

Análise do Abatimento de Choco Mecanizado em Desmontes Subterrâneos com Pré-Corte em Galerias de Desenvolvimento

Gilberto Haruo Hashimoto

Votorantim Metais Zinco, Paracatu, Brasil, gilberto.hashimoto@vmetais.com.br

Francielle da Silva Rodrigues

MecRoc Serviços em Geomecânica e Geotecnia, francielle.rodrigues@mecroc.com.br

Alexandre Gontijo

MecRoc Serviços em Geomecânica e Geotecnia, alexandre.gontijo@mecroc.com.br

RESUMO: Em operações de mina subterrânea a produção de minério deve ser contínua e o custo é um fator crítico para a continuidade das operações. Portanto, conta-se com a engenharia para viabilidade da lavra, sempre trabalhando para promover melhorias, com foco em redução de custos e segurança. Para promover estabilidade financeira de uma mina faz-se necessário que o desenvolvimento esteja à frente da lavra, de modo a liberar reservas para que pequenos problemas não impactem a produção, levando a um maior controle dos processos. Contudo, temos como fator agravante, as peculiaridades encontradas em cada mina, que são referentes às suas rochas encaixantes, tensões atuantes, estado de formação dos depósitos, profundidade, que tendem a dificultar os trabalhos a serem executados, pois os resultados estudados não atuam de forma geral para todas as minas e lavras encontradas. Isso demanda que a equipe execute e meça diferentes projetos. Na Votorantim Metais, Unidade Morro Agudo, ocorre a lavra do minério de Zinco e Chumbo, pelo método de Câmaras e Pilares. A mina de Morro Agudo possui características peculiar em relação à qualidade da rocha, UCS > 170 MPa, Módulo de Young = 52 GPa, Q = 80, o desmonte de rocha, quando não controlado corretamente, provoca instabilidade do maciço, formação de choco, tempo excessivo com abatimento de choco com Scalers, *overBreak* e reforço de teto, todos esses fatores ocasionam atrasos na produção e gastos excessivos. Com foco na redução dos problemas citados anteriormente, a execução de um Plano de Fogo com furos de pré-corte é uma solução de baixo custo. Este método de desmonte que envolve a detonação simultânea da linha de furos do teto levemente carregadas com cordéis detonantes (NP-40,60,80) são projetados para criar uma superfície lisa de separação nas paredes da escavação. Quando realizado corretamente, o desmonte produz o mínimo de sobrequebra e fraturamento do seu teto, diminuindo significativamente o tempo de abatimento mecanizado com Scalers e dispensa a necessidade de realizar um reforço com tirantes. Em conjunto com os furos de pré-corte, o acompanhamento de um supervisor qualificado na operação com Scalers é muito importante para otimização do abatimento de choco.

PALAVRAS-CHAVE: Scaler, pré-corte, *overbreak*, choco, mina subterrânea.

1 INTRODUÇÃO

A mina de Morro Agudo situado na cidade de Paracatu-Minas Gerais, possui o método de lavra por câmaras e pilares e com a metragem de desenvolvimento de 900m mensais. A unidade contém cinco Scalers para abatimento

de choco mecanizado para a lavra e o desenvolvimento de mina. A seção da galeria de desenvolvimento é de 5,0x5,0m e o avanço médio por desmonte é de 3,60m. O tempo de abatimento de choco com Scaler estava na média de 3,0 horas, esta atividade demanda desgaste excessivo do equipamento levando a

prolongados tempos em corretiva por manutenção automotiva. O ciclo de mina é prejudicado pela ausência do Scaler sendo necessário realizar planos de ação para sanar esse problema.

2 PLANO DE FOGO

O Plano de Fogo original em frentes de desenvolvimento possuía no total 48 furos sendo seis furos de contorno no teto da galeria.

A perfuração é realizada com jumbo de duas lanças e com comprimento útil de 3,90m. O carregamento dos furos de contorno era com explosivo granulado com tampão de 70cm. O resultado do desmonte causava um fraturamento excessivo no teto (taxa acima de 20% de *overbreak*) causando a um maior trabalho de saneamento com Scalers.

3 OPERAÇÃO DE ABATIMENTO DE CHOCO

A atividade com Scalers é solicitada após a frente desmontada fosse escoada por caminhões. A operação de abatimento consisti na avaliação da frente pelo operador, instalação do equipamento e o próprio abatimento de choco com o martelo da máquina. A poeira impregnada na superfície da galeria dificultava a visualização do operador e aumentava significativamente a temperatura ambiente além de causar entupimentos de filtros e radiadores.

Na figura 01 demonstra o abatimento de choco mecanizado. Conclui-se na figura que a operação com os Scalers tinha oportunidades de melhoria, pois são mínimas as minas subterrâneas com características geomecânicas iguais as de Morro Agudo, pois a rocha é autoportante e com vãos máximos de 50m em profundidades medianas da mina.



Figura 1. Imagem da operação de abatimento de choco mecanizado na unidade Morro Agudo da Votorantim Metais Zinco.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 TOC – Theory of Constraints

A partir do dia 20 de Outubro de 2013, formou-se o grupo de TOC direcionado ao OEE de Scalers. O grupo compunha membros da lavra, manutenção automotiva e a gerência geral da unidade. Durante o período deste grupo, realizou-se acompanhamentos operacionais junto aos operadores afim de verificar de perto o real ocorrido em todo o processo de abatimento de choco. Realizou-se planos de ações voltado para a melhoria de disponibilidade e utilização mecânica em curto prazo de acordo com o levantamento do grupo.

4.2 Plano de Fogo com Pré-Corte

A equipe de engenharia da mina de Morro Agudo redimensionado o plano de fogo do projeto de desenvolvimento de mina e resultou após vários testes de campo com furos de contorno de teto com 12 furos espaçados 50 centímetros e o carregamento realizado com duas linhas de cordel NP-40 ou uma linha de cordel NP-80 (o uso do NP-40 e NP-80 varia de acordo o preço de mercado). A figura 02 representa o dimensionamento final do plano de fogo na qual é aplicada a risca para todos os operadores de jumbo e equipe de blasters. Consisti num total de 58 furos, e além dos furos de contorno, encontrou-se oportunidades em

relação ao dimensionamento do pilão para 4 furos alargados em razão do baixo rendimento de fogo na época (devido a aposentadoria de operadores de jumbo experientes) que estava na faixa de 86% (avanço de 3,35m) e com o novo Plano de Fogo chegou-se num resultado médio de 93,5% (avanço de 3,65m).

Na figura 03 mostra o resultado do desmonte com o novo Plano de Fogo, na figura consegue-se observar a formação das “meias cana” no teto e o perfeito recorde após o desmonte.

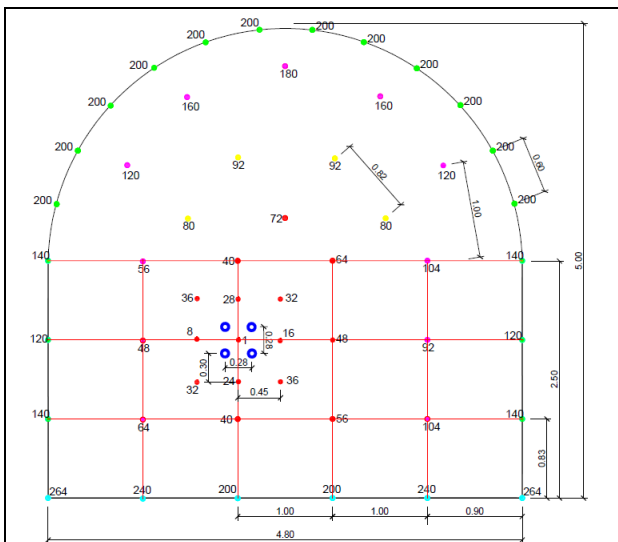


Figura 2. Plano de Fogo dimensionado para o Pré-corte.



Figura 3. Imagem fotográfica do resultado do desmonte com o plano de fogo com Pré-corte.

4.3 Treinamento de Operadores de Scaler

Realizou-se um acompanhamento de campo junto aos operadores de Scaler na operação de abatimento de choco. Implantou-se como procedimento operacional a lavagem das paredes, teto e face desmontada durante o processo de lavagem de material desmontado, afim de retirar a poeira retida com o desmonte, melhor visualização do choco a ser abatido, diminuição de poeira na atividade e controle de temperatura do ambiente.

Durante o processo de acompanhamento de campo, encontraram-se muitas oportunidades com a operação e a manutenção autônoma do equipamento. Algumas oportunidades encontradas foram o processo de lavagem da galeria, a lubrificação manual do sistema do martelo do Scaler, ângulo de inclinação do martelo na operação de abatimento de choco e sequência de abatimento em uma frente desmontada (face, teto, lateral). Elaborou-se um “book” de operação com os Scalers para implementar junto ao treinamento inicial para futuros operadores de Scaler. Segue na figura 4, 5 e 6 as oportunidades implementadas no “book” de abatimento de choco.



Figura 4. Processo de lubrificação manual do martelo do Scaler antes de iniciar a atividade.

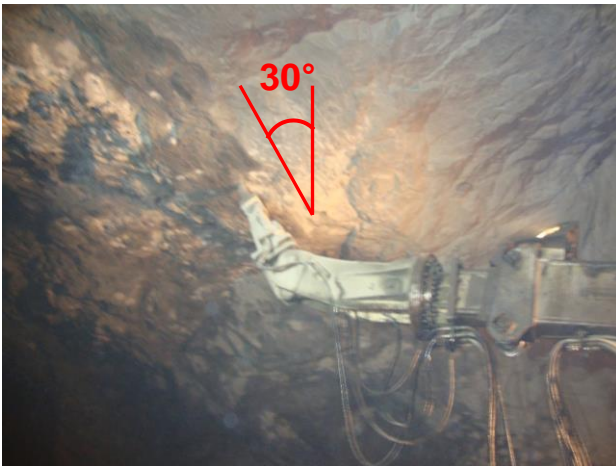


Figura 5. Ângulo de inclinação ideal no processo de abatimento de choco.

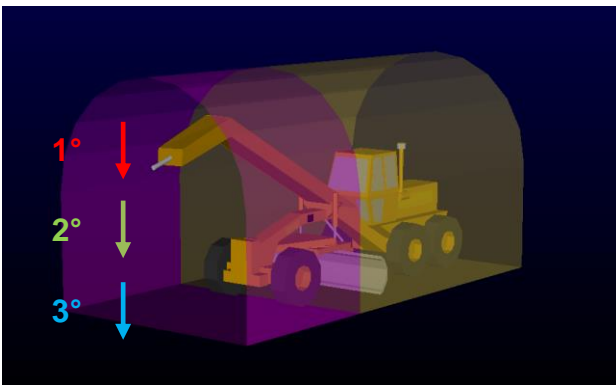


Figura 6. Sequencia de abatimento de choco na face desmontada.

4.4 Revisão dos Procedimentos Operacionais

Ideias de melhoria foram encontradas com os próprios operadores, visando a qualidade e produtividade da operação de abatimento de choco, os procedimentos operacionais foram revisados e os operadores treinados. Tal prática de lubrificação do sistema do martelo e a própria lavagem da frente desmontada deve ser seguida a risca para que a operação continue da forma mais produtiva e otimizada possível.

5 RESULTADOS

5.1 Tempo de Operação por Frentes de Serviço

Após um mês de treinamento com todos os 16 operadores de Scaler, o tempo de liberação de choco para dar sequencia para a próxima atividade diminuiu 30% (tabela 1). Na figura 7 demonstra um tipo de KPI (*key performance indicator*) do grupo que indica o tempo de

abatimento de choco até sua liberação para a próxima atividade. Esta medição é muito importante para verificar o desempenho de cada operador mas vale ressaltar que não é recomendado mostrar o gráfico para a operação de modo a não gerar competitividade entre os operadores de Scaler, na qual não é o objetivo deste estudo e sim de melhorar a operação em si.

Tabela 1. Tempo médio de abatimento de choco em galerias de desenvolvimento

Mês	Tempo
Mês 1	03h 30min
Mês 2	03h 20min
Mês 3	02h 20min

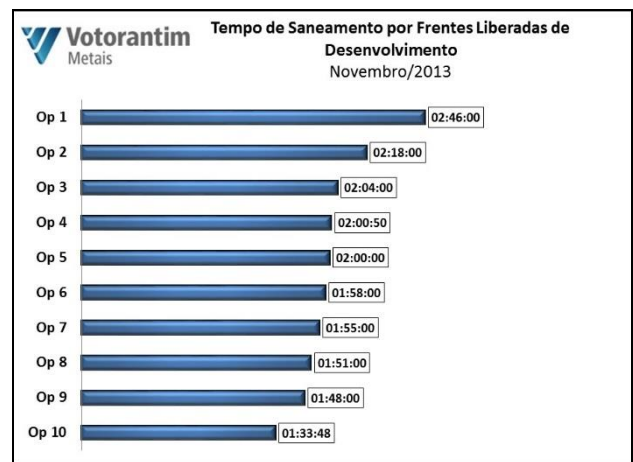


Figura 7. Tempo de liberação de choco por frentes de desenvolvimento e operador.

5.2 Qualidade da Operação

Através dos gráficos das figuras 8,9 e 10, podemos observar grande melhora na disponibilidade, utilização mecânica em Novembro e Dezembro de 2013. Este foi o mesmo período que se iniciou os planos de ações do TOC direcionados ao OEE de Scalers na unidade Morro Agudo.

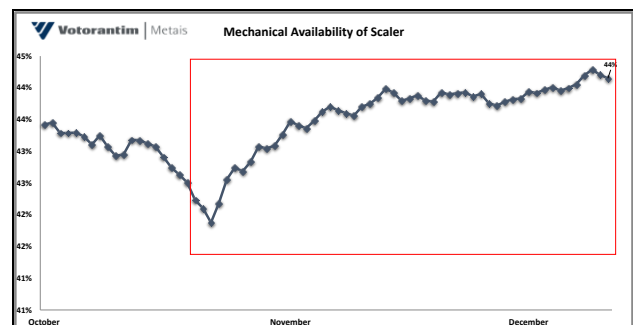


Figura 8. Disponibilidade Mecânica da Frota de Scalers.

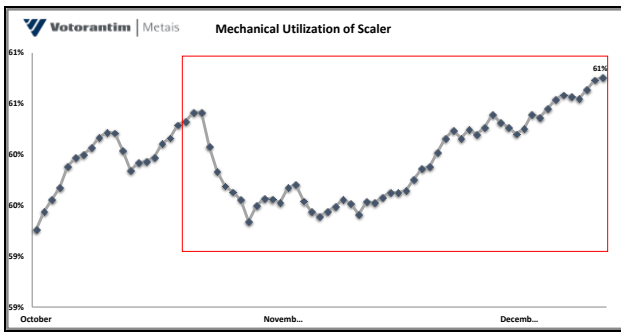


Figura 9. Utilização Mecânica da Frota de Scalers.

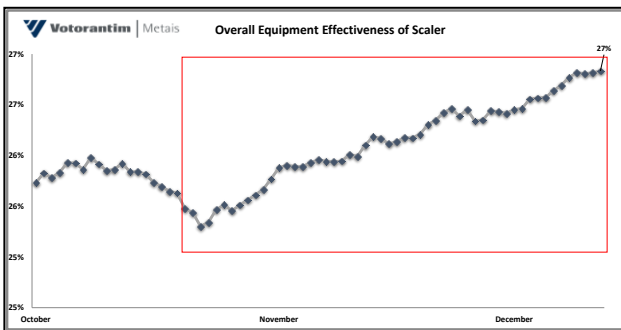


Figura 10. OEE da Frota de Scalers.

5 CONCLUSÕES

A formação do grupo de TOC direcionados ao OEE de Scalers da unidade Morro Agudo, na qual a mina possui dois Scalers Normet e três Scaler Dux foi de grande importância para a melhoria dos resultados apresentados. A implementação de novas práticas de operação de abatimento de choco e o *brainstorm* realizado junto com os operadores de Scaler melhorou a qualidade da operação e o zelo pelo equipamento. Os procedimentos operacionais foram revisados afim de garantir maior eficiência na questão de segurança dos operadores e na conservação do equipamento. O treinamento com os operadores durou 45 dias, o próximo passo é realizar um acompanhando esporádico afim de que os procedimentos adotados continuem sendo realizados.

Após a realização deste estudo, houve também melhorias do rendimento de fogo devido ao redimensionamento do Plano de Fogo mas também observou-se oportunidades na operação com carregadeira do tipo LHD. No processo de escoamento de minério, a carregadeira, além de carregar minério nos caminhões, melhorou-se a operação de raspagem da face desmontada com a concha da carregadeira afim de minimizar a atividade de abatimento de choco na face na qual estava

tomando muito tempo de operação. Além de melhorar a operação com os Scalers com o Pré-corte, ocorreu melhorias com o *overbreak*, diminuiu consideravelmente levando a economia com custos de transporte de estéril e queda do tempo de ciclo na operação de mina. Na figura 11 mostra uma galeria no nível 50 chamada 50 GPS para pesquisa com sondagem, o processo de pré-corte além de melhorar o visual da escavação, a geometria homogênea melhora a estabilidade e diminui a probabilidade de concentração de tensão induzida pelos desmontes com explosivo. Atualmente, são medidos a risca o tempo de operação como uma medida de desempenho pois a causa raiz não necessariamente é o operacional com o equipamento, podendo ser da disponibilidade mecânica o problema em si. Para melhorar ainda mais a operação, aumentou-se a produtividade de abatimento de choco com a chegada de dois novos Scalers como segue na figura 12.



Figura 11. Imagem de uma galeria para pesquisa de sondagem com recorte perfeito.



Figura 12. Imagem do novo Scaler em operação para a frota.

REFERÊNCIAS

- IPT 1986. Ensaios de Mecânica de Rochas em amostras rochosas provenientes da Mineração Morro Agudo S.A-Paracatu-MG.
- Goldratt, Eliyahu M. Essays on the Theory of Constraints. [Great Barrington, MA]: North River Press.
- Duvall, W.I. and Fogelson, D.E. 1962. Review of criteria for estimating damage to residence.
- Langefors, U. and Khilstrom, B. 1973. The modern technique of rock blasting. 2nd edn. New York: Wiley.