



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
Escola de Minas - Departamento de Engenharia de Minas
Pós-Graduação *Lato Sensu* em Beneficiamento Mineral



WESLEY DE SOUZA BARTOLI FILHO

ARGAMASSA EXPANSIVA

UFOP – UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
2010

WESLEY DE SOUZA BARTOLI FILHO

ARGAMASSA EXPANSIVA

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito para obtenção do título de Especialista em Beneficiamento Mineral.

Orientador: Prof. José Aurélio Medeiros da Luz

**UFOP – UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
OURO PRETO
2010**

Agradeço a Deus, minha família, meus colegas e a todos os professores por tudo.

RESUMO

Este relatório apresenta os resultados do trabalho desenvolvido, planejado e executado por Wesley de Souza Bártoli Filho, realizado na empresa BB Engenharia – Tecnologia em Demolição Ltda., sobre a aplicação de argamassa expansiva no desmonte. Analisam-se inicialmente os condicionamentos técnicos e científicos relacionados com o emprego da argamassa expansiva no Brasil e no mundo, bem como as tendências em relação seu emprego no corte de rochas ornamentais, com as mudanças que ocorrerão no sentido da lavra. No desenvolvimento deste trabalho a seguir, é relatado de modo comparativo o método de lavra através da argamassa expansiva. A comparação das modalidades convencional e por argamassa expansiva mostra o grande potencial de emprego de argamassa tanto no desmonte de blocos de rochas ornamentais, quanto no desmonte de estruturas civis.

ABSTRACT

This report treats on the application of expansive mortar held at *BB Engenharia – Tecnologia em Demolição Ltda.* It examines firstly the scientific and technical constraints related to the use of expansive mortar in Brazil and abroad, as well as the trends regarding its use in the cutting of dimension stones, with the corresponding changes in the mining practice, which can encompass drilling and blasting, diamond wire saws or jet-piercing cutting methods. In this work is reported comparatively the method of stone cutting by expansive mortar versus drilling and blasting conventional method. This comparison displays the high potential of expansive mortar in dressing of dimension stone blocks, as well in civil structures demolition.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. ARGAMASSA EXPANSIVA.....	8
2.1. Para que serve.....	8
2.2. Onde usar.....	8
2.3. Como usar.....	9
2.4. Mecanismo de ruptura e tempo de reação.....	10
2.5 Quem pode usar.....	12
2.6 Outras informações.....	12
2.7. Tipos de Argamassa comercializada.....	12
2.8. Normas de segurança para o uso da Argamassa.....	13
2.9. Sugestões para o uso da Argamassa.....	13
2.10. Informações técnicas para a avaliação.....	14
2.11. Comparação entre outros métodos.....	15
2.12 Comparação de custo com outros métodos.....	21
3. CONCLUSÃO.....	23
4. REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

A indústria de rochas ornamentais tem grande relevância no mercado mundial, inclusive no Brasil, que é um dos grandes produtores e exportadores mundiais de rochas ornamentais e de revestimento. (CUNHA, 2005)

Elas constituem um dos segmentos de maior crescimento no setor mineral brasileiro, com um incremento médio na pauta de exportação superior a 10% ao ano, proporcionado tanto por novos tipos de utilização destes materiais na paisagem urbana quanto em função dos avanços tecnológicos que permitiram o aproveitamento e difusão de diversas rochas anteriormente não comercializada. (SOUZA, 2008)

A escolha do método de lavra é uma das decisões mais importantes que são tomadas durante o estudo de viabilidade econômica, e de introdução delas no mercado, pois o método de lavra influirá no montante de perdas durante a produção de blocos. (LEANDRO, 2009)

Ao se avaliar as perdas durante a produção de blocos, conclui-se que certos métodos de lavras e de desmonte geram mais rejeitos que outros métodos. Normalmente, a não utilização de explosivos são mais aconselhadas para se evitar a produção de rejeitos. (DA MATTA, 2003)

O emprego de argamassa expansiva para demolição e corte de rochas, vem sendo um dos mais procurados pelas indústrias extrativas, por suas inúmeras vantagens, tais como a obtenção no ganho de recuperação, pois há minimização de microfissuras no interior do maciço. (SOUSA, 2009)

2. ARGAMASSA EXPANSIVA

A argamassa é um produto em pó com composição química definida em função da temperatura ambiente, e que, deve ser misturado com água, na proporção especificada pelo fabricante. Inserida nos furos, esta argamassa irá expandir-se, liberando uma força unitária superior a 8.000 t-f/m^2 na parede do furo provocando fraturas no material de modo progressivo e gradual, promovendo a ruptura da rocha ao longo da linha de furos.

Além do corte de rochas, o campo de aplicação da argamassa expansiva tem sido praticamente ilimitado, com utilização nos mais diversos tipos de demolições, quando o uso de explosivos não é recomendável por questões de segurança (PINHEIROS, 1999).

É um produto altamente ecológico, pois além de não ser explosivo, não produz gases e resíduos nocivos.

2.1 Para que serve

O campo de ação da argamassa é praticamente ilimitado, servindo para romper, cortar, e demolir rochas, concreto, concreto armado em situações onde por razões de segurança ou preservação do meio ambiente, o uso de explosivos não seja possível ou não recomendável.

2.2 Onde usar

Em qualquer formação rochosa, concreto armado, estruturas de tijolos e também para a execução dos seguintes trabalhos típicos:

- Aplainamento de rochas para construção de estradas;
- Escavações de trincheiras para o posicionamento de dutos;
- Escavações subterrâneas;
- Escavações marítimas, mesmo submarinas;

- Eliminação de blocos de pedra;
- Demolição de pilares, torres e paredes (de concreto armado ou não);
- Demolição de fundações;
- Demolição de quebra-mares;
- Escavação ou demolição de formação rochosa, ou concreta, onde o uso de explosivos mostra-se antieconômico e proibido por questões de segurança;
- Pré-fissuramento de formações rochosas com a criação de blocos isolados que, assim, podem ser demolidos com maior facilidade;

2.3 Como se usa

A argamassa é um pó que, antes do uso, deve ser misturado com água na proporção de 30% de seu peso.

Toma-se um recipiente com capacidade suficiente, coloca-se a quantidade de água necessária (1,5 litros para a embalagem inteira de 5 kg) e depois, lentamente, adiciona-se o pó, sempre sob agitação, fazendo-se a mistura, até obter uma pasta cremosa e fluida, sem grumos. Coloca-se a pasta nos furos já preparados num intervalo de tempo de 5 a 15 minutos. Os furos horizontais devem ser inclinados para que a argamassa entre com facilidade (em caso de vazamento, coloque-se um pedaço de madeira em forma de joelho para reter o material dentro do furo).

Os furos não devem ser tamponados e, somente em casos de chuva, devem ser cobertos com um material impermeável. Não deve haver água dentro dos furos. Em caso de grande infiltração, ou onde existirem muitas fissuras que não permitam o enchimento correto do furo, aconselha-se a colocar dentro do furo um tubo plástico de PVC e, depois encher este último (encamisar o furo). A distância entre furos varia em função do diâmetro dos mesmos (de 32mm a 50mm) e do tipo de material a ser demolido ou cortado. O tempo de reação da argamassa depende da temperatura ambiente e do tipo de argamassa que será utilizado.

2.4 Mecanismo de ruptura e tempo de reação

A resistência à tração das rochas é menor que a sua resistência a compressão, variando numa faixa de 10 % a 40 %, de acordo com as características tecnológicas do material. A argamassa expansiva, aplicada ao longo de furos alinhados e devidamente espaçados, exerce nas paredes dos furos uma pressão de expansão, em todas as direções, agindo como um esforço compressivo. As forças dessa compressão induzem reações de tensões trativas, no plano perpendicular àquelas forças compressivas atuantes no plano dos furos, promovendo, desta maneira, a ruptura da rocha por tração.

Uma grande parte dos granitos exhibe resistências à tração na ordem de 150 kgf/cm^2 . Segundo a LAGeMA, distribuidora da argamassa expansiva italiana Fract.Ag, a pressão de expansão exercida pelo seu produto é de 800 kgf/cm^2 , determinada experimentalmente para tempos de reação entre 8 e 12 horas, com temperaturas próximas a 20°C . Essa fabulosa pressão obtida demonstra o poder de ruptura do agente expansivo.

A pressão de expansão varia sensivelmente com o tempo de reação e com a temperatura que se encontra a rocha. Com tempos de reação mais longos, podendo alcançar vários dias, a pressão de expansão pode chegar a valores consideravelmente superiores a 800 kgf/cm^2 . Para temperaturas elevadas alcança-se determinados resultados em tempos mais breves; com temperaturas mais baixas, alcança-se os mesmos resultados em tempos mais longos, ou resultados mais modestos para um mesmo tempo.

O tempo de reação, para geração de um corte, varia em função da temperatura ambiente, do espaçamento dos furos, das características petrológicas e mecânicas das rochas, além do seu aspecto textual, e da qualidade e tipo de argamassa a ser usada.

A argamassa expansiva existente no mercado tem sua aplicação limitada devido à suscetibilidade cinética de reação às condições climáticas e limitação dos diâmetros de furos. Recentemente, pesquisadores do Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Minas (unidade acadêmica da Universidade

Federal de Ouro Preto) desenvolveram processo alternativo de fabrico de argamassa.

Esse processo alternativo está com depósito de patente junto ao INPI (pedido de patente PI0404614-5). O processo abarca a fabricação de argamassa expansiva constituída por uma mescla de uma fase aquosa com agente expensor em pó. Parte dos reagentes de controle termoquímico das reações de expansão, nesse caso, está em fase aquosa. O processo proposto ajusta a cinética e as variáveis termoquímicas de modo que se possa ter um tempo de reação compatível com os tempos de ciclo de manuseio da argamassa, ajuste da reologia da pasta hidratada e ajuste da porosidade do sistema antes da cura (SEGATO, LUZ e PEREIRA, 2004). Foto de um experimento em escala piloto, usando a argamassa alternativa, pode ser vista na figura 2.1.



Figura 2.1 – Bloco de rocha onde foi feita a furação para a aplicação da argamassa expansiva em escala piloto.

Em qualquer caso, incluindo as argamassas comerciais, o tempo ideal para obtenção dos cortes, para liberação de pranchas (bancadas altas) ou de filões (bancadas baixas), deve estar em conformidade com o ritmo de produção da empresa e com as variáveis (espaçamento dos furos) e quantidade de argamassa

usada, que devem estar devidamente equacionadas. (PINHEIRO, 1999).

2.5 Quem pode usar a argamassa

Todos, em qualquer situação, pois não é produto perigoso, não provoca lançamento de detritos, não forma gases nem produz qualquer tipo de vibração, Para usar a argamassa não é necessária nenhuma permissão ou licença de qualquer órgão governamental ou de meio-ambiente como acontece com os explosivos.

A ação de demolição ou de corte da argamassa pode ser interrompida a qualquer momento, basta para isso retirar o produto inserido no furo com uma nova perfuração do furo.

2.6 Outras informações

Não existem problemas particulares para a conservação da argamassa, desde que os recipientes não sejam violados e que estes sejam conservados em locais secos.

Não existem problemas para a utilização da argamassa, quanto a descargas elétricas ou correntes elétricas erráticas (especialmente ocorrentes em rochas sulfetadas).

2.7 Tipos de argamassa comercializada

A argamassa comercial é produto comercializado a granel e em cartucho.

Granel — sacos de 5 kg em caixas de 20 kg.

Em cartuchos — caixas de 20 kg contendo 100 cartuchos de 200 g.

O tempo de reação da argamassa varia de acordo com a temperatura ambiente, por esta razão e fornecido para 4 faixas de temperatura, usualmente assim categorizadas no mercado:

- Vermelha — utilizar em temperaturas abaixo de 5 °C;
- Verde — utilizar em temperaturas entre 5 °C e 20 °C;

- Amarela — utilizar em temperaturas entre 20 °C e 35 °C;
- Ouro — utilizar em temperaturas entre 35 °C e 50 °C;
- Prata — utilizar em temperaturas entre 60 °C e 70 °C.

2.8 Normas de segurança para o uso da argamassa

Não se deve aproximar o rosto dos furos carregados nas primeiras 2 ou 3 horas após a introdução da argamassa expansiva, pois existe a possibilidade (remota) de haver expulsão violenta de material, se as condições de uso não forem respeitadas.

A argamassa não deve ser colocada, já misturada com água, em recipientes estreitos ou que tenham a boca mais estreita que o fundo; assim como a mesma não deve ser colocada em recipientes de vidro tipo de garrafas, frascos, etc.

Caso a argamassa entre em contato com os olhos, deve-se lavá-los imediata e abundantemente com água limpa e um posto de atendimento médico deve ser procurado. Como os pós para as argamassas expansivas são a base de cal virgem, a argamassa é um produto alcalino e seu pH é aproximadamente 13.

2.9 Sugestões para o uso da Argamassa

Em face da prática atual, a distância entre furos preconizada, para rochas ornamentais deve ser de 10 a 30 cm, para demolição de rocha de vera ser de 30 a 60 cm, variando em função do diâmetro do furo.

Consumo estimado de argamassa (pó) para 1 metro linear de furo:

Diâmetro (mm)	30	32	24	38	40	45
kg/metro linear	1,1	1,2	1,5	1,8	2,0	2,6

2.10 Informações Técnicas Para a Avaliação dos Resultados

Com a colocação da argamassa em um furo, será exercida uma pressão na direção ortogonal as paredes do furo (uma pressão “p” uniforme foi determinada experimentalmente em 78,5 MPa (800 kgf/cm^2). O valor da pressão varia sensivelmente com o tempo de reação e com a temperatura). De fato, com temperaturas mais elevadas, obtém-se resultados em tempos mais breves. Com temperaturas mais baixas alcançam-se os mesmos resultados em tempos mais longos, ou resultados mais modestos para um mesmo tempo, o valor de 78,5 MPa (800 kgf/cm^2) fixado, refere-se a tempos de reação de 20 a 24 horas com temperaturas próximas a 20°C.

Com tempos de reação mais longos (a argamassa continua a agir por muitos dias), podem-se obter valores de pressão consideravelmente superiores a 800 kgf/cm^2 . Quando se faz uma serie de furos ao longo da linha do material que devera ser demolido ou cortado, haverá tendência a quebrar-se ao longo desta linha, para a região que se deseja cortar.

Serão fornecidas, a seguir, as resistências as trações aproximadas de alguns tipos de rochas mais comuns;

- granitos: 14,7 MPa (150 kgf/cm^2)
- dolomitos: 9,8 Mpa (100 kgf/cm^2)
- gneiss: 17,7 MPa (180 kgf/cm^2)
- mármore: 13,7 MPa (140 kgf/cm^2)
- concreto: 2,9 MPa (30 kgf/cm^2)
- calcários: 11,8 MPa (120 kgf/cm^2)

2.11 Comparações entre métodos

As vantagens de seu emprego, citadas nos catálogos (por exemplo, o de FRACT-AG e o de DEMOX), em relação ao uso de explosivos, são: não requer permissão especial, tais como licenças para transporte, manuseio, e armazenagem, não há vibrações, explosões ou emanção de gases; não há poluição acústica; obtém-se ganho de recuperação, pois há minimização de microfissuras interiores ao maciço, diminuição da mão de obra especializada, assim aumentando substancialmente a segurança dos trabalhadores.

Exemplo 01:

Na obra executada pela BB Enge engenharia, na Av. Avaí, número 500, Bairro Dom Bosco em Belo Horizonte, foram retirado 493 m³ de rocha com uso da argamassa, onde foi permitida a sua execução com sucesso e segurança para seus realizadores e comunidade.



Figura 2.2 – Rocha onde foi feita a furação para a aplicação da argamassa expansiva em escala industrial.

Como se pode ver na figura 2.2, existem casas muito próximas da rocha que programada para ser retirada. Caso fosse feito como uso do explosivo, seria necessário as licenças especiais, vistoria em todas as residências em torno, rigoroso esquema de segurança (para a prevenção de acidente envolvendo a

comunidade), sismógrafo (para controlar as vibrações), cobertura do fogo (para evitar o ultralancamento de materiais), como se pode observar nas fotos mostradas nas figuras 03 e 04. Deve-se notar que esse método, empregando-se explosivos, possui ainda a desvantagem da formação de gases e poluição acústica.



Figura 2.3 – Cobertura de pneus, cordas e correias transportadoras (tirada pela Technoblast)



Figura 2.4 – Cobertura de terra compactada (tirada pela Technoblast)

A aplicação da argamassa tem como desvantagem o tempo de execução, pois seu tempo de reação dura em torno de 20 horas (dependendo do material), já, com o explosivo, a reação é imediata. O preço da argamassa por m³ é um pouco mais elevado em comparação ao explosivo, mas com aplicação final dos métodos o custo da argamassa ainda continua sendo mais vantajoso. As figuras 2.5 e 2.6 mostram o aspecto da rocha fraturada e sua remoção final com rompedor, respectivamente.



Figura 2.5 – Oito horas após aplicação da argamassa expansiva na rocha.



Figura 2.6 – Mini escavadeira de 5 t, acoplada com rompedor hidráulico de 300 kg, para fazer o deslocamento da rocha já fraturada.

Segundo Pinheiro (1999):

Exemplo 02:

Granitos Laranjeiras Ltda.

Localizada em Pancas – ES, o material extraído é o Verde Bahia, através do método de lavra de bancadas altas, utilizando com método de corte a argamassa expansiva, consorciada com fio diamantado.

Os resultados obtidos com o emprego da argamassa expansiva foram:

- Espaçamento (E):

De 10 cm, quando usava-se cunhas de pressão, passou para 25 cm com uso da argamassa expansiva.

- Produtividade:

A produtividade de desdobramento de pranchas foi aumentada em 60,5%, pelo novo afastamento obtido.

- Taxa de Recuperação:

Foi mantida. Entretanto, a utilização da argamassa expansiva possibilitou o aumento da altura das bancadas, que era limitada em 4,5 metros, por utilizar cunhas de pressão, para o desdobramento das pranchas. A nova altura de bancada proporcionou um aumento de produtividade com conseqüente redução dos custos operacionais.

- Custo de Produção:

Pela produtividade alcançada, houve uma redução de 37,7 % dos custos operacionais. Pode-se optar em manter o atual nível de desmonte, com redução de 60,5% dos custos operacionais, com perfuração, na liberação das pranchas, implicando num ajuste do número de perfuratrizes empregadas. Uma posição intermediária, com remanejamento de marteleiros para o esquadrejamento de blocos.

Os percentuais acima ainda deverão ser subtraídos da diferença das participações: $\% \text{custo/ m}^3$ com argamassa expansiva - $\% \text{custo/ m}^3$ com cunhas de pressão.

- Razão volumétrica de carregamento – kg/m^3 :

Trabalha-se hoje com uma razão de carregamento de $0,73 \text{ kg/ m}^3$, com a meta de se abaixar em 20 % este valor. A relação m^2 / m^3 bruto extraído é de 1,0.

- Espaçamento de carregamento (E_c):

$E_c = 100$ cm, ou seja, cada furo carregado deixa-se três vazios.

- Tempo de ruptura da rocha:

5 dias, em cumprimento com a programação de produção da empresa.

- Consumo de carga explosiva:

A empresa já não utilizava explosivo/acessórios no desmonte de rocha.

Exemplo 03:

GRAMAZINI Granitos e Mármore Thomazini Ltda

Localizada em Castelo – ES, o material extraído e o Cinza Corumbá, através do método de lavra de matacão, utilizando com método de corte de pólvora negra para cortes primários nos matacões e argamassa expansiva para obtenção de pranchas dos volumes desmontados.

Os resultados obtidos com o emprego da argamassa expansiva foram:

- Espaçamento (E):

Não foi alterado, mantendo-se em 30 cm.

- Produtividade:

Como o espaçamento foi mantido, a produtividade na perfuração de pranchas permaneceu.

- Taxa de Recuperação:

Aumentou de 30 %, como conseqüência da melhor regularidade da superfície de corte das pranchas (o uso de cordel gerava uma superfície irregular, com perdas de material) e da eliminação de irregularidades nas quinas dos blocos, quando se usava cordel NP5 no esquadrejamento destes.

No esquadrejamento dos blocos, o cordel NP5 foi substituído pelo NP3 diminuindo o choque provocado na rocha. Esta substituição, associada a eliminação do NP5 nas pranchas, reduziu sensivelmente o “estresse” provocado na rocha pela onda de choque, gerada nas detonações, o que permitiu uma maior regularidade das faces dos blocos, aumentando a taxa de recuperação da

pedreira.

- Custo de Produção:

O aumento de 30 % da taxa de recuperação foi responsável pela redução de 23 % do custo de produção da empresa. A partir dos preços praticados com cordel detonante e argamassa expansiva, o custo para realização de um corte com argamassa expansiva, para a pedreira em questão, é 300 % maior, em relação ao cordel detonante.

Com base no exposto, considere-se o seguinte exemplo: supondo um custo de R\$ 100,00 por metro cúbico de bloco extraído (custo operacional), com utilização de carga explosiva (cordel detonante imerso em água) na obtenção de pranchas, para uma taxa de recuperação de 50 %, tem-se que a participação do cordel é de 4 % do custo operacional.

Substituindo-se o cordel detonante pela argamassa expansiva, a taxa de recuperação sobe para 65 % (aumento de 30 %), com participação da argamassa expansiva no custo de produção de blocos de 12,3 %. Fazendo-se diferença entre os custos envolvendo as duas ferramentas de corte, o custo com argamassa expansiva é maior em R\$ 8,30/m³ ou 8,3 %.

Entretanto, como o custo de produção foi reduzido a 23 %, em função da nova taxa de recuperação obtida, ter-se-á novo valor de custo operacional de R\$ 77,00/ m³, que somado com 8,30/ m³ é igual a R\$ 85,30/ m³. Ou seja, obteve-se uma redução efetiva do custo operacional de 14,7 %, para incremento de 30 % da produção de blocos de rochas.

- Razão de carregamento – kg/ m³ :

Encontra-se hoje em 0,83 kg/m³, para 0,42 metros quadrados de área cortada por metro cúbico de prancha extraída

- Espaçamento de carregamento (Ec):

O valor de espaçamento de carregamento está hoje em torno de 70 cm. No perfil de carregamento, deixa-se um vazio de aproximadamente 2,0 metros no meio dos furos, cuja altura média é de 6,0 metros.

- Tempo de ruptura da rocha:

20 horas, em sintonia com a programação de desmonte da pedreira.

- Consumo de carga explosiva:

Usava-se cordel detonante NP5, imerso em água em todos os furos, para o desdobramento das pranchas. A argamassa expansiva eliminou 100 % do emprego de cordel nesses cortes.

2.12 Comparações de custo com outros métodos

Empregando-se argamassa expansiva, estima-se o custo operacional médio de aproximadamente US\$ 16.00/m², para aplicação industrial em pedreiras de rochas ornamentais (*apud* Villaschi Filho & Sabadini, 2000).

Considerando-se somente o consumo unitário de material expansivo, essa rubrica fica em torno de 80 kg/m³, para desmonte industrial em pedreiras (Pinheiro, 1999).

A seguir são apresentados dois quadros (quadro 01e 02) com valores comparativos entre algumas técnicas de exploração de mármore e granitos.

Quadro 01 – Comparação de valores na exploração de mármore.

Comparação de várias técnicas para mármore:			
(BORTOLUSSI et al., 1988 Apud VIDAL, 1999, p.86)			
	Fio helicoidal	Fio Diamantado	Explosivos
Custo de corte unitário (US\$/ m ²)	30-40	18-24	20-25

Quadro 02 – Comparação de valores na exploração de granitos.

Comparação de várias técnicas para granitos: (BORTOLUSSI et al., 1988 Apud VIDAL, 1999, p.86)			
	Fio helicoidal	Fio Diamantado	Explosivos
Custo de corte unitário (US\$/ m ²)	75-90	60-90	23-30

3. CONCLUSÃO

Constatou-se que o emprego da argamassa expansiva em todos os exemplos citados obteve resultados significativos no processo de lavras. Na integridade da rocha, na regularidade do corte, menor geração de rejeitos, flexibilidade, produtividade e menor custo.

Pode-se destacar ainda a sua viabilidade econômica e sua técnica limpa, não poluidora. Trazendo para a empresa uma boa imagem, uma imagem de uma empresa que se preocupa com o ambiente que transforma.

E este método proporciona ainda maior segurança aos trabalhadores, em relação ao uso do explosivo. Assim trazendo um menor índice de acidente de trabalho.

Considerando-se a qualidade, viabilidade econômica, a segurança de operação e a inexistência de impacto ambiental, pode-se concluir que o emprego de argamassa de argamassa expansiva no desmonte apresenta vantagem competitiva em relação a outros métodos convencionais.

4. REFERÊNCIAS

1. CUNHA, Carlos Thiago Candido; LIRA, Helio de Lucena; NEVES, Gelmires de Araujo; DE SOUSA, Antonio Augusto Pereira. *Estudo de Matéria-Prima Cerâmica para Obtenção de Argamassa Expansiva para Lavra de Rochas Ornamentais*. http://www.abceram.org.br/asp/49cbc/49cbc_res3_info.asp?pri=2 & sec=2-08. Acessado em 11/09/2009.
2. DA MATTA, Paulo Magno. *Industria de Rochas Ornamentais: Rejeitos X Produção Limpa*. http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=2055. Acessado em 12/09/2009.
3. LEANDRO. *Métodos de Lavra*. <http://www.ebah.com.br/metodos-de-lavra-pdf-a19984.html>, Acessado em 12/09/2009.
4. NETO, Tito Luiz de Araujo. *Problemas gerados pela extração de rocha e proposta para mitigação do impacto sonoro*. http://teses.ufrj.br/COPPE_M/TitoLuizDeAraujoNeto.pdf. Acessado em 12/09/2009.
5. PINHEIRO, José Roberto, *Rochas de qualidade*, vol XXVIII, 1999, março/abril, edição 145 pg 96
6. ROGERTEC. *Demox*. <http://www.rogertec.com.br/produtos/demox.pdf>. Acessado em 11/09/2009
7. SEGATO, M. C.; LUZ, J. A. M. da; PEREIRA, C. A. *Pesquisa, Desenvolvimento e Resgate da Cantaria em Ouro Preto. Relatório Final - FAPEMIG*. Ouro Preto: UFOP, 2006.
8. SOUSA, A. A. P.; OLIVEIRA, D. F.; LARANJEIRA, E.; SOUSA; NEVES, G. A.; LIRA, H. L. *Caracterização de Argamassa Expansivas Comerciais para*

Desmonte de Rochas Ornamentais. http://www.metallum.com.br/18cbecimat/resumos_ceramicos2.asp?id=1589. Acessado em 11/09/2009.

9. SOUZA, Valdemir Cavalcanti. *Diagnostico do setor de rochas ornamentais e de revestimento do estado de Pernambuco.* http://www.ufpe.br/ppgeminas/Dissertacoes_aluno/VCS.pdf. Acessado em 12/09/2009.