

CUSTOS OPERACIONAIS DO DESMONTE DE ROCHA COM EXPLOSIVOS RUMO A MINERAÇÃO SUSTENTÁVEL

Julio Cesar de Pontes¹

Paulo Henrique Morais do

Nascimento²

Valdenildo Pedro da Silva³

Saúde, Segurança e Meio Ambiente

RESUMO

A atividade de desmonte de rocha com explosivos granulado e encartuchado é uma etapa do ciclo de produção de extrema importância para o desenvolvimento de uma pedreira. No entanto, o desmonte de rocha, utilizando explosivos, muitas vezes tem resultado em problemas socioambientais que afetam a qualidade de vida das comunidades circunvizinhas. Por isso, o estudo em tela procurou avaliar os custos operacionais do desmonte de rocha com explosivo granulado e encartuchado, visando elucidar a eficiência e a sustentabilidade dessa atividade mineral. A pesquisa foi realizada na pedreira Campel Construções e Máquinas Pesadas Ltda, situada no município de Taipu-RN. Na sequência foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: caracterização do empreendimento; análise do plano de fogo “A” atual da empresa e sugerido um novo plano de fogo “B”. Os resultados mostraram que o plano de fogo B apresentou-se mais eficiente e sustentável ao desmonte da lavra e a diminuição dos impactos socioambientais, bem como aos custos operacionais dessa atividade mineral.

Palavras-chave: pedreiras; plano de fogo; explosivos; sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A mineração é importante para a economia de vários espaços geográficos e, em particular, para o município de Taipu no Rio Grande do Norte (RN). No entanto, existem pressões na sociedade para que ela seja uma atividade econômica mais eficiente, harmônica com a natureza, sustentável, no tripé social, econômica e ambiental, e que apresente um reduzido custo produtivo (UN, 2015; DUBIŃSKI, 2013; FERNANDES, 2015). Sabe-se que a exploração de granito com uso de explosivos granulado e encartuchado, para a produção de rocha britada (comumente chamada de “brita”), como um dos agregados para a construção civil, provoca impactos ambientais e desconforto às populações do entorno da pedreira. O uso de explosivos é muito comum e significativo quando se mensura o custo operacional do desmonte (LOPES et al., 2016), tornando-se num grande desafio.

Contudo, pode-se afirmar que poucos estudos têm tratado dos custos de produção do desmonte de rocha que utilizam explosivos granulado e encartuchado em pedreiras de maneira geral e, em particular, sobre os que são utilizados na Pedreira Campel de Taipu-RN. Para Hartman (1992), o estudo sobre custos operacionais de desmonte de rocha é importante, devido relacionar à razão de carga, os tipos de explosivos usados, além do número, diâmetro e profundidade dos

furos realizados.

Portanto, o estudo em questão se justifica, pois propõe investigar uma atividade mineral que seja mais eficiente e sustentável, isto é, que minimize impactos ambiental, social e econômico, apresentando custos operacionais menores no desmonte de rocha, contribuindo assim para que se tenha uma melhor gestão de recursos minerais.

Este estudo avaliou os custos operacionais do desmonte de rocha com uso de explosivos granulado e encartuchado no plano de fogo da pedreira Campel Construções e Máquinas Pesadas Ltda em Taipu-RN, almejando uma atividade mineral mais eficiente e sustentável.

METODOLOGIA

A pesquisa adotou o estudo de caso (YIN, 2001), como método estratégico, para investigar com especificidade e profundidade de dados e informações os custos operacionais e a eficiência do desmonte de rocha com uso de explosivos granulado e encartuchado na empresa Campel Construções e Máquinas Pesadas Ltda, situada no município de Taipu-RN.

Caracterização do empreendimento e zoneamento legal da área urbana – O estudo foi realizado na empresa Campel Construções e Máquinas Pesadas Ltda, localizada na Fazenda Serra Pelada, S/N, Zona Rural de Taipu/RN.

Comparação do plano de fogo A e B:

Para o cálculo dos custos do plano de fogo foram utilizadas algumas fórmulas, que são:

- Razão de carregamento: é a quantidade de explosivos necessária pra o desmonte de 1 m³ de rocha (Herrmann, 1972). Expressa pela fórmula: $RC = Q / V$, onde RC é a razão de carregamento, Q é a quantidade de explosivos e V o volume de rocha “in situ”.

- Quantidade de explosivos: com as variáveis referentes a comprimento do furo e razão linear de carregamento é possível calcular a quantidade de explosivos necessários (Olofsson, 1990). A partir da fórmula: $Q = (AB - T - S) \times RL \times NF$, onde AB é a altura da bancada, T é o tampão, S é a sub furação, RL é a razão linear de carregamento e NF é o número de furos.

- Volume de rocha “in situ”: Para Scott (1996) é possível calcular esse volume através da seguinte fórmula: $V = A \times E \times NF \times AB$, onde A é o afastamento dos furos de duas linhas, E é o espaçamento entre furos de uma mesma linha, NF é o número de furos e AB a altura da bancada.

- Custo do desmonte: Para Costa e Silva (2009), o custo de um desmonte pode ser calculado da seguinte forma: $V \times RC \times CU$, onde V é o volume de rocha in situ, RC é a razão de carregamento e CU é o custo unitário que é calculado multiplicando a quantidade de explosivo pelo preço do quilo de explosivo dividido pelo volume de rocha.

Dessa forma, foram comparados o plano de fogo A e B, através de pesquisa experimental quantitativa e qualitativa dos impactos decorrentes da atividade do desmonte de rocha com explosivo, buscando conferir qual plano de fogo é o mais adequado para uma lavra que vise minimizar os impactos ambientais e aproveitar os recursos naturais existentes de forma sustentável, reduzindo custos operacionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo, na pedreira objeto de pesquisa, mostram que apesar de ter sido utilizada uma carga explosiva significativa no plano de fogo “A”, não foram atingidos os mínimos padrões de eficiência no desmonte de rocha, tendo em vista a grande produção de blocos fora de especificação (matacão), causando grandes transtornos na operação, já que teve que introduzir o rompedor na etapa do desmonte secundário. Além disso, o desmonte secundário é considerado o maior gerador de ruídos e vibrações e impactos ambientais que são os maiores alvos de reclamação da população do entorno da pedreira.

Diante dos problemas observados a primeira mudança no plano de fogo foi em relação a forma de amarração da bancada que não atendia aos padrões técnicos, pois ao invés de serem utilizados retardados furo a furo com os retardos específicos, estava sendo amarrada de uma forma que durante a detonação sairia uma linha de cada vez, onde na verdade deveria sair um furo ou no máximo 3 de cada vez. Isso dificultava e, muito a fragmentação da rocha, pois não se criava frente livre para o explosivo trabalhar.

- **Plano de fogo “A”:**

O plano de fogo executado, continha as seguintes especificações: afastamento (A): 1,2 m; espaçamento (E): 2,3 m; altura média da bancada (AB): 13,14 m; tampão (T): de 1,5 m; Sub-furação (S): 0,40 m; bancada com 5 linhas amarradas com cordel detonante e um total de furos (NF): 126.

- Volume de rocha "in situ": $V = A \times E \times NF \times AB$
 $V = 1,2 \text{ m} \times 2,3 \text{ m} \times 126 \text{ furos} \times 13,14 \text{ m}$
 $V = 4.569,56 \text{ m}^3$

- Quantidade de explosivos: $Q = (AB - T - S) \times 2,78 \text{ kg} \times NF$
 $Q = (13,14 \text{ m} - 1,5 \text{ m} - 0,40 \text{ m}) \times 2,78 \text{ kg} \times 126$
 $Q = 3.937,15 \text{ kg}$

2,78 kg é a razão linear de carregamento por metros, significa que cada metro perfurado com 2,5" foram necessários 2,78 kg de explosivos encartuchados e/ou granulada.

- Razão de carregamento kg/m^3 : $RC = Q / V$
 $RC = 3.937,15 \text{ kg} / 4.569,56 \text{ m}^3$
 $RC = 0,862 \text{ kg/m}^3$

Para cada $1,0 \text{ m}^3$ de rocha a ser detonado serão utilizados 0,862 kg de explosivos encartuchados e/ou granulada.

- **Plano de fogo “B”:**

Ao invés de utilizarmos um afastamento de 1,2 m, passou-se a utilizar 1,40 m; já quanto ao espaçamento de 2,3 m, modificamos para 2,8 m; e o tampão de 1,5 m passou a ter 1,20 m.

- Volume de rocha "in situ": $V = A \times E \times NF \times AB$
 $V = 1,4 \text{ m} \times 2,8 \text{ m} \times 126 \text{ furos} \times 13,14 \text{ m}$
 $V = 6.490,10 \text{ m}^3$

- Quantidade de explosivos: $Q = (AB - T - S) \times 2,78 \text{ kg} \times NF$
 $Q = (13,14 \text{ m} - 1,2 \text{ m} - 0,40 \text{ m}) \times 2,78 \text{ kg} \times 126$
 $Q = 4.042,23 \text{ kg}$

Amarração tipo espinha de peixe, com retardo furo-a-furo, utilizando não elétrico BRINEL de coluna e não elétrico de ligação.

2,78 kg é a razão linear de carregamento por metros, significa que cada metro perfurado com 2,5" serão necessários 2,78 kg de explosivos encartuchados e/ou granulado.

- Razão de carregamento kg/m³: $RC = Q / V$
 $RC = 4.042,23 \text{ kg} / 6.490,10 \text{ m}^3$
 $RC = 0,623 \text{ kg/m}^3$

Resumindo: Para cada 1,0 m³ de minério a ser detonado serão utilizados 0,623 kg de explosivos encartuchados ou granulado.

- **Comparação do plano de fogo A e B:**

Então sabendo que 1 kg de explosivo encartuchado de 2" X 24 " custa R\$ 7,469 e que 1 kg de explosivo granulado custa R\$ 5,995 teremos uma média de R\$ 6,732/kg.

Isso quer dizer que para detonar a carga, com os padrões do plano de fogo A, haverá um custo médio de explosivos de $R\$ 26.504,89 = 3.937,15 \text{ kg} \times R\$ 6,732/\text{kg}$. Calculando o preço médio por metro cúbico temos: $(R\$ 26.504,89 / 4.569,56 \text{ m}^3 = R\$ 5,80/\text{m}^3)$.

- **Plano de fogo A:**
 $R\$ = V \times RC \times \text{Custo unitário}$
 $R\$ = 4.569,56 \text{ m}^3 \times 0,862 \text{ kg/m}^3 \times R\$ 5,80$
 $R\$ = 22.845,97$

- **Plano de fogo B:**
 $R\$ = V \times RC \times \text{Custo unitário}$
 $R\$ = 4.569,56 \text{ m}^3 \times 0,623 \text{ kg/m}^3 \times R\$ 5,80$
 $R\$ = 16.511,65$

Os dados acima compararam os resultados do custo operacional total do plano de fogo A e B. Os resultados apresentados evidenciam uma economia de R\$ 6.334,32 no desmonte de rocha após as modificações realizadas. Além disso, os níveis de ruídos e vibrações foram amenizados consideravelmente, devido a extinção do uso de cordel detonante e a aplicação do acessório não-elétrico. Outro fator que contribuiu para a redução de impactos ambientais, foi a diminuição do número de matacões após o fogo primário.

CONCLUSÕES

Os custos do desmonte de rocha usando explosivos granulado e encartuchado no plano de fogo B tornaram-se menor em comparação aos do A, pois a malha do B se mostrou mais aberta, resultando na diminuição do número de furos, necessitando de menos explosivos.

A aplicação contínua do plano de fogo B tem diminuído os efeitos maléficos do desmonte de rochas, pois o cordel detonante foi extinto da empresa. Essa passou-se a utilizar o acessório não-elétrico, redutor de ruídos e vibrações. Isso torna o desmonte mais eficiente, causando menos poluições e mal-estar as populações circunvizinhas.

Conclui-se que a adoção do plano de fogo B reduziu, ainda, os impactos negativos advindos da atividade de desmonte de rocha com explosivos, isto é, minimizando os impactos ambientais, sociais e culturais e buscando sempre o menor custo operacional, contribuindo para que a atividade mineral da pedreira investigada possa ser considerada sustentável.

REFERÊNCIAS

- COSTA E SILVA, V. CURSO DE MIN 210 - OPERAÇÕES MINEIRAS. Ouro Preto: Departamento de Engenharia de Minas, Escola de Minas UFOP, 2009.
- DUBIŃSKI, J. Sustainable development of mining mineral resources. Journal of Sustainable Mining, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2013.
- FERNANDES, M. R. F. Visão minero metalúrgica sob a mineração no Brasil e no mundo: notas de aulas beneficiamento de minérios. Minas Gerais: PUC Minas, 2015.
- HARTMAN, H. L. et al. SME Mining Engineering Handbook. 2. ed. Littleton: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. 1992. 2 v.
- HERRMANN, C. Manual de perfuração de rocha. 2. ed. São Paulo: Polígono, 1972. 416 p.
- LOPES, A. L.; FERNANDES, M. R. F.; QUARESMA, L. W. O.; REZENDE, M. F.; SOUZA, R. F. Estudo dos custos operacionais do desmonte de rocha por explosivo tipo encartuchado e emulsão bombeada. Revista Areia e Brita, São Paulo, v. 68, a. 19, p. 6-14, jul./set. 2016.
- OLOFSSON, S. O. Applied explosives technology for construction and mining. 2. Ed. Årila: APPLIX. 1990. 304 p.
- SCOTT, A. et al. Open pit blaster desing: analysis and optimisation. Queensland: JKMRC. 1996. 338 p.
- UN. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. United Nations, 2015.
- YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2 ed. Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.

¹Prof. Dr. IFRN – Campus Natal Central, DIAREN, pontesblaster@gmail.com

²Aluno do Curso de Graduação em Eng. De Minas, UFCG – Campus Campina Grande, UAMG, p.h_morais@yahoo.com.br

³Prof. Dr. IFRN – Campus Natal Central, DIAREN, valdenildo.silva@ifrn.edu.br