

REDUÇÃO DE CUSTO COM MATERIAIS DE DESGASTE DE PERFURAÇÃO*

Adelson Goncalves¹
Alisson Oliveira da Silva²
Itany Luzia da Silva³
Joao Paulo Rodrigues de Souza⁴
Nicodemos Gregório da Silva⁵
Nilton Auxiliador Pereira Junior⁶

Resumo

No processo de extração mineral, a perfuração de rocha é uma atividade essencial. Por isso, a redução de custo com materiais de desgaste é sempre um desafio para todos no campo da mineração. A partir desse desafio, o grupo de melhoria contínua Perfuração desenvolveu um projeto que visa redução de custo com buchas guia de hastes para perfuratrizes de grande porte. A metodologia aplicada para elaboração do projeto foi o PDCA, onde foi desenvolvido um novo modelo de bucha que evita o descarte precoce da peça, otimizando a vida útil e conseqüentemente reduzindo o custo com materiais de desgaste de perfuração.

Palavras-chave: Mineração; Perfuração de rocha; Perfuratriz; Materiais de desgaste.

REDUCING COST OF DRILLING WEAR MATERIALS

Abstract

In the process of mining, rock drilling is an essential activity. Therefore, the cost reduction with wear materials is always a challenge for everyone in the mining field. From this challenge, the continuous improvement group Drilling developed a project aimed at reducing cost bushings guide rods for large drills. The methodology applied for the preparation of the project was the PDCA, where it was developed a new bushing model that prevents premature disposal of the part, optimizing the life and consequently reducing the cost of drilling wear materials.

Keywords: Rock drilling; Wear materials; Mining; Drill.

¹ Adelson Gonçalves, Técnico de Mineração, Instrutor de Mina, Infraestrutura de Mina, Vale SA, Mariana, Minas Gerais, Brasil.

² Alisson Oliveira da Silva, Engenheiro de Produção, Auxiliar de Produção, Infraestrutura de Mina, Vale SA, Mariana, Minas Gerais, Brasil.

³ Itany Luzia da Silva, Técnico em Segurança do Trabalho, Segurança e Saúde Ocupacional, Vale SA, Mariana, Minas Gerais, Brasil.

⁴ João Paulo Rodrigues de Souza, Ensino Médio Completo, Auxiliar de Produção, Infraestrutura de Mina, Vale SA, Mariana, Minas Gerais, Brasil.

⁵ Nicodemos Gregório da Silva, Ensino Médio Completo, Auxiliar de Produção, Infraestrutura de Mina, Vale SA, Mariana, Minas Gerais, Brasil.

⁶ Nilton Auxiliador Pereira Júnior, Técnico de Mineração, Técnico de Mina e Geologia II, Infraestrutura de Mina, Vale SA, Mariana, Minas Gerais, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Perfuratriz

Uma perfuratriz ou equipamento de perfuração é uma máquina que realiza perfurações em solo ou rochas com o objetivo de produzir um furo ou poço de determinada profundidade.

Temos três tipos de perfuratriz: As de grande porte são a SKS (esteira) e 1190 (elétrica), sendo que, temos apenas duas perfuratrizes 1190 na América Latina e elas se encontram em Itabira/MG. As de médio porte - T4 apresentam uma particularidade, possuem duas cabines, sendo uma para perfuração e outra para locomoção. E a de pequeno porte - L8 usada para "fogo secundário" ou rapé.

1.2. Processo de perfuração

A perfuração da rocha dentro do campo do desmonte é a primeira operação a ser realizada e tem como finalidade abrir furos para alojar as cargas de explosivos e acessórios iniciadores para fazer o desmonte.

1.3. A bucha guia dentro da perfuração

A bucha guia tem por função direcionar e estabilizar a coluna de perfuração no momento em que ela está realizando os furos. Sem a bucha, a haste fica solta, colidindo com as bordas da mesa de perfuração, vindo a danificar a mesa e a haste.



Imagem 1 – bucha guia de hastes em operação

Preço unitário da bucha guia da haste:

2014: R\$ 23.000,00 / 2015: R\$ 53.871,69

Vida útil da bucha: 7.435 metros perfurados

Custo da bucha guia por metro perfurado:

R\$ 23.000,00 (custo bucha guia) / 7.435 metros perfurados = R\$ 3,09

Custo da bucha guia por metro perfurado em 2014:

R\$ 3,09 (custo por metro perfurado) x 282.558,8 Metros perfurados = R\$ 874.000,00

O projeto tem como objetivo reduzir o custo por metro perfurado com bucha guia de haste de perfuratrizes de grande porte.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método aplicado para a solução do problema foi o PDCA.

2.1. Seleção do problema

O grupo realizou um brainstorming na área e levantou 15 problemas relacionados aos processos de desmonte, perfuração, despacho e geral.

Tabela 1 – Problemas elencados na gerencia

#	PROBLEMAS	PROCESSOS
1	Baixa qualidade do desmonte no Complexo Mariana.	Desmonte
2	Baixa utilização dos caminhões graneleiros.	Desmonte
3	Esforço físico intenso ao realizar transporte manual de cargas.	Desmonte
4	Esforço físico intenso ao realizar tamponamento manual de furos.	Desmonte
5	Baixa disponibilidade física das perfuratrizes.	Perfuração
6	Custo elevado com materiais de desgaste de perfuração	Perfuração
7	Quebra constante da coluna de perfuração durante a operação	Perfuração
8	Baixa vida útil das ferramentas de perfuração	Perfuração
9	Melhorar UF de perfuratriz (falta de operador / eqpto disponível)	Perfuração
10	Rever fluxo de apropriação de equipamentos e capacitar operadores	Despacho
11	Equipar 100% dos equipamentos com kit de comunicação com despacho	Despacho
12	Reduzir consumo de gasolina com Duster.	Geral
13	Reduzir custo com hastes de perfuratriz	Perfuração
14	Avaliar troca de rádios por "walk talk" no momento de detonação	Desmonte
15	Reduzir custo com rádios dos "AEM"	Geral

Através do Gráfico de Pareto, o grupo estratificou os problemas por processo e verificou que a perfuração apresentava a maior incidência.



Imagem 2 – Gráfico de Pareto por processo

Em seguida os problemas do processo de perfuração foram classificados nas categorias “atendimento” e “custo”, conforme gráfico seguinte.

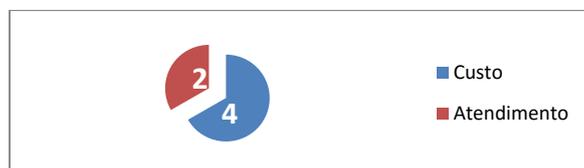


Imagem 3 – Gráfico de pizza por impacto

Identificamos que os problemas da categoria “custo” apresentavam maior incidência dentro do processo de perfuração.

Utilizando a matriz de priorização RAB, avaliamos os critérios de rapidez, autonomia e benefício, onde definimos o foco de atuação do projeto, sendo este o custo elevado com materiais de desgaste de perfuração.

Tabela 2 – lista da matriz “RAB”

Nº	PROBLEMAS	RAPIDEZ	AUTONOMIA	BENEFÍCIO	TOTAL
1	Custo elevado com materiais de desgaste de perfuração	3	4	4	48
2	Quebra constante da coluna de perfuração durante a operação	2	1	5	10
3	Baixa vida útil das ferramentas de perfuração	2	2	5	20
4	Reduzir custo com hastes de perfuratriz	2	3	5	30

Através do gráfico de pareto detalhamos os gastos com consumo de todos os materiais de desgaste de perfuração no ano de 2014.



Imagem 4 – Gráfico de Pareto por custos por ferramenta

Evidenciamos que o maior gasto no ano de 2014 foi com aquisição de bucha guia da haste de perfuratriz de grande porte, sendo esse o nosso problema priorizado.

2.2. Importâncias de solucionar o problema

Para levantar todos os impactos relacionados à bucha guia da haste da perfuratriz de grande porte foi utilizada a ferramenta QCAMS.MA, onde seus impactos foram elencados conforme abaixo.

2.2.1. Custo

Em 2014 o valor unitário da bucha guia de haste era de R\$ 23.000,00 e a média de vida útil da bucha era de apenas 7.435 metros perfurados.

Para calcularmos o custo por metros perfurados, levantamos o valor unitário da peça e dividimos pela sua vida útil. Sendo assim o $CMP = VLU/VIU$

Onde: CMP: Custo por metro perfurado; VLU: Valor unitário da peça; VIU: Vida útil.

Só em 2014 foram perfurados 282.558,8 metros com o custo (CMP) de R\$ 3,09/metro perfurado utilizando a bucha guia de hastes, gerando um gasto total de R\$ 874.000,00.

Devido à alta do dólar, o VLU subiu em 134% chegando ao valor de R\$ 53.871,00 o que causaria o aumento no CMP para R\$ 7,24.

Com isso, o gasto com bucha guia de haste em 2015 seria de R\$ 2.047.329,10 representando 90% do gasto com materiais de desgaste de perfuração.

2.2.2. Atendimento

Tempo elevado para a troca da bucha guia nas perfuratrizes.

Tempo médio de 17 minutos.

Tabela 3 – Lista de tempo médio de troca das buchas

Troca	Tempo	PF	Data
1	17,00	1121	10/04/2014
2	21,00	1122	11/04/2014
3	32,00	1123	20/04/2014
4	13,00	0802	07/04/2014
5	25,00	1121	12/05/2014
6	18,00	1122	16/05/2014
7	18,00	1123	09/05/2014
8	12,00	0802	15/05/2014
9	11,00	1121	12/06/2014
10	17,00	1122	15/06/2014
11	16,50	1123	17/06/2014
12	16,00	0802	05/06/2014
13	13,00	1121	14/07/2014
14	11,00	1122	22/07/2014
15	15,00	1123	13/07/2014
15	15,00	0802	03/07/2014
Média	17,03		

2.2.3 Segurança

Identificamos que havia excesso de esforço físico para a realização do transporte e troca da bucha guia de haste devido ao seu peso, a bucha pesa em torno 54 kg. De acordo com a Norma Regulamentadora Federal 17/78 (NR17) que orienta quanto às condições ergonômicas no trabalho, cada pessoa deve transportar no máximo 23 kg por vez, gerando assim um desconforto físico e moral para os executantes da atividade. Além dos riscos ergonômicos existia também risco de prensamento e esmagamento dos membros superiores em todas as atividades de troca de bits, brocas, martelos e hastes devido ao peso da bucha guia.



Imagem 5 – Operador realizando troca da bucha

Imagem 6 – Auxiliares realizando transporte da bucha

2.2.4 Meio ambiente

Devido à estrutura da bucha, toda vez que a mesma é descartada, é gerado 54 kg de sucata ferrosa. Só em 2014 foram descartadas 38 peças, gerando um total de 2052 kg de sucatas.

2.3. Meta

Índices de Minério de Ferro

Índices de mercado spot	27 de Outubro	Média Semanal (últimos 5 dias)	Média Mensal (últimos 30 dias)
The Steel Index 62%Fe	US\$/dmt	US\$/dmt	US\$/dmt
	50,80	51,16	53,79
Metal Bulletin 62% Fe	51,50	51,82	54,06
Platts 62% Fe			Para Platts 62%, veja website do Platts

* Valores em US\$/dmt



Fontes:
The Steel Index: www.thesteelindex.com

Imagem 7 – Gráfico com índice do preço do minério de ferro

Com o cenário atual de queda no preço do minério de ferro, a meta estipulada pela Gerência de Infraestrutura Mineração Complexo Mariana foi de reduzir em 40% o custo por metro perfurado com bucha guia de haste de perfuratriz de grande porte. Ao realizar os testes estatísticos utilizando a carta de controle, verificamos que o CMP, estava em controle estatístico, então utilizamos o limite inferior como nossa meta: R\$ 1,83.

2.4. Comprovação das causas do problema

Para definir a causa raiz do problema foi utilizando a metodologia dos testes dos “5 por quês”, sendo que, a pergunta inicial do problema.

Por que o custo por metro perfurado é elevado?

Devido ao elevado número de substituição de bucha guia.

Por quê?

A bucha guia da haste de perfuratriz apresenta desgaste na parte interna, sendo necessário o descarte da mesma.

Por quê?

A bucha guia é confeccionada em aço maciço em um único corpo.



Imagem 8 – Buchas descartadas com diâmetro externo intacto

2.5. Solução do problema

2.5.1. Brainstorming possíveis soluções

O grupo realizou um brainstorming onde foram levantadas possíveis soluções.

- Trocar o fornecedor de bucha guia;
- Fabricar a própria bucha guia;
- Desenvolver um novo modelo da bucha guia;
- Fazer a atividade sem a bucha guia.

2.5.2. Análise de viabilidade de solução

Através da matriz de viabilidade o grupo avaliou as possíveis soluções com base nos critérios de segurança, custo, aplicabilidade e técnico.

Sendo que, a solução que atendeu todos os requisitos foi desenvolver um novo modelo da bucha guia.

Tabela 4 – Matriz de viabilidade

MATRIZ DE VIABILIDADE					
Solução	Segurança	Custo	Aplicabilidade	Técnico	Justificativa
Trocar de fornecedor	☒	☒	☒	☒	Não há garantia de melhoria do custo
Fabricação própria da bucha guia	☒	☑	☒	☒	A empresa não tem know how para fabricação da bucha guia
Desenvolver um novo modelo da bucha guia;	☑	☑	☑	☑	A bucha tem duas extremidades, na qual a parte interna é a que mais se desgasta. Com isso, toda vez que a bucha é descartada a parte externa permanece intacta.

2.5.3. Etapas da solução

Para desenvolver um novo modelo de bucha guia de hastes, foram levantados alguns possíveis modelos e utilizando o “FMEA” verificou se que o problema da bucha guia de haste era apenas na parte interna da peça, onde ocorre o atrito entre bucha e haste, com isso o melhor método de fabricação do novo modelo da bucha guia de haste era fazer a divisão da bucha, separando a bucha em duas partes, interna e externa, essas peças foram denominadas de refil e camisa, onde somente o refil apresenta desgaste e é substituído.

ID	MODO DE FALHA	EFEITO	CAUSA	ÍNDICE DE DETECTIVIDADE (Falha)	ÍNDICE DE OCORRÊNCIA (Causa)	ÍNDICE DE SEVERIDADE (Efeito)	RPM	Observações
1	Fabricação (modelo da bucha)	Alto consumo de buchas	Dimensão da peça.	5	4	5	100	A dimensão da peça não interfere em sua vida útil, mas interfere no custo da peça.
2			Material utilizado	3	5	3	45	O material utilizado não pode ser alterado.
3			Peça robusta em aço maciço em um único corpo	5	5	4	100	Peça desenhada com pouco desgaste em suas extremidades
4			Erro de projeto	5	5	4	100	Projeto inicial não previa a necessidade de uma conexão da bucha.
5			Falha no processo	1	1	1	1	O processo de fabricação não apresentou falhas.

Imagem 9 – FMEA

2.5.4. Plano de ação

Através da ferramenta 5W2H o grupo elaborou o plano de ação para desenvolver um novo modelo de bucha guia de hastes para as perfuratrizes de grande porte.

- 2.5.4.1. Desenvolver croqui da nova bucha por meio de software.
2.5.4.2.

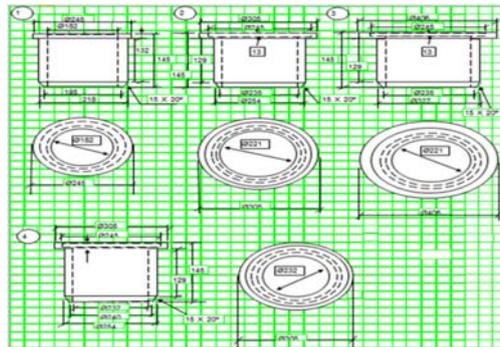


Imagem 10 – Croqui da bucha

- 2.5.4.3. Solicitar aprovação da engenharia e contratar empresa terceirizada para desenvolver as novas buchas.
2.5.4.4. Testar buchas.



Todas buchas do modelo antigo com fim de vida, serão reutilizada como haste da mesa

Imagem 11 – Testes do novo modelo da bucha

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ganhos do projeto

3.1.1 Custo

Ao realizar a substituição do modelo da bucha guia de hastes foi verificado que houve uma redução significativa no custo por metro perfurado devido ao valor unitário da peça (VLU). O valor unitário para aquisição era de R\$23.000,00 hoje é de apenas R\$900,00.

A bucha guia da haste sofreu essa redução devido ao novo método de fabricação, ao dividir a bucha guia da haste em duas partes o diâmetro interno da peça a ser fabricada passou de 78,5 mm para duas peças, sendo que, uma peça (camisa) tem 19 mm e a outra (refil) tem 23 mm e os encaixes agora são feitos através de flanges, por isso, o novo método de fabricação passa ser um processo de fundição simples devido à espessura da peça e como a camisa não sofre nenhum atrito no momento de rotação, só é necessário realizar a troca do refil.



Imagem 12 – Refil da bucha



Imagem 13 – Camisa da bucha

O novo modelo da bucha guia da haste sofreu uma redução no valor unitário de 96% em relação ao ano de 2014 e também teve um aumento na vida útil da peça em 30% no mesmo período do ano anterior. Com isso, o CMP reduziu para R\$0,09 redução de 98%.

Em 2014: $CMP = VLU / VIU$.. $CMP = R\$ 23.000,00 / 7430 \text{ metros} = 3,09 \text{ R\$/metro}$.

Em 2015: $CMP = VLU / VIU$.. $CMP = R\$ 900,00 / 9380 \text{ metros} = 0,09 \text{ R\$/metro}$.

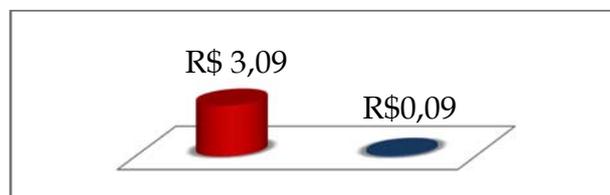


Imagem 14 – Gráfico com custos por metro

Em 2014 foram perfurados 282.558,8 metros com um CMP de R\$ 3,09, que gerou um gasto de R\$ 873.106,69.

No primeiro semestre 2015 foram perfurados 204.907,11 metros com um CMP de R\$ 0,09, que gerou um gasto de R\$ 18.441,64.

A redução com buchas guia de haste no primeiro trimestre foi de quase 98%, que gerou um ganho real de R\$ 854665,05, com um potencial de ganho na mesma proporção no segundo semestre.

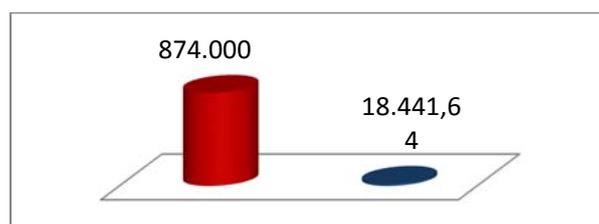


Imagem 15 – Gráfico com custos por período

3.1.2 Atendimento

O tempo médio de troca da bucha reduziu de 17 para 7 minutos uma redução de 59%.

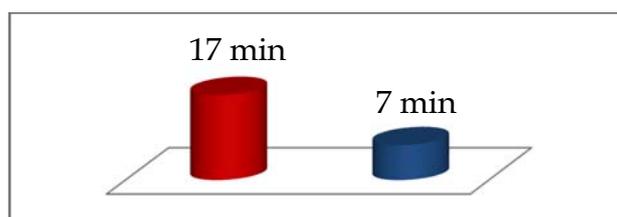


Imagem 16 – Gráfico de tempo médio de troca depois da implantação

3.1.3 Segurança

Todos os riscos relacionados a segurança e ergonomia foram eliminados devido a redução no peso da bucha a ser trocada (refil). O peso da bucha foi reduzido de 54 kg para 23 kg, sendo que somente o refil é trocado e ele pesa apenas 9 kg

3.1.4 Meio ambiente

Além de reduzir o peso da bucha guia de haste (refil) a serem descartadas, todas as buchas do modelo antigo foram utilizadas como camisa de mesa para o novo modelo da bucha. O que reduziu em 90% a geração de resíduo metálico.

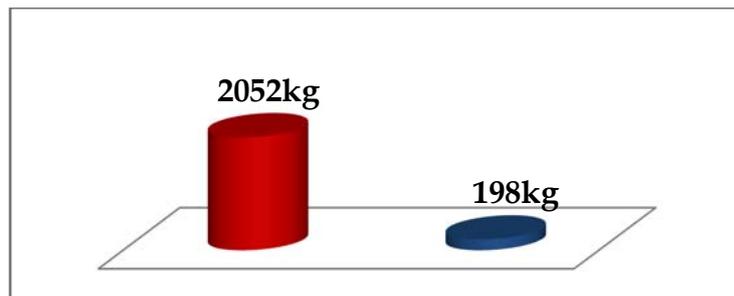


Imagem 17 – Gráfico de geração de resíduo metálico, antes e depois

4. CONCLUSÃO

O projeto de redução de custo com materiais de desgaste de perfuração, além dos ganhos econômicos, também apresentou ganhos adicionais em redução no tempo de troca da bucha guia, redução no esforço físico ao realizar a troca da bucha, eliminou o risco de pensamento e esmagamento de membros superiores e redução de sucata ferrosa para o meio ambiente.

Esse projeto é aplicável em qualquer processo de mineração que utiliza perfuratrizes de grande porte, sendo que, essa economia com bucha guia de haste será ascendente ao longo dos anos.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade de estarmos aqui, e a essa equipe maravilhosa elencada abaixo:

Péricles Luiz, Luiz Antônio, Juliano Reis, Francisco de Assis, Edson Avelino, Juçara Soares, Marcio Borba.

A equipe de desmonte do Complexo Mariana pelo apoio e pela hombridade.

REFERÊNCIAS

- 1 FALCONI, V. Gerenciamento pelas Diretrizes. 2 ed. Belo Horizonte: QFCO, 1996.
- 2 DEMING, William Edward. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.