, deve-se ter um bom conhecimento dos insumos e dos equipamentos, os quais variam de acordo com os fabricantes. Além disso, o sentido de corte em um determinado fio diamantado deve ser mantido constante, não

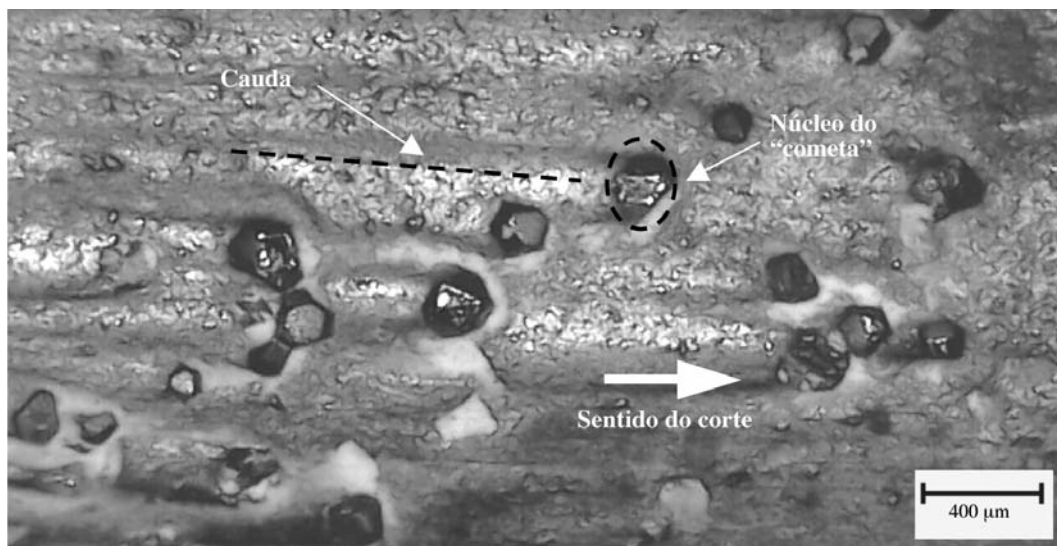


Fig. 12 – Ampliação de 50 x de uma pérola que apresenta efeito cometa. Fio utilizado numa pedreira do granito “Ouro Brasil”.

sendo aconselhável a sua inversão porque os diamantes ficam “descalçados” facilitando, portanto, o seu arrancamento. Na maioria dos fios diamantados este sentido é dado por uma seta, como é mostrado na Figura 13.

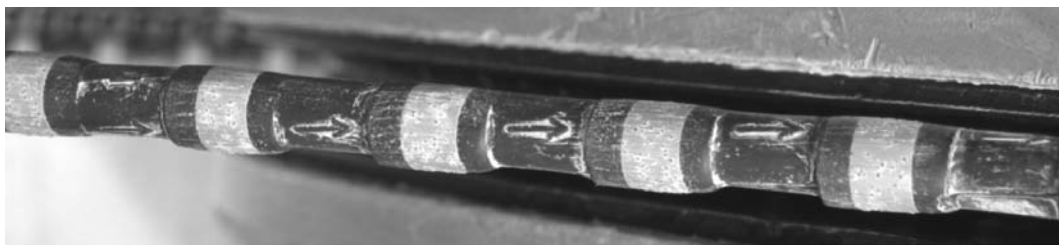


Fig. 13 – Seta indicativa do sentido de corte. Fio utilizado numa pedreira do granito “Ouro Brasil”.

4.5 – Diminuição do espaçamento entre pérolas diamantadas

A diminuição do espaçamento que ocorre nos fios diamantados plastificados resulta da deformação do plástico, devido ao calor gerado pelo atrito durante a operação de corte (Figura 14). O aquecimento anormal do fio, em particular da proteção (plástico e borracha) do cabo de aço, torna o plástico mais compressível, provocando a aproximação entre pérolas. Por este motivo, é essencial que haja uma boa refrigeração do cabo diamantado pela água para se obter um bom corte. Tal fato muitas vezes na prática não ocorre porque o volume de água usado para a refrigeração é obtido de forma empírica e varia de operador para operador.

Uma outra forma frequente que provoca a diminuição do espaçamento entre pérolas pode ser observada quando se usa o fio em maciços fraturados, porque se uma pérola diamantada ou uma emenda ficar presa em fratura, resultará no inchamento do material protetor.

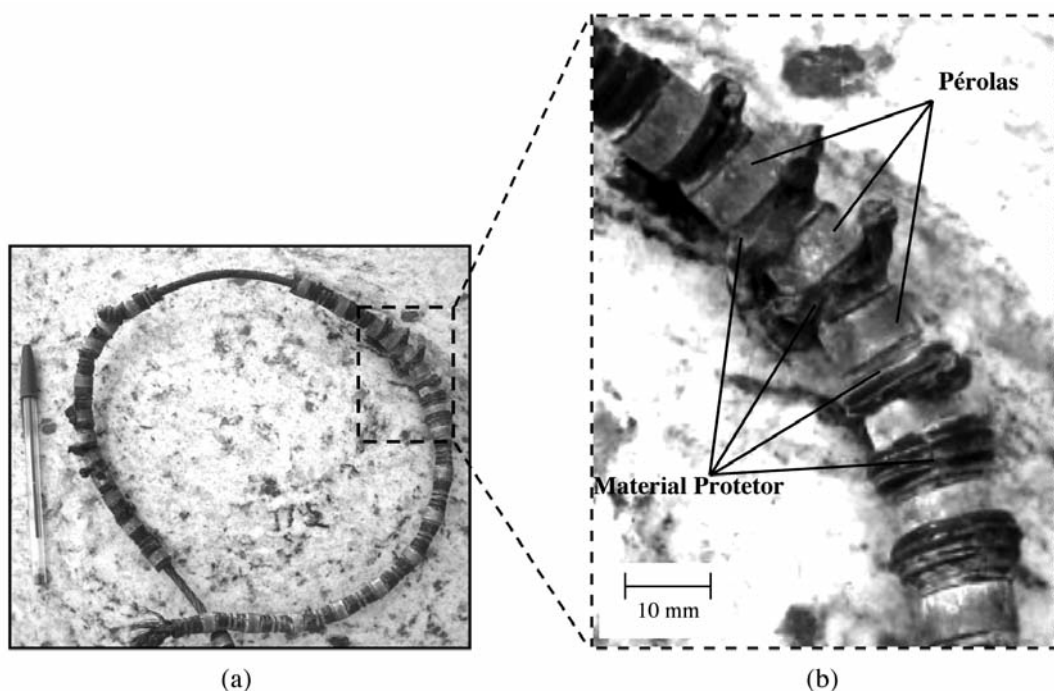


Fig. 14 – (a) redução do espaçamento entre pérolas em fio diamantado.
(b) ampliação do trecho afetado (3X).

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lavra de granitos ornamentais com fio diamantado apresenta vantagens em relação às outras técnicas como economia de tempo, menor custo operacional, maior regularidade do corte, além de acarretar menor impacto ambiental, principalmente no que diz respeito à produção de ruídos e de poeiras.

Embora no Brasil esta técnica seja usada mais recentemente, as perspectivas são promissoras. Aliado a este fato soma-se outro relevante que diz respeito à produção no país de equipamentos e insumos de alta qualidade. Entretanto, alguns dos problemas apresentados são reflexos da falta de conhecimento do processo e/ou do treinamento de pessoal, bem como do desconhecimento das interações existentes entre a máquina, o abrasivo e a rocha.

Os principais problemas observados são os seguintes: desgaste diferencial das pérolas (ovalização), quebra dos diamantes e a diminuição do ângulo de abertura entre o fio e a polia da máquina. Tais problemas podem ser minimizados e, até evitados, quando conjuntamente são observados os seguintes procedimentos:

- Utilização das polias guias até ao fim do corte;
- Aplicação de torções no fio em número adequado;
- Execução cuidadosa das emendas seguida de observação contínua;
- Evitar o caráter subjetivo na refrigeração do fio diamantado por água.
- Cuidado redobrado em maciços fraturados ou materiais heterogêneos.

6 – AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível com a colaboração das empresas exploradoras de granito ornamental do município de Barra de São Francisco no Estado do Espírito Santo e da UNESF – União de Ensino de Barra de São Francisco que disponibilizou a lupa digital.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1992). NBR 12768: Rochas para revestimento – Análise petrográfica. Rio de Janeiro. 2p.

Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS (2007). Balanço das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais no 1º quadrimestre de 2006. Disponível em: <[http:// www.abirochas.com.br](http://www.abirochas.com.br)>. Acesso em 07/06/2006.

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.