

DO GARIMPO À MINA PARTE I: DESENVOLVIMENTO DE MARTELETE PNEUMÁTICO COM INJEÇÃO DE ÁGUA

ADELIR J. STRIEDER¹, ERNANI S. COTICA², ENRIQUE MUNARETTI³, ALTAIR F. KLIPPEL⁴ e RODRIGO P. CORDOVA⁵

¹Geólogo, Dr., Prof. Titular, Engenharia Geológica - UFPel, Pelotas - RS, adelirstrieder@outlook.com;

²Eng. de Minas, Consultor, Porto Alegre - RS, ernani.cotica@gmail.com;

³Eng. de Minas, Dr., Prof. Assoc., DEMIN - UFRGS, Porto Alegre - RS, enrique@ufrgs.br;

⁴Eng. de Minas, Dr., Consultor, Porto Alegre - RS, altair@produttore.com.br;

⁵Eng. de Minas, Consultor, Porto Alegre - RS, rodrigocordova@me.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
04 a 06 de outubro de 2022

RESUMO: Este trabalho apresenta os resultados do desenvolvimento de uma perfuratriz pneumática leve (classe de 12 kg) dotada de dispositivo para pulverização de água para aglomeração de poeira inalável nos garimpos de geodos de ametista (Ametista do Sul, RS). Distintas soluções foram investigadas e desenvolvidas por empresas e os testes de introdução e melhoramento destes equipamentos foram realizados pelos pesquisadores e pelos garimpeiros. Após a adoção de um sistema para injeção de água de baixo custo e fácil operação pelos garimpeiros, foram realizadas medições das concentrações de poeiras (minerais de sílica) inalável no garimpo. E, verificou-se uma redução de aproximadamente 20x, quase dentro dos limites aceitáveis para a operação. Infelizmente, após a saída da equipe do referido projeto, não foram adotados os passos seguintes para implantação e consolidação do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: extração de geodos de ametista, martetele pneumático com injeção de água, redução de poeira inalável.

FROM AN ARTISANAL MINE TO A REAL MINE PART I: DEVELOPMENT OF A PNEUMATIC DRILLING HAMMER WITH WATER INJECTION

ABSTRACT: This paper presents the results of developing a light pneumatic drilling hammer that uses water injection to reduce breathable dust in the amethyst geode artisanal mines in Ametista do Sul (RS). Different solutions were investigated and developed by supplier companies. The tests were conducted by researchers and artisanal miners. After the equipment with water injection had been selected and were under operation, breathable dust (silicate minerals) was measured and it was detected a 20 times reduction of that concentrations, close to acceptable limits for mining operations. Unfortunately, after the researchers leave the project, no efforts were applied to the following steps depicted in the reports.

KEYWORDS: amethyst geode extraction, pneumatic drilling hammer with water injection, breathable dust (silicate minerals) reduction.

INTRODUÇÃO

Este trabalho pretende apresentar os resultados de um processo de investigação conjunta entre garimpeiros, pesquisadores e empresas para o desenvolvimento de um sistema de martetele pneumático leve (classe de 12 kg) dotado de dispositivo para pulverização de água. No Brasil, sistemas desse tipo são utilizados pelas empresas de mineração subterrânea; no entanto, os marteteles pneumáticos utilizados são normalmente mais pesados, ancorados em suportes. Nos garimpos de pedras preciosas do Distrito Mineiro de Ametista do Sul, no entanto, a utilização desses equipamentos mais pesados não é adequada devido às dimensões das galerias e os requisitos de extração (não danificar os geodos).

O desenvolvimento de um sistema de martetele pneumático leve com injeção de água para garimpo de pedras preciosas no Distrito Mineiro de Ametista do Sul (RS) deve considerar os quesitos custo e operacionalidade (Cotica, 2006). Além disso, considera a principal prioridade apontada pela Cooperativa dos Garimpeiros do Médio Alto Uruguai Ltda. (COOGAMAI): buscar formas de “solucionar o problema do pó na perfuração do basalto”.

O desenvolvimento deste tipo de sistema constitui a melhor solução para o problema associado ao pó gerado pela perfuração da rocha basáltica hospedeira dos geodos de ametista. Nenhuma outra solução discutida com os garimpeiros reduz diretamente a fonte (geração) do pó. A solução do problema da geração do pó nas operações de extração de ametista também soluciona um gravíssimo problema de saúde pública na região: a silicose.

Esse trabalho de extensão mineral constitui a principal âncora do processo de ensino-aprendizagem de mão dupla (garimpeiros ↔ pesquisadores) estabelecido para atingir o objetivo geral de transformação tecnológica dos garimpos.

BREVE HISTÓRICO DO USO DE MARTELETES PNEUMÁTICOS NOS GARIMPOS

A perfuração da rocha encaixante dos geodos de ametista era inicialmente executada por meio de martelos e ponteiros de aço; nessa etapa, o uso de água impedia a geração de pó nas galerias e a escala de produção era reduzida. A partir da década de 1980, a perfuração do basalto passou a ser feita com marteteles pneumáticos de pequeno porte (classe de 12 kg) com limpeza dos furos por ar comprimido.

A produção de ametista sofreu, a partir daí, um incremento considerável. No entanto, a deterioração das condições de trabalho aumentou na mesma medida, agravadas principalmente pela quantidade de pó no ambiente de garimpo subterrâneo. A principal consequência desse ambiente insalubre está expressa na alta incidência de pneumoconioses (principalmente a silicose) no município de Ametista do Sul e municípios vizinhos.

As partículas em suspensão (poeiras) possuem uma granulometria reduzida e baixo *momentum*, de modo que ficam, durante muito tempo, suspensas no ar em contato com os trabalhadores. Essa situação é agravada pela inexistência de um sistema de renovação de ar, o que torna a máscara praticamente ineficaz (Cotica, 2006).

Operação de extração dos geodos

As galerias (túneis, “brocas”) são desenvolvidas por meio de avanços com perfuração e detonação com pólvora caseira. Os furos são realizados em toda a frente de avanço, a qual possui, normalmente, 20 m². Nas frentes de extração, são realizados de 15 a 20 furos por avanço, os quais possuem um comprimento máximo de 500 mm. A demanda aproximada é de 50 furos /dia /galeria.

Nem sempre todos os furos são detonados; isso depende da possibilidade de ter-se encontrado algum geodo. Se encontrado, o procedimento de desenvolvimento da galeria é paralisado para se retirar o geodo sem danificá-lo pelo uso da pólvora (Cotica, 2006).

A pólvora é inicializada por corrente elétrica de um fio de cobre de baixa amperagem ligado à corrente elétrica local. Os furos são adensados com “atacador” de aço e tamponados com pó de perfuração.

Após terminada a operação de carregamento e ligação dos furos, estes são conectados a um fio elétrico não energizado, fixado no teto da galeria. Depois de recolhidas todas as ferramentas, o garimpeiro desloca-se para um local seguro, conecta o fio à rede elétrica, causando a deflagração dos furos que estiverem conectados.

No caso de se encontrar um geodo, outro procedimento é adotado. Primeiramente, é realizado o exame da qualidade do geodo, inserindo-se uma lâmpada por um pequeno orifício. O geodo é classificado, retirado ou descartado. Se a avaliação indicar a retirada, o trabalho subsequente será liberar a peça por meio de furos de contorno e cunhas para forçar a rocha a se fraturar na face do próprio furo (Cotica, 2006).

Perfuração

A perfuratriz pneumática típica utilizada é da classe 12 kg (Tabela 1, Figura 1A) Este equipamento apresenta como vantagens: i) tamanho e peso reduzidos, ii) pequeno avanço (desejável principalmente quando próximo dos geodos), e iii) baixo custo de aquisição. Os fabricantes que

suprem os garimpeiros da região com esse tipo de perfuratriz são: i) ATLAS COPCO BRASIL Ltda, ii) PW HIDROPNEUMÁTICA Ltda., iii) METALÚRGICA WOLF Ltda. Todos os equipamentos são baseados no desenho original comercializado pela ATLAS COPCO DO BRASIL Ltda., e podem compartilhar a maior parte das peças (Cotica, 2006).

As principais desvantagens são: i) o pequeno avanço para desenvolver as galerias, ii) a geração de poeira mineral (sílica) inalável, ar quente e ruído, comuns a qualquer equipamento de perfuração de rocha que trabalhe a seco sem nenhum dispositivo para coleta de pó, iii) ambiente de pouca visibilidade e segurança, e iv) geração de ruído das perfuratrizes (Cotica, 2006).

A ocorrência de elevados níveis de ruídos e poluição do ar pela emissão de gases e material particulado causa danos à saúde humana, como a surdez por ruído e doenças respiratórias. A poluição do ar por material particulado diminui a visibilidade interna, provocando acidentes e retardando as operações, além dos efeitos adversos à saúde e à qualidade de vida (Organiscak & Page, 1995; EHS, 2004).

Tabela 1. Especificações técnicas do martetele pneumático classe 12 kg.

Peso	12 (kg)
Comprimento	505 (mm)
Freqüência de impacto	43 (pulsos/s)
Velocidade de rotação	220 rpm
Razão de penetração	150 (mm/min)
Conexao	19 (mm)
Consumo de ar	24 (l/s)

METODOLOGIA: DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO

O objetivo inicial do projeto, portanto, foi o reduzir a geração de poeira (sílica mineral inalável), aumentar o conforto ambiental dos trabalhadores nas operações de perfuração e desmonte, e aumentar a segurança dessas operações.

As sugestões de melhoria e as ações efetivas testadas para a perfuratriz de 12 kg foram baseadas na utilização de água junto ao ar comprimido. A idéia mais aceita e prática consistiu em pulverizar a poeira com pequenas quantidades de água para aglomerá-la. Desse modo, o processo de perfuração e fragmentação por deflagração de pólvora caseira não seria prejudicado.

A partir disso, a empresa PW HIDROPNEUMÁTICA Ltda (representada pela COPEX Import. E Comercial. Ltda no RS) criou um protótipo de dispositivo para injeção d'água (Cotica, 2006). Esse equipamento (Figura 1B) consistiu em cabeçote especial para utilização com água, adaptado na Perfuratriz PWHP-12, tanque pressurizado para água de 100 litros de capacidade, válvula de dosagem de água, válvula de segurança e registro de diâmetro 2". Também foram utilizadas: i) mangueiras de entrada (tipo 3/4"), com pressão de trabalho 7,0 Kg/cm², e ii) mangueira de ar / água (tipo 3/8") com pressão de trabalho 7,0 Kg/cm². A Tabela 2 mostra as perfuratrizes compatíveis para adaptação do dispositivo e que são comercializadas na região:

Figura 1. Perfuratriz pneumática da classe 12 kg. A) equipamento sem injeção de água. B) equipamento com estrutura para injeção de água desenvolvido pela COPEX. C) Perfuratriz pneumática da COMETRE Ltda com entrada de água sem pressurização e regulagem de volume de água.

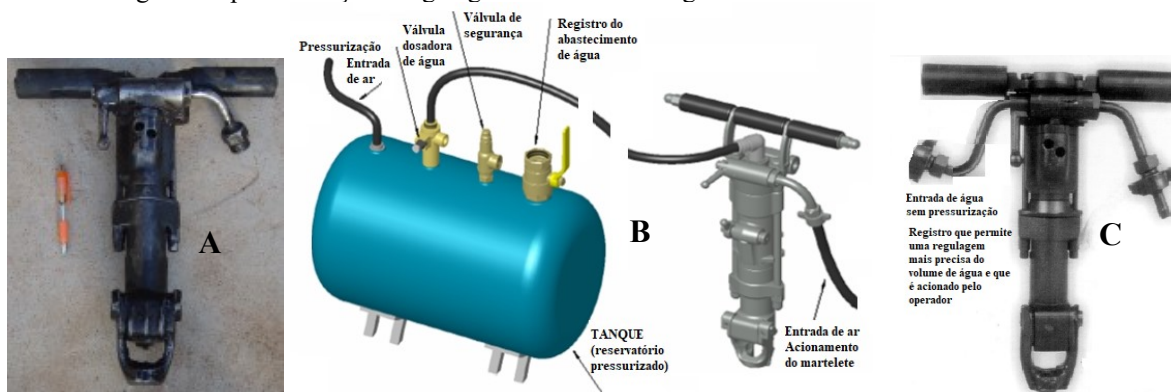


Tabela 2. Perfuratrizes compatíveis para adaptação do dispositivo (cabeçote especial para uso de água pressurizada).

Fabricante	Modelo
PW HIDROPNEUMÁTICA LTDA	PWHP 12
ATLAS COPCO BRASIL LTDA	BBD12
METALÚRGICA WOLF LTDA	MW 12
COMETRE LTDA	12 kg, ar a água

Os testes iniciais desse sistema mostraram que as perfuratrizes tiveram problemas internos: i) mistura de água e óleo, ii) difícil regulagem da vazão de água e iii) fixação da haste de perfuração, o que causou desgaste prematuro das peças internas (Cotica, 2006). O martelete com o cabeçote para uso com água possuía um registro tipo agulha para variar o volume de líquido injetado no furo; porém, a regulagem era difícil e acarretava excesso de água nos furos. Seria necessário, então, encartuchar a pólvora para uso em furos com muita água, o que demandava muito tempo, ou a necessidade de secar os furos com ar por meio de uma haste furada conectada à uma mangueira de ar pressurizado.

Posteriormente, foram utilizadas outras perfuratrizes do fabricante COMETRE, modelo 12 kg Ar e Água (Figura 1C). Esse equipamento não necessitou do sistema de injeção de água descrito acima. Esse equipamento simplesmente utilizava a água levada até as galerias por gravidade. Para a água condensada no circuito, foi criado um reservatório pulmão para armazenagem de água, o que eliminou a umidade condensada dentro das mangueiras. Junto deste tanque pulmão, foi colocado um lubrificador de linha (“batata”) para melhor lubrificar o sistema.

RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

O impacto da introdução do martelete leve com injeção de água foi imediatamente perceptível, pelo aumento da visibilidade interna nas galerias (“brocas”). Os laudos contratados antes da utilização do sistema de perfuração com água e após a implementação confirmaram a grande redução na quantidade de particulados suspenso no ar depois da adoção de perfuração à úmido junto com as melhorias no sistema de ventilação (Tabela 3).

As concentrações medidas efetuadas também podem ser analisadas frente à Resolução CONAMA N° 003, de 28 de junho de 1990, que estabelece parâmetros de qualidade do ar. A Tabela 4 mostra os padrões de qualidade do ar definidos pela resolução para alguns dos poluentes atmosféricos correlatos com o caso dos garimpos de ametista.

Tabela 3. Valores de concentração de particulados medidos antes e após a adoção do sistema de perfuração com água e o sistema de ventilação de mina. Laudo contratado à ALAC Tecnologia em Análises (Coletor: filtro PVC 5µ, 37 mm diâmetro, Buck Balc 5). Método analítico: Cromatografia à gás com detector de massas (NIOSK 0600).

Data da coleta de poeira inalável: 22/nov/2004	Data da coleta de poeira inalável: 16/mai/2005
Volume de ar coletado: 400. 51 litros	Volume de ar coletado: 425 litros
Temperatura Inicial / Final: 15.2 / 23 C°	Temperatura Inicial / Temp Final: 20.9 / 23.5 C°
Umidade Rel Inicial / Final: 63 / 76	Umidade Rel Inicial / Final: 90 / 90
Concentração de poeira inalável: 60.6 µg/m ³	Concentração de poeira inalável: 3.2 µg/m ³
Limite de Tolerância ACGIH-2002: 3.0 µg/m ³	Limite de Tolerância ACGIH-2002: 3.0 µg/m ³
Nível de ação (NR9) ACGIH-2002: 1.5 µg/m ³	Nível de ação (NR9) ACGIH-2002: 1.5 µg/m ³

Tabela 4. Parâmetros de qualidade do ar definidos na Resolução CONAMA N° 003/1990. (*) Valores que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

I - Partículas Totais em Suspensão			
Padrão Primário		Padrão Secundário	
concentração média geométrica	80 µg/m ³ /ano	concentração média geométrica	60 µg/m ³ /ano
concentração média	240 µg/m ³ / 24 hs *	concentração média	150 µg/m ³ / 24 hs *
III - Partículas inaláveis			
Padrão Primário		Padrão Secundário	
concentração média geométrica	50 µg/m ³ /ano	concentração média geométrica	50 µg/m ³ /ano
concentração média	150 µg/m ³ / 24 hs *	concentração média	150 µg/m ³ / 24 hs *

Os resultados mostram que o ambiente de mina tornou-se menos insalubre e perigoso para execução das atividades de extração dos geodos de ametista. A redução da concentração de poeiras inaláveis permitiu: i) aumento de visibilidade para todas as operações, ii) aumento de produção, pela redução no ciclo de trabalho (menos esperas), e iii) redução do risco de doenças ocupacionais.

SITUAÇÃO ATUAL

A implementação do sistema de perfuração do basalto com perfuratriz pneumática leve (classe de 12 kg) dotada de injeção de água foi abandonada após a saída da equipe de pesquisadores. A proposta de implantação de uma “Mina Modelo” para treinamento e capacitação dos garimpeiros também foi totalmente abandonada após a saída pela COOGAMAI e pelas instituições locais.

Em recente visita técnica da Câmara Especializada em Geologia e Engenharia de Minas (CEGM) do CREA-RS, verificou-se que a concentração de poeira inalável suspensa após um intervalo de aproximadamente 12 horas de interrupção das atividades (Figura 3A); a utilização de marteletes sem o dispositivo de injeção de água (Figura 3B); e o abandono completo do tanque “pulmão” utilizado para eliminar a água do circuito da perfuratriz (Figura 3C).

Figura 3. Situação atual da extração de geodos de ametista. A) concentração de poeira inalável. B) marteletes sem o dispositivo de injeção de água. C) tanque “pulmão” abandonado e sem evidência de novos em utilização.



CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas no Distrito Mineiro de Ametista do Sul (RS) mostram a real possibilidade de transformação das práticas garimpeiras não sustentáveis em práticas mineiras de baixo custo e sustentáveis: Garimpo → Mina. O desenvolvimento e a introdução de um sistema de perfuração da rocha basáltica com equipamento dotados de dispositivo de injeção d’água permitiu a forte redução das poeiras inaláveis. No entanto, a continuidade e a adoção definitiva de tais instrumentos requer o compromisso dos profissionais envolvidos e a utilização de técnicas de educação de caráter construtivista, que reconheçam a capacidade de aprendizados dos garimpeiros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP (Projeto Referência: 2784/03) pelos recursos do FNDCT (CT-MINERAL), que financiaram as atividades de extensão mineral e introdução de práticas sustentáveis nos garimpos).

REFERÊNCIAS

- Cotica, E.S. Gestão da produção, desmonte e perfuração de rochas em garimpos do DM de Ametista do Sul. Relatório de Estágio Supervisionado, EE-UFRGS, Porto Alegre (RS). 81 pp. Orientador: Prof. Dr. Adelar J Strieder; Supervisores: Eng Minas Enrique Munaretti, Eng de Minas Altair F. Klippel. 2006.
- EHS Management Systems – Mining Environmental Management. Mining Communications Limited, 29 p, 2004.
- Organiscak, J.A.; Page, S.J. Assessment of Airborne Dust Generated From Small Truck-Mounted Rock Drills. RI 9616, U.S. Department of the Interior, 18p. 1995.