

# REDUÇÃO DE CUSTO COM MATERIAIS DE DESGASTE DE PERFURAÇÃO (HASTE DE PERFURATRIZ) \*

Adelson Goncalves<sup>1</sup>  
Alisson Oliveira da Silva<sup>2</sup>  
Itany Luzia da Silva<sup>3</sup>  
Joao Paulo Rodrigues de Souza<sup>4</sup>  
Nicodemos Gregório da Silva<sup>5</sup>  
Nilton Auxiliador Pereira Junior<sup>6</sup>

## 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 hastes para perfuratrizes de grande porte. A metodologia aplicada para elaboração do projeto foi o PDCA, onde foi desenvolvido uma forma de reaproveitar o corpo da haste, que evita o descarte precoce da peça, otimizando a vida útil e consequentemente 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 (ROD DRILLING)

## 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 rods for large drills. The methodology applied for the preparation of the project was the PDCA, where he developed a way to reclaim the body of the rod, which 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.

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

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

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

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

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

<sup>6</sup> 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



Figura 1 – Modelo de 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

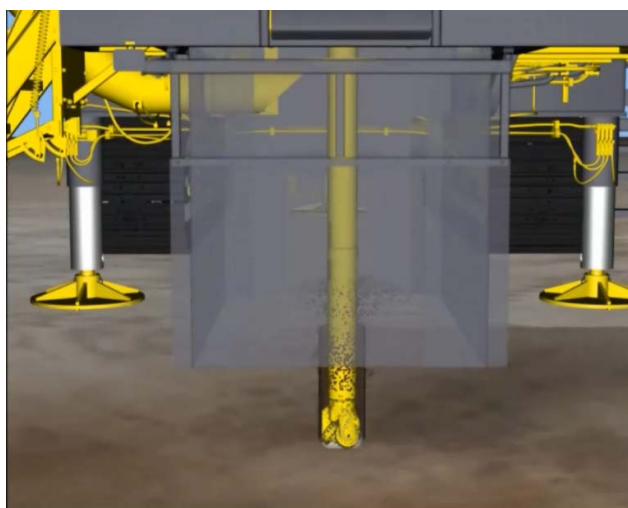


Figura 2 - Processo de Perfuração

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 haste dentro da perfuração



Figura 3 – A haste dentro da perfuração

Na perfuração com a perfuratriz de grande porte que utiliza o acoplamento e desacoplamento da haste para alcançar a profundidade desejada, a haste sofre um desgaste acelerado na parte dos acoplamentos, acontecendo o fim da vida da mesma por não conseguir o acoplamento com segurança. A haste é desgastada com o corpo (extensão entre a rosca macho e fêmea) em boas condições de uso.

Na perfuração com a perfuratriz de grande porte com single pass (passo único) é utilizada somente uma haste, a mesma tem o fim de sua vida no corpo (diâmetro da haste), na parte que fica mais próximo da broca/bit, devido sofrer o maior atrito pela a velocidade da rocha fragmentada, que é transportado com alta pressão de ar gerado pela perfuratriz para fazer a limpeza do furo. A haste é descartada com a maior parte da coluna e dos acoplamentos em perfeitas condições, devido ser em um único corpo.

O projeto tem como objetivo reduzir o custo por metro perfurado com 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 11 problemas relacionados aos processos de desmonte, perfuração, despacho e geral.

Tabela 1 – Brainstorming de Problemas

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

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

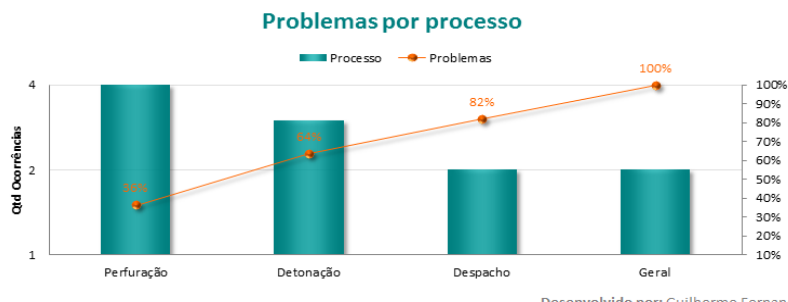


Figura 3 – Gráfico de Pareto

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

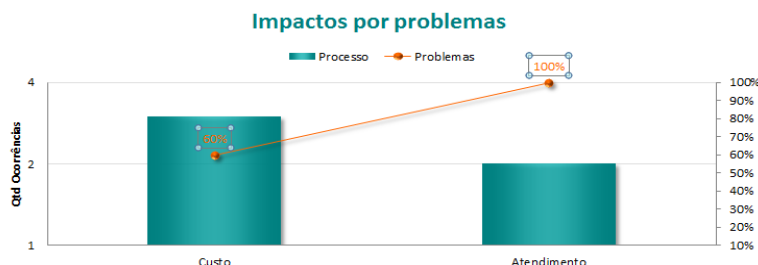


Figura 4 – Gráfico de Pareto

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, o custo elevado com materiais de desgaste de perfuração.

Tabela 2 – Matriz de Priorização 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	Consumo de diesel naas perfuratrizes	2	2	5	20

Através do gráfico de pareto detalhamos os gastos com consumo de todos os materiais de desgaste de perfuração no ano de 2015.

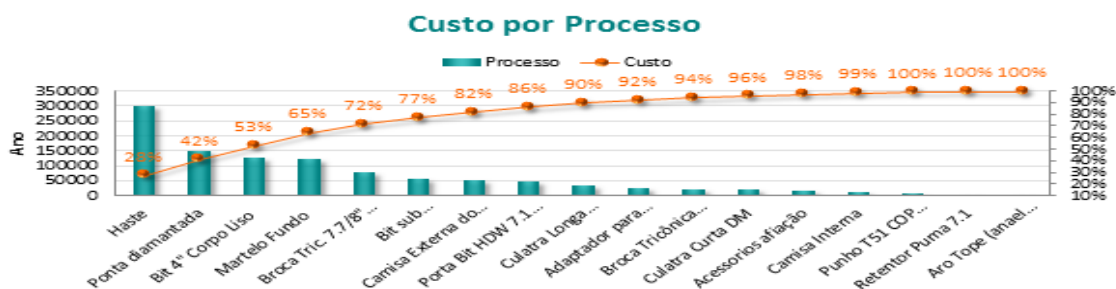


Figura 5 – Gráfico de Pareto

Evidenciamos que o maior custo no período foi com haste de perfuratriz de grande porte, por tanto foi definido que seria problema priorizado.

## 2.2. Importâncias de solucionar o problema

Para levantar todos os impactos relacionados com a haste de perfuratriz de grande porte foi utilizada a ferramenta QCAMSMA, onde seus impactos foram elencados conforme abaixo.

### 2.2.1 Custo

Levantamos a produção de metros perfurados de 2015, que foi de: 268.480,2 metros.

A média de vida útil da haste é de: 22.373,35 metros.

Em 2015 foram consumida 12 haste que gerou um gasto total de: R\$ 179.347,00 + R\$ 105.540,00 = R\$ 284.887,00.

Para calcular o custo por metro perfurado, vamos utilizar a formula abaixo:

$CMP = VLU / VIU$ .

Onde,

CMP = custo por metro perfurado;

VLU = valor unitário da peça;

VIU = vida útil da peça.

$CMP = R\$ 23.740,00 / 22.373,35 \text{ metros} = 1,06 \text{ R\$ / metro perfurado.}$

Tabela 3 – Preço das Hastes

Descrição	Quantidade 2015	Preço 2015	Preço 2016
Haste DM 6.5/8"x3/4" 25.5 Pés Rosca 4.1/2" Beco	7	R\$ 25.621,75	R\$ 28.369,77
Haste SKF 6.5/8"x3/4" 30 Pés Rosca 4.1/2" Beco	5	R\$ 21.108,00	R\$ 33.310,24

A Vale tem no Brasil aproximadamente 79 perfuratrizes de grande porte e cada perfuratriz perfura em média 300 mil metros no ano, a um custo de R\$ 1,06/metro perfurado. Que gera um gasto anual de R\$ 25.122.000,00

### 2.2.2 Meio ambiente

Cada haste no momento do descarte pesa em média 500 kg, sendo que o consumo médio anual é de 12 hastes, com isso, a geração de resíduos metálicos é de:  $12 \times 500 = 6.000 \text{ kg}$  de sucatas ferrosas durante o ano.

## 2.3 Meta

Existem duas formas de reduzir o custo por metro perfurado (CMP) de um material de desgaste de perfuração:

1º Aumentar a vida útil da peça;

2º Reduzir o valor de aquisição da peça.

O método adotado para reduzir o CMP de haste de perfuratriz de grande porte foi: Aumentar a vida útil das hastes.

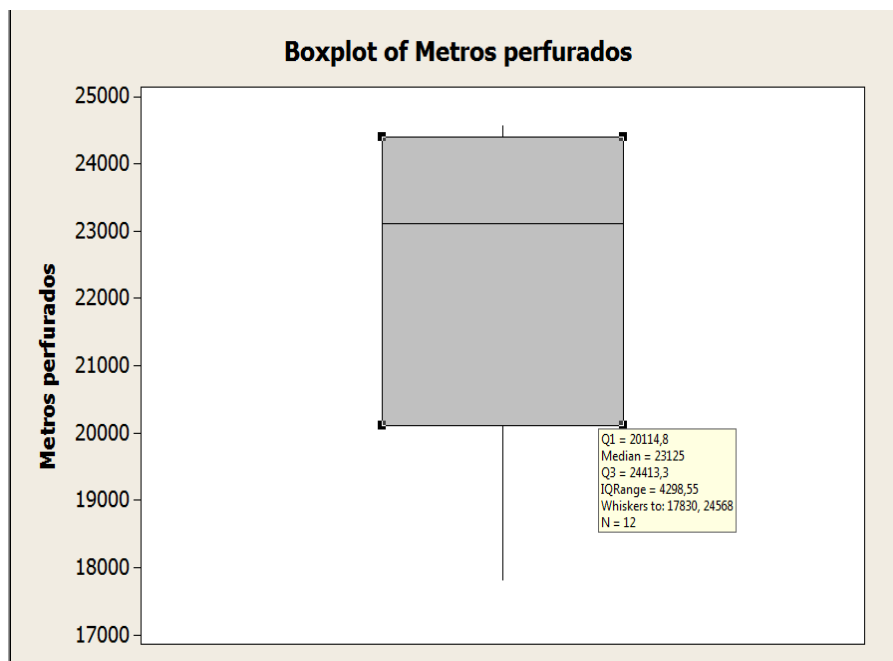


Figura 6 – Gráfico Boxplot

A meta estabelecida foi aumentar em 46% a vida útil das hastes de perfuratriz de grande porte, para isso, foi utilizado o metodo do quartil, onde assumimos o desafio de aumentar em 50% acima do valor do 3º quartil.

**Índices de Minério de Ferro**

Índices de mercado spot	27 de Outubro	Média Semanal (últimos 5 dias)	Média Mensal (últimos 30 dias)
	US\$/dmt	US\$/dmt	US\$/dmt
The Steel Index 62%Fe	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

Figura 7 – Gráfico índice do preço do minério de ferro

**2.4 Comprovação das causas do problema**

O estudo de caso determinou que a vida útil da haste chega ao fim quando o corpo externo atinge 159mm,ou seja, toda haste que é descartada fora dessa medida, a baixa é considerada perda prematura de haste.



E em todas as hastes analisadas verificamos que o desgaste não se dava pelo corpo da haste e sim pela roscas de conexão “beco”. Ao realizar o testes dos por quês, verificamos que a causa fundamental da baixa vida útil das hastes de perfuratrizes de grande porte é: desgaste das roscas de conexão “beco”

### Problema Priorizado

Custo elevado com hastes para perfuratrizes de grande porte.

### Causa Fundamental

Desgaste prematuro das roscas de conexão “beco”.

## 2.5 Solução do problema

Como havia Desgaste prematuro das roscas de conexão “beco”, a idéia foi desenvolver um adaptador nas extremidades das hastes que possibilita fazer a troca apenas da conexão das roscas “beco”

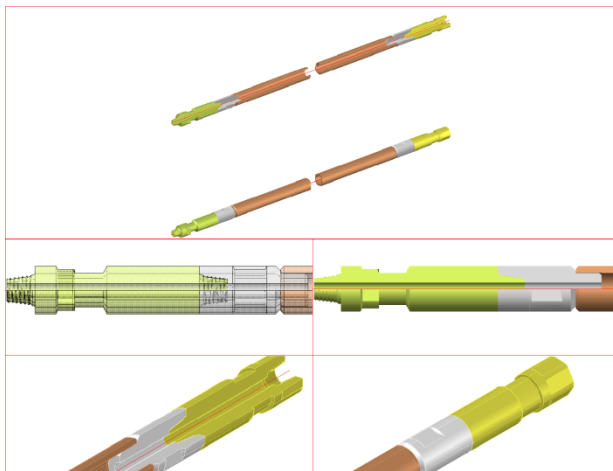


Figura 8 – imagem 3D das hastes



Figura 9 – Adaptadores da coluna de haste

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois da solução do problema, toda vez que a rosca “beco” é desgastada, realiza-se a troca somente da rosca, ou seja, não é mais necessário descartar todo o conjunto da haste, com isso, houve um aumento na vida útil da haste, reduzindo o custo por metro perfurado (CMP), com haste de perfuratrizes de grande porte.

### 3.1 Ganhos do projeto

#### 3.1.1 Custo

Depois do projeto concluído, foram evidenciados aumentos na vida útil da haste de perfuratriz de grande porte em 84%, agora a haste só é descartada quando o diâmetro de seu corpo atinge 159mm.

A média de vida útil da haste passou de 22373,35 metros para 41373,35.

O custo por metro perfurado (CMP) em 2016 será de apenas:

$CMP = R\$ 23740 / 41373,35 \text{ metros} = 0,57 \text{ R\$ / metro perfurado.}$

Utilizando a produção de metros perfurados de 2015 a redução de custo foi de:  
 $CTd = 268.480,2 \times 0,57 = R\$ 154.053,75$ , com isso, houve uma redução no Complexo de Mariana de:

$$RT = CTa - CTd \therefore RT = R\$ 284.887,00 - R\$ 154.053,75 = R\$ 130.883,25.$$

E que pode gerar uma redução na Vale no Brasil de:

$$CTd = 23.700,00 \times 0,57 = 13.509.000,00$$

$$RT = CTa - CTd \therefore RT = R\$ 25.122.000,00 - R\$ 13.509.000,00 = R\$ 11.613.000,00.$$

Onde,

RT = redução total;

CTa = custo anterior;

CTd = custo depois.

### 3.1.2 Meio ambiente

Houve redução na geração de resíduo metálico, a projeção de consumo de haste para 2016 no Complexo Mariana é de apenas sete hastes, que gera uma redução em 82% na geração de resíduo metálico.

## 4 CONCLUSÃO

O projeto de redução de custo com materiais de desgaste de perfuração, além dos ganhos econômicos, também apresentou ganhos adicionais como a 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 hastes 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.