

Estudo dos custos operacionais do desmonte de rocha por explosivo tipo encartuchado e emulsão bombeada

André Luiz Lopes (FEAMIG) andre_luiz_lopes1980@yahoo.com.br
Leandro Wayne Oliveira Quaresma (FEAMIG) leandrowayne@hotmail.com
Michael de Faria Rezende (FEAMIG) michaelfariarezende@yahoo.com.br
Ricardo Francisco de Souza (FEAMIG) ricardocecsouza@yahoo.com.br
Manoel Robério Ferreira Fernandes (FEAMIG) roberiof4@hotmail.com

Resumo:

O presente trabalho exploratório, intitulado Estudo dos Custos Operacionais de Desmonte de Rocha por Explosivos do Tipo Encartuchado e Emulsão Bombeada se apresenta como uma avaliação das variações dos parâmetros do plano de fogo utilizando os dois tipos de explosivos visando maximizar o desmonte de rocha a céu aberto, destinado à produção de agregados para construção civil visando a redução do custo operacional do desmonte de rocha. No contexto atual da economia brasileira, o mercado da mineração de agregados para construção civil busca a todo o momento melhorar seus processos, visando reduzir os custos de produção e aumentar sua produtividade. Para tanto foi realizado o método de pesquisa de campo, onde avaliou-se a aplicação da emulsão bombeada em substituição ao uso dos explosivos encartuchados adaptando-se a malha de perfuração conforme requerido em cada caso. Neste estudo, para perfuração de malhas mais abertas (Emulsão bombeada), constatou-se que os custos com perfuração e explosivos foram bem menores que os custos de malhas de perfuração com afastamento e espaçamento menores, malhas fechadas (Encartuchado).

Palavras chave: Explosivos Encartuchados, Emulsão Bombeada, Melhoria de Processo, Redução de Custo de Produção, Produtividade.

Study of operating costs dismantle of rock by explosives type cartridge and emulsion pumped

Abstract

This exploratory study, entitled as Study of Operating Costs Dismantle of Rock by Explosives type Cartridge and Emulsion Pumped, it presents an assessment of changes in fire plan parameters using two types of explosives to maximize the rock blasting in the open pit, for the production of aggregates for the construction in order to reduce the operating cost of blasting rock. In the current context of the Brazilian economy, the market for mining aggregates for construction, tries to find at any time a way to improve its processes in order to reduce production costs and increase productivity. Therefore, it performed the method of field research where the application of the emulsion pumped was evaluated replacing the use of cartridge explosives, adapting the mesh drilling as required in each case. In this study, for more open mesh drilling (pumped emulsion), it was found that the cost of drilling and explosives were much smaller than the drilling mesh removal costs and smaller spacing, closed loops (cartridge).

Keywords: Cartridged Explosives. Pumped emulsion. Process Improvement. Production cost reduction. Productivity.

1 Introdução

Sabe-se que a mineração é um setor indispensável para a manutenção do padrão de consumo estabelecido mundialmente. Entretanto, é crescente a pressão de vários setores da sociedade para a realização desta atividade de forma sustentável, isto é, minimizando os impactos ambientais, sociais e culturais e buscando sempre o menor custo operacional (FERNANDES, 2015).

Desta forma, o cenário econômico brasileiro no ano de 2016, faz com que a concorrência entre as indústrias de agregados para a construção civil seja cada vez mais acirrada, sobretudo no seguimento de materiais e rochas industriais para uso direto na construção civil, tornando a busca por melhoria de processos algo constante, diário dentro das mineradoras.

No processo de desmonte de rocha para a fabricação de rocha britada (conhecida popularmente como “brita”) são utilizados tradicionalmente, explosivos de diversos tipos pelas empresas mineradoras, como por exemplo, os explosivos encartuchados e explosivos de emulsão bombeada. Este trabalho busca comparar os resultados do desmonte de rocha a partir da substituição do uso do explosivo encartuchado pelo uso da emulsão bombeada, sem que haja perda na qualidade de fragmentação da rocha, visando avaliar os ganhos em termo de estoque, custo e produtividade quanto ao material desmontado a partir da comparação dos dois tipos de explosivos no processo de desmonte.

A abordagem deste trabalho está direcionada para a melhoria do processo e para a checagem dos ganhos em termos de custo e produtividade a partir da comparação da aplicação dos processos de desmonte propostos.

Por fim, neste trabalho, busca-se comparar ganhos e vantagens em relação aos processos de desmonte. Demonstrando os proveitos para as partes interessadas no negócio e as limitações do uso de cada processo.

1.1 Contexto do Problema

A pressão em torno das empresas por maior qualidade de seus produtos e serviços e menores custos de produção é cada vez maior. O uso de explosivos para o desmonte de rochas na indústria mineral de agregados para construção civil é muito comum, e também significativo quando avaliado o custo total da tonelada desmontada.

O segmento deste tipo de agregados para a construção civil é caracterizado pela acirrada concorrência e fusões empresariais, a fim de proporcionar maiores reduções de custos e aumento do poder de competitividade.

O conhecimento do uso de determinadas técnicas de desmonte, como a conjugação do uso adequado de explosivos e malhas de perfuração (diâmetro de furo e espaçamento) em seus processos de desmonte de rochas pode contribuir direta e indiretamente, de modo decisivo, no custo operacional da lavra, se tornando um diferencial competitivo para a mineradora.

1.2 Problema de Pesquisa

Quais são as vantagens do uso da emulsão bombeada para o processo de desmonte de rocha em comparação ao uso de explosivos encartuchados?

1.3 Objetivos

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Levantar as vantagens em termos de estoque no que tange o uso de explosivos encartuchados e emulsão bombeada;

- b) Avaliar o custo comparativo da tonelada da rocha desmontada para os dois processos propostos;
- c) Comparar a eficácia do processo de desmonte de rocha a partir do uso de processos diferentes (encartuchado e emulsão bombeada);
- d) Identificar as limitações do uso da emulsão bombeada no processo de desmonte de rochas.

1.4 Justificativa

Com a crescente competição do mercado, as empresas precisam adotar alternativas e processos produtivos capazes de posicioná-las competitivamente neste mercado, este estudo se justifica, pelas abordagens:

No cenário em que a otimização no custo de desmonte de rocha através do uso de emulsão bombeada em comparação aos explosivos encartuchados, se apresenta como uma importante alternativa para as organizações, tendo em vista a significância do custo dos explosivos neste processo.

As atividades envolvendo pesquisas de otimização tornam-se muito requeridas pelo mercado atual, considerando que o papel de reduzir custos e alavancar produtividade vem sendo assumido pelos Engenheiros de Produção dentro das mais diversas organizações, como as mineradoras.

2 Referencial Teórico

2.1 Melhoria de processos

Conforme toda atividade de investigação e deliberação de processos, são identificadas viabilidades de melhoria relacionadas com as três vertentes de gestão de processos: pessoas, processos e tecnologia.

Segundo SCARTEZINI (2009) melhoria de processos é um coeficiente analítico para o sucesso institucional de qualquer organização, seja pública ou privada, desde que efetuadas de forma sintetizadas e entendidas por todos na organização.

2.2 Importância dos Agregados

Conforme KOPPE E COSTA (2012), o homem utiliza de rochas para o seu desenvolvimento deste a idade da pedra. Com o tempo, o uso da rocha foi se modernizando e as mesmas passaram a ter fundamental importância na vida do homem, sendo utilizadas, por exemplo, nas mais diversas construções.

O setor de agregados é de destacada relevância para a sociedade, sobretudo no que tange a qualidade de vida da população, visto sua aplicação na construção de moradias, no saneamento básico, na pavimentação e construção de rodovias, ferrovias, pontes, viadutos, entre outros (FERREIRA e JUNIOR, 2012).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2015), os agregados de construção civil corresponderam ao principal bem mineral produzido no Brasil em 2014, com 673.000.000 toneladas, o segundo colocado é o minério de ferro, com 400.000.00 toneladas.

2.3 Processo do Desmonte de Rocha

Em grande parte das extrações minerais a céu aberto, se faz necessária à utilização de explosivos de diversos tipos para a fragmentação e desmonte da rocha no processo de produção. Desta forma, todo o processo de desmonte de rocha torna-se de fundamental importância para obtenção do produto final, pois quando não aplicado com sucesso, pode comprometer o valor do produto acabado.

De acordo com Ricardo e Catalani (2007), os principais itens do processo que impactam no resultado final do desmonte de rocha são: as características específicas dos explosivos utilizados, a sua repartição, a ordenação da de iniciação, a geometria aplicada, as características típicas do maciço rochoso e suas estruturas. Estes elementos vistos em conjunto, devem ser analisados para a tomada de decisão com o intuito de alcançar o melhor padrão de desmonte com o menor custo.

2.3.1 Plano de fogo

A definição do plano de fogo a ser utilizado dependerá de uma algumas variáveis como: O tamanho dos equipamentos utilizados na perfuração, no carregamento e transporte, que atenda a finalidade do material a ser britado e o tamanho da boca do britador primário que irá receber o material britado. A fragmentação da rocha deve obedecer à especificação do processo seguinte, pois de nada adianta um plano de fogo bem executado e com baixo custo de explosivos e de furação, mas que não atenda os requisitos de granulometria especificado (RICARDO e CATALANI, 2007).

2.3.2 Diâmetro das perfurações

De acordo com Geraldi (2011), o diâmetro da perfuração está diretamente associado à malha empregada, quanto maior o diâmetro do furo, maior será a área da malha de perfuração. Atingindo assim em uma menor quantidade de furos, uma maior porção de material desmontado.

2.3.3 Malha de Perfuração (S)

Malha de perfuração corresponde à área decorrente do produto das distancias em metros, seguidos para a locação dos furos em uma frente de escavação de rocha (GERALDI, 2011). Onde é expressa conforme equação 1.

$$A \times E = S \quad A \times E = S \quad (1)$$

Onde: A = Afastamento; E = Espaçamento; S = Malha em m²;

2.3.4 Definição de Explosivos

De acordo com GERALDI (2011), explosivos são substâncias, ou mistura de substâncias químicas em qualquer estado físico, que tem a propriedade de, ao ser iniciado por um agente externo, sofre transformações químicas violentas e rápidas, transformando-se total ou parcialmente em gases, que resultam na liberação de grandes quantidades de energia em reduzido espaço de tempo.

2.3.5 Propriedades dos explosivos

Conforme Ricardo e Catalani (2007) são importantes conhecer as propriedades dos explosivos, pois, com os diferentes tipos do mesmo, cada um será utilizado de acordo com a necessidade do serviço a ser executado. Segue exemplos de algumas propriedades.

2.3.6 Emulsão Encartuchada

As emulsões encartuchadas são explosivos que devido a sua consistência, facilita o carregamento das perfurações, com alta variação das inclinações e níveis hidrostáticos, acomoda se no furo proporcionando ótimas densidades de carregamento. Tem excepcional resistência à água, alto poder de ruptura e grande potência de detonação (RICARDO e CATALANI, 2007).

2.3.7 Emulsão Bombeada

São explosivos que preenchem totalmente o volume do furo, resultando em uma melhor distribuição e transmissão da energia para a rocha, eliminando os espaços anelares tomadores de energia. A detonação destes explosivos é auxiliada por um reforçador (booster). A facilidade na aplicação otimiza o ciclo de carregamento e reduz os custos com mão de obra. Sua aplicação é feita por unidades móveis de bombeamento, caminhões especiais (MANUAL BRITANITE, 2015).

2.3.8 Escolha do Explosivo

De acordo com Ricardo e Catalani (2007), para que se possa determinar o tipo de explosivo viável, é necessário levar em consideração alguns fatores, como:

- Dureza da rocha (dura, média, branda);
- Tipo de rocha (ígneia, metamórfica, sedimentar);
- Natureza da rocha (homogênea fraturada);
- Presença de água;
- Região a que se destina (carga de fundo, carga de coluna);
- Diâmetro dos furos;
- Custo.

2.4 Gestão de Custos

De acordo com Padoveze (2005), a gestão de custos demanda um profundo conhecimento da estrutura dos custos da organização, sendo os gestores capazes de determinar custos e lucros a longo, curto e médio prazo de atividades e processos, assim como, os custos de produtos e serviços, sempre visando à melhoria contínua.

2.4.1 Custos do Desmonte de Rocha

Segundo Ponce (2009) os custos durante o desmonte de rocha podem ser levados em conta a partir das operações de preparação dos furos de sondagem, até a explosão propriamente dita onde se avalia o rendimento através do volume obtido e do grau de fragmentação dos materiais. Se por um lado pode-se aumentar o custo com equipamentos mais avançados para realização da perfuração da rocha, por outro, ganha-se no volume de material quebrado e fragmentado, influenciando nas etapas seguintes como transporte, britagem, energia, entre outros. Portanto, a escolha do material para promover a explosão, bem como os acessórios de perfuração e parâmetros de detonação, torna-se primordial para a eficácia do desmonte, afetando também os custos secundários, após desmonte.

Em muitas minerações fazem-se os usos de explosivos para fragmentação das rochas para o processo de produção. Para isso, tem que existir uma técnica bem aplicada desses acessórios, a fim de que torne o empreendimento viável, eliminando variáveis riscos presentes na tarefa.

Sendo assim, a soma de todos os fatores acima mencionados, se dão por equação que resulta nos custos de desmonte de acordo com a fórmula (2):

$$CD = CT + CMO + CEX + CAC \quad (2)$$

Onde: CD = custo de desmonte; CT = custo de transporte; CMO = custo de mão de obra; CEX = custo do explosivo; CAC = custo de acessórios;

Acredita-se que com a utilização do explosivo em emulsão, a quantidade de furos realizados na rocha seja menor que a quantidade utilizada para explosivos do tipo dinamite, além de se obter um volume de material fragmentado maior devido poder de detonação.

3 Metodologia de Pesquisa

Segundo GIL (2010), pode-se esclarecer pesquisa como sendo um processo efetivo e sistêmico de desenvolvimento do critério científico, que permite constatar respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos, além de novos conhecimentos no campo da veracidade social.

A pesquisa aplicada é o mais sensato método para se adotar neste trabalho, onde o intuito é mostrar meios de reduzir custos no processo de desmonte de rocha com o uso de explosivo bombeado e possíveis soluções para os mesmos.

Compreende-se dizer que a pesquisa é qualitativa, mesmo que venha por dados quantitativos (relativos aos dados qualitativos), quando a própria indica a eficiência ou eficácia de determinado programa em uma organização. Deste modo, deve-se utilizar o modelo de pesquisa qualitativo no trabalho em questão, pois, os métodos exercidos neste, mesmo que juntos de dados quantitativos se manifestam a um estudo de caso, no qual provavelmente se conseguirá proposta de melhoria, através de técnicas de otimização.

3.1 Pesquisas Quanto aos Fins

Esta pesquisa em questão utiliza o método exploratório, onde segundo Gil (2010), tem o objetivo de mostrar os dados de forma mais clara possível, sendo imaginável levantar hipóteses. O planejamento da pesquisa permite ainda estudar vários aspectos do assunto, tornando a pesquisa flexível e visto que não há informações suficientes para conclusões e análises mais aprofundadas apenas por bibliografias. Espera-se com a metodologia, obter resultados claros com a coleta de dados e análises históricas para alcançar os objetivos traçados pela pesquisa, e compreender melhor o comportamento do custo do desmonte de rocha a partir da utilização de diferentes explosivos ao processo.

3.2 Organização em estudo

O estudo foi realizado na empresa Mineração Santiago Ltda, onde o mineral explorado caracteriza-se como rochas gnaisse, utilizada na fabricação de agregados para a construção civil. Em 1965 iniciou-se sua história ao produzir pedras britadas para a construção civil, na unidade Céu Azul, situada na cidade de Ribeirão das Neves.

Hoje a mineradora conta com uma unidade em Sabará e outra em Santa Luzia, região metropolitana de Belo Horizonte, unidade na foi realizado o estudo. Com mais de 50 anos de história possui grande quantidade de equipamentos móveis e uma planta com duas linhas de britagem primária e duas linhas de rebitagem, com capacidade de produção de 800 toneladas hora, nas duas britagens. O grupo conta ainda com duas concreteiras e duas empresas de distribuição de materiais para construção civil, os materiais produzidos pela empresa em estudo atendem ao mercado regional, clientes de diversas áreas e suas próprias empresas.

3.3 Formas de Coleta e Análise dos Dados

Existem várias formas para que os dados possam ser coletados, tendo em vista os vários tipos e instrumentos de pesquisa, os quais têm por finalidade permitir a coleta de informações sobre o objeto de estudo (APPOLINÁRIO, 2012).

Esta pesquisa utilizou os seguintes instrumentos para coleta de dados:

- a) Planilhas de plano de fogo, que demonstram os custos com explosivos e o volume do material desmontado do 1º semestre de 2016;
- b) Dados de custos da operação de perfuração de rochas fornecidos pela empresa em estudo;
- c) Documentos referentes aos desmontes utilizando os explosivos encartuchados;
- d) Imagens do resultado do desmonte para comprovação de uma boa fragmentação;
- e) Informações trabalhadas por um dos autores, que faz parte do quadro funcional da empresa em estudo;
- f) Pesquisas com fornecedores de materiais e acessórios para o desmonte de rocha.

Os dados coletados foram analisados e tratados com o auxílio de planilhas Excel, histogramas e relatórios de custos, onde foi comparado o processo de desmonte de rochas a partir do uso de explosivos encartuchados e da emulsão bombeada para demonstrar o custo final da tonelada do material desmontado. Vale ressaltar que os dados utilizados para a pesquisa compreendem ao 1º semestre de 2016

3.4 Limitações da Pesquisa

Dentre as limitações levantadas nesta pesquisa destaca-se a falta de literatura adequada para o estudo, sendo necessárias outras fontes como artigos científicos, teses, dentre outros estudos no ramo de custos de operações e uso de explosivos.

Por se tratar de um processo perigoso e acesso restrito a pessoas autorizadas, as visitas para acompanhamento do processo não foram autorizadas, tendo somente como acesso ao processo no campo de pesquisa vídeos, fotografias, relatos e relatórios.

Outra limitação encontrada refere-se ao tamanho da amostra, que por apresentar um número reduzido permite considerar os resultados encontrados apenas para o universo em questão.

4 Apresentação e Discussão dos Resultados

As informações levantadas como: custos de perfuração, característica e dimensões malha de perfuração, quantidade de explosivos e acessórios de detonação utilizados, dentre outros dados, são oriundas, principalmente dos Planos de Fogo de cada desmonte (explosão) planejados para o primeiro semestre de 2016, sendo, desta forma, possível avaliar o comportamento do processo de desmonte ao utilizar o explosivo encartuchado e a emulsão bombeada, buscando assim, responder aos objetivos deste trabalho.

4.1 Vantagens e desvantagens em termos de estoque, comparando o uso do explosivo encartuchado e emulsão bombeada no processo de desmonte de rocha.

Enquanto o explosivo encartuchado necessita de todo aparato e obrigações legais para o seu armazenamento, o que aumenta a despesa da empresa mineradora, a emulsão bombeada, por sua vez, por possuir característica explosiva somente no momento da aplicação, encorpara vantagens à organização na substituição do explosivo encartuchado pela emulsão bombeada no quesito estoque, uma vez que seu uso descarta a necessidade de estoque, pois a emulsão é adquirida e aplicada especificamente para cada desmonte de rocha, não sendo necessário seu estoque na mina. Outra vantagem do uso da emulsão está associada a segurança nas operações de transporte e carregamento do fogo, pois, a emulsão que sobra após o carregamento das minas pode retornar para o fabricante de origem, dispensando o uso de paíóis, além maximizar o uso, evitando assim sobras ou necessidade de armazenamento.

Conforme podemos observar no quadro 1, o estoque de explosivos encartuchados proporciona inúmeras desvantagens, sobretudo no âmbito da segurança e operação do paiol, necessitando atender rígidos critérios para sua construção e operação.

Vantagens	Desvantagens
Controle do processo de armazenagem realizado pela própria empresa.	Necessidade de construção e manutenção do paiol conforme especificações legais.
-	Necessidade de pessoal qualificado para operação do paiol.
-	Necessidade da implantação de sistema de vigilância do paiol.
-	Necessidade de instalação de medidas contra incêndio e explosões.
-	Risco de incêndio explosões, podendo causar danos à propriedade ou a sua força de trabalho.
-	O armazenamento de explosivos em paióis torna o local perigoso, gerando pagamento de periculosidade aos profissionais envolvidos.
-	Necessidade de manutenção do controle, rastreamento e inventário do uso de destinação dos explosivos utilizados pela mina.

Fonte: Os autores – 2016

Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens do Estoque de Explosivos Encartuchados

O quadro 2 demonstra as vantagens e desvantagens do uso do explosivo do tipo emulsão bombeada.

Vantagens	Desvantagens
Não necessita estoque de explosivos na mina. A emulsão vem em caminhões (Unidades Móveis de Bombeamento - UMB) entregues por fornecedores qualificados.	Necessidade de disponibilidade de fornecedores de emulsão bombeada na região de atuação da mina.
Elimina as obrigações quanto à estrutura física do paiol e pessoal destinado a operação do estoque.	-

Fonte: Os autores - 2016

Quadro 2 – Vantagem e Desvantagem do uso de Emulsão Bombeada em termos de Estoque

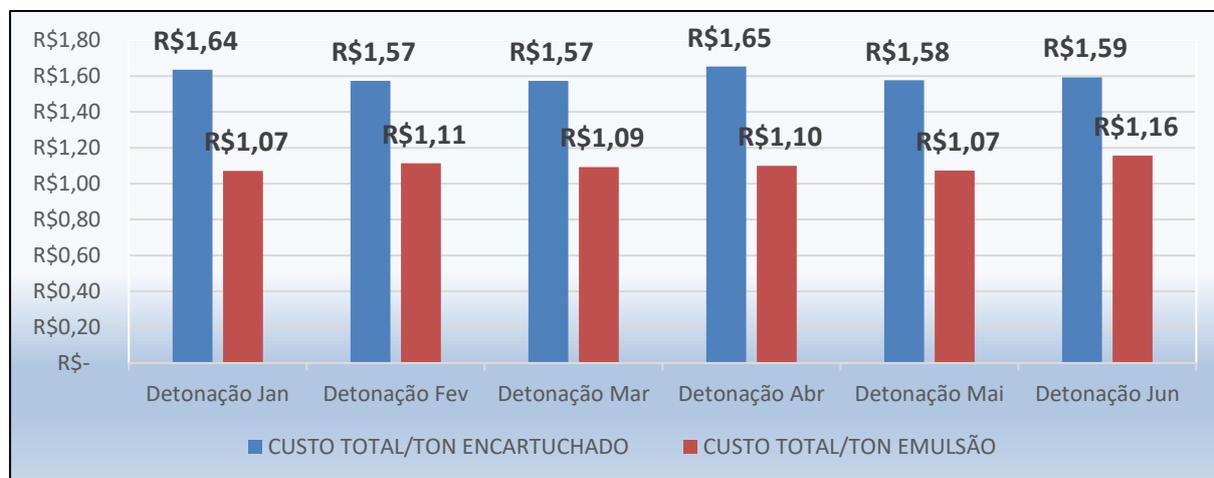
Conforme observação do quadro 2, podemos afirmar que a principal vantagem no uso da emulsão bombeada é a eliminação da necessidade de estoque, garantindo assim uma operação mais segura.

4.2 Resultados comparativos dos custos da tonelada de produção de desmonte de rocha entre explosivos encartuchados e emulsão bombeada

O gráfico 1 apresenta o comparativo dos resultados do custo total médio da tonelada de rocha desmontada. Os resultados apresentados correlacionam os custos totais (que levam em consideração: custo de perfuração do metro linear, custo com explosivos, e custo com acessórios para detonação) referentes ao desmonte de rocha nos dois processos propostos (explosivos encartuchados e emulsão bombeada), podendo ser evidenciados estes dados nos planos de fogo realizados para cada tipo de explosivo utilizado no período de estudo em questão.

De acordo com os demonstrativos de custos apresentados no gráfico 1, podemos avaliar que o custo da tonelada desmontada é maior com o uso do explosivo encartuchado. Desta forma,

podemos perceber que o valor médio total dos custos por tonelada desmontada com o explosivo encartuchado apresenta uma variação entre R\$ 1,57 à R\$1,65. Já o custo médio total com o uso da emulsão bombeada varia de R\$ 1,07 à R\$1,16 a tonelada.



Fonte: Autores 2016

Gráfico 1 - Custo médio total da Tonelada Desmontada por mês – 1º Semestre 2016

A tabela 1 apresenta a variação do custo da detonação com o uso do explosivo encartuchado em comparação ao uso da emulsão bombeada.

Variação do Custo Total da Detonação do Encartuchado em relação a Emulsão Bombeada - 1º Semestre 2016						
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Encartuchado	R\$ 1,64	R\$ 1,57	R\$ 1,57	R\$ 1,65	R\$ 1,58	R\$ 1,59
Emulsão	R\$ 1,07	R\$ 1,11	R\$ 1,09	R\$ 1,10	R\$ 1,07	R\$ 1,16
Variação (%)	53,27%	41,44%	44,04%	50,00%	47,66%	37,07%

Fonte: Autores 2016

Tabela 1 – Variação do custo total da detonação do Encartuchado em Relação à Emulsão Bombeada – 1º Semestre 2016

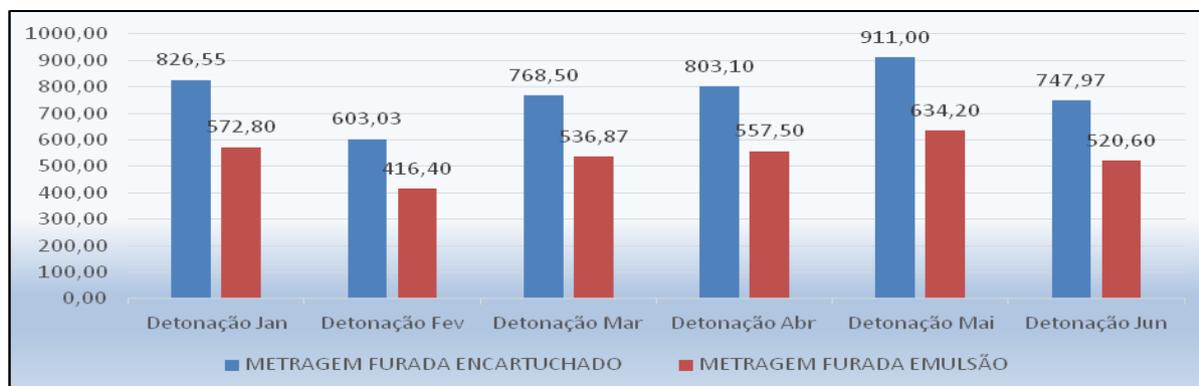
A variação entre o percentual e o próprio custo com a detonação é atribuída à necessidade de adequação do arranjo da malha (pequenas modificações no espaçamento ou afastamento da malha para atender alguma necessidade específica) e a variação do preço dos explosivos e acessórios no período, conforme detalhamento dos planos de fogo atualizados no levantamento dos dados.

4.3 Comparar a eficácia do processo de desmonte de rocha a partir do uso do explosivo encartuchado e da emulsão bombeada

Para a comparação da eficácia do processo de desmonte de rocha comparando o uso do explosivo encartuchado e da emulsão bombeada, foram realizados desmontes, de tal forma que o volume (m³) desmontado fosse o mais próximo possível em ambos os processos. Vale ressaltar que as características e dimensões da malha utilizada nos processos atuais foram adequadas ao longo do tempo para atender as especificações do material produzido pela empresa estudada, em período anterior a este estudo.

De acordo com o gráfico 2, fica evidenciado que para o desmonte realizado com uso de emulsão bombeada tem-se uma diminuição na média da metragem furada conforme período

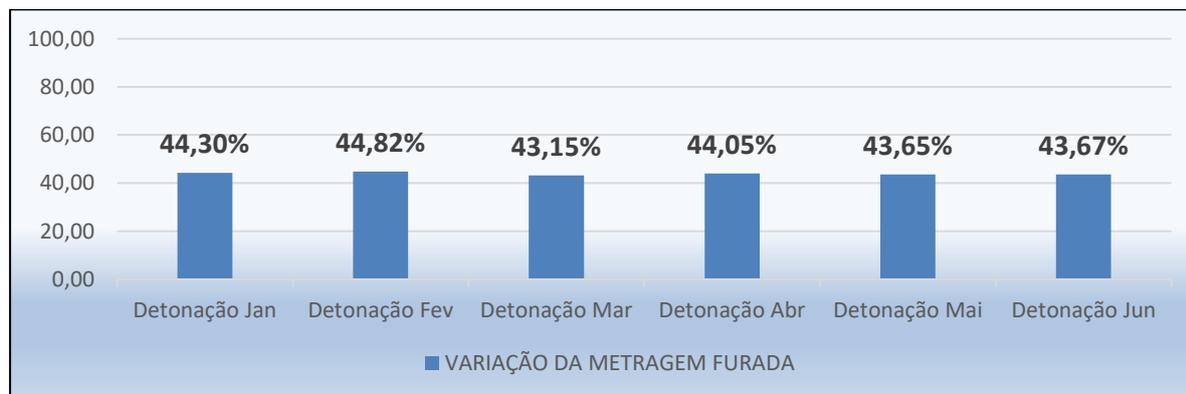
analisado. A diminuição da metragem furada está associada às características dos explosivos, visto o maior poder explosivo da emulsão bombeada e as dimensões da malha, em função do poder de fogo de cada explosivo.



Fonte: Autores 2016

Gráfico 2 – Média da metragem furada por processo (Encartuchado x Emulsão) – 1º Semestre / 2016

Já o gráfico 3 sugere a necessidade de aumento da malha de perfuração, variando aproximadamente 44% na metragem furada. Ao utilizar uma malha de perfuração maior durante o processo de detonação das rochas com emulsão bombeada, a quantidade de furos realizada se torna menor que a utilizada com explosivos encartuchados para desmontar o mesmo volume aproximado de material.



Fonte: Autores 2016

Gráfico 3 – Variação média (%) do aumento da metragem furada no processo de desmonte com o uso do explosivo encartuchado em relação à emulsão bombeada – 1º Semestre de 2016

Pode-se observar também no gráfico 3, que a variação da média da metragem furada está diretamente relacionada com a diferença da área entre furos das malhas da emulsão e encartuchado, ou seja, ao utilizar a emulsão bombeada e conseqüentemente o aumento das dimensões da malha, é possível perceber redução da metragem perfurada ou como preferir o aumento da metragem perfurada com o uso do encartuchado.

Ao se trabalhar com malhas de perfuração de maior afastamento e espaçamento (malhas abertas), os custos com perfuração e explosivos são bem menores do que quando se utiliza malhas de perfuração com afastamento e espaçamento menores (malhas fechadas), que demandam maior tempo de perfuração e um consumo maior de explosivos, óleo diesel e maior desgaste com acessórios de perfuração conforme demonstra a figura 1.

Portanto, realizar desmonte de rochas com emulsão bombeada e malhas de perfuração maiores, pode trazer vantagens e benefícios significativos para todo o processo produtivo da empresa.

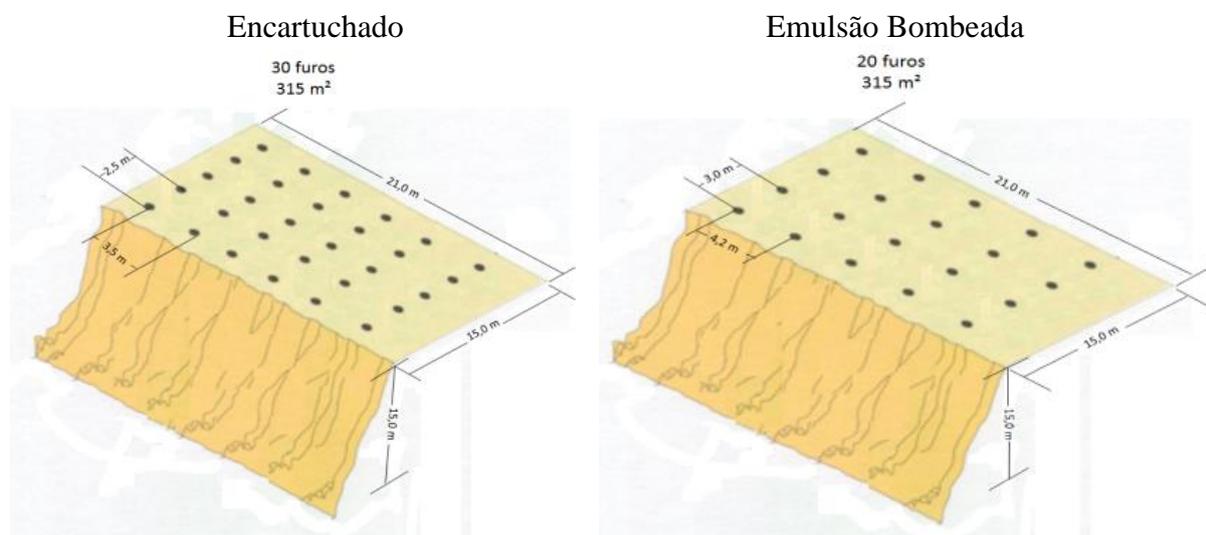


Figura 1 - Malhas de perfuração (Encartuchado e Emulsão Bombeada)

4.4 Limitações do uso da emulsão bombeada no processo de desmonte de rochas.

Existem limitações para o uso da emulsão bombeada. Desta a forma, a simples troca do explosivo encartuchado pela emulsão bombeada não garante resultados satisfatórios. As principais limitações para o uso da emulsão bombeada levantadas no estudo são:

- Aspectos Culturais das organizações;
- Características da rocha desmontada;
- Rochas com fissuras e/ou fraturadas;
- Características do produto final;
- Proximidade com áreas urbanas;
- Condições de acessibilidade a área de desmonte

Também é importante enfatizar que a falta de conhecimento sobre o processo de desmonte pelo uso da emulsão bombeada e fatores culturais organizacionais podem apresentar como limitações para o uso da emulsão bombeada.

5 Conclusão

A análise dos resultados obtidos com esta pesquisa permitiu responder o problema proposto neste estudo, que foi o de identificar e constatar importantes vantagens relativas ao do uso da emulsão bombeada em relação aos explosivos encartuchados no processo de desmonte de rocha para a indústria de agregados para a construção civil adequando-se a malha do plano de fogo às características de cada explosivo, sendo elas:

- Ao substituir o uso do explosivo encartuchado pela emulsão bombeada, a empresa elimina as desvantagens identificadas para se manter um paiol para estoque de explosivos.
- O custo do desmonte de rocha utilizando a emulsão torna-se menor em comparação com o encartuchado, uma vez que com o uso da emulsão bombeada, a malha utilizada é mais

espaçada (malha aberta), fazendo com que a área entre furos aumente, diminuindo assim o uso de explosivos e seus respectivos acessórios de detonação, menor quantidade de furos e metragem perfurada, menor consumo de diesel das máquinas perfuratrizes e menor desgaste dos acessórios de perfuração, fazendo com que os custos operacionais da produção do agregado seja reduzido, podendo chegar a valores 50% menores em comparação ao encartuchado.

- A eficácia do processo de desmonte a partir do uso da emulsão bombeada é superior aos encartuchados, sobretudo pelas características das malhas da emulsão, que apresentam com malhas de perfuração de maior afastamento e espaçamento (malhas abertas), reduzindo assim o número de furações e respectivamente tempo com a mesma operação, tornando o processo mais produtivo.
- Apesar de ofertar inúmeras vantagens, a emulsão bombeada apresenta limitações ao seu uso como proximidade às comunidades, vilarejos que devem ser observadas, podendo se não avaliados, ofertar riscos e prejuízos a operação da mina.

Referências

- APPOLINÁRIO, F.** Metodologia da Ciência: Filosofia e Prática da Pesquisa. 2. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- FERNANDES, M. R. F.** Visão Mineradora Metalúrgica sob a Mineração no Brasil e no Mundo, notas de aula Beneficiamento de Minérios, PUC Minas, 2015.
- FERREIRA, G. E.; FONSECA JÚNIOR, C. A. F.** Mercado de Agregados no Brasil. In: LUZ, A. B; ALMEIDA, S. L. M. (editores). Manual de Agregados para a construção civil. 2ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. cap. 2, p. 07-34.
- GERALDI, J.L.P.** O ABC das Escavações de Rocha. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2011.
- GIL, Antonio Carlos.** Métodos e técnicas de pesquisa social. In: Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2010.
- GERALDI, J.L.P.** O ABC das Escavações de Rocha. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM.** Informações Sobre a Economia Mineral Brasileira, 2015. <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf>
- KOPPE, J.C; COSTA, J.F.C.L.** Manual de Agregados para a construção civil. 2ª Edição. Rio de Janeiro CETEM/MCTI, 2012, cap. 7, p. 125-146.
- MANUAL BRITANITE** - Guia de Utilização de Produtos. Quatro Barras – PR, 2015.
- PADOVEZE, Clóvis Luís.** Controladoria estratégica e operacional: conceitos, estrutura, aplicação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- PONCE, Fredy.** Reduccion de costos en Perforacion y Voladura. Lima, Perú, Set. 2009. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/140215217/Reduccion-de-Costos-en-Perforacion-y-Voladura>>. Acesso em: 11 abr. 2016.
- SCARTEZINI, Luís M. B.** Análise e Melhoria de Processos. Goiânia, 2009. Disponível em: <<http://www.aprendersempre.org.br/arqs/GE%20B%20-%20An%20E%20lise-e-Melhoria-de-Processos.pdf>>. Acesso em: 02 Abr. 2016
- PADOVEZE, Clóvis Luís.** Controladoria estratégica e operacional: conceitos, estrutura, aplicação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- RICARDO, H.S.; CATALANI, G.** Manual prático de escavação: terraplenagem e escavação de rocha. 3 ed. São Paulo: PINI, 2007.