

CARACTERIZAÇÃO E SUGESTÃO DE MELHORIA EM BARRA DE MOINHO DE COMINUIÇÃO DE MINÉRIO

Fontes, L.S. (1); Reis, R. (2); Silva, A.S. (3); Celestino, C. (4); Griza, S. (5).

(1) *Graduando em Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*

(2) *Graduando em Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*

(3) *Eng. de Segurança do Trabalho, Eng. de Materiais, graduado pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*

(4) *Eng. de Materiais, graduado pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*

(5) *Doutor em Eng. de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e professor adjunto da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*

lucasfontes92@gmail.com

RESUMO

O processo de moagem tem como finalidade diminuir o tamanho de partícula de materiais sólidos. A escolha do tipo de moinho a ser utilizado se deve a algumas particularidades da matéria-prima, como dureza, dimensão das partículas, entre outros. No presente estudo foram avaliadas duas barras de moinhos de cominuição de minério, sendo uma nova e outra com severo desgaste, as quais estavam tendo um tempo de vida relativamente curto em decorrência do alto desgaste erosivo e da corrosão generalizada. Foram feitas análise metalográfica, análise química e dureza Brinell. Uma vez que a parede do moinho apresenta uma dureza de cerca de 300 a 400 HB, foi sugerido pelo fabricante que a dureza das barras esteja em torno de 280 a 285 HB. A análise relevou que o principal mecanismo de degradação foi a erosão, que ambas são de aço inoxidável martensítico AISI 420, que foram produzidos por laminação e apresentam dureza média de 279 e 286 HB, respectivamente. Foram sugeridos outras ligas que apresentam melhores resultados frente a erosão.

Palavras-chave: aço inoxidável martensítico, moinho de barras, seleção de ligas.

INTRODUÇÃO

Os moinhos de barras são aplicados em moagem grosseira, com malha de controle tipicamente entre 35 e 3 mesh (0,5 a 6,7 mm, respectivamente), normalmente em circuito aberto e em estágios anteriores à moagem com moinhos de bolas. Podem operar em via seca ou úmida, sendo esta última a mais comum, e ter arranjo de descarga dos tipos overflow ou periférica. São aplicados em usinas de mineração, indústrias químicas e outras, operando na moagem de sílica, cimento, gesso, feldspato, carvão, córindon, bauxita, etc. (1)

As barras utilizadas em tais moinhos podem ser feitas de diversas ligas e até de outros materiais não metálicos (cerâmicos). Ferro fundido branco, ligas de aço ferramenta, aços de baixa liga de elevada tenacidade e outras ligas são comumente usadas. Ligas de aço inoxidável podem ser especificadas em situações onde além de resistência ao desgaste é importante resistência a corrosão. O aço inoxidável martensítico AISI 420 é um aço ligado ao cromo, temperável, que apresenta boa resistência mecânica até a temperatura de 550°C e boa resistência à oxidação até a temperatura de 630°C. Este aço é geralmente utilizado na fabricação de peças onde há necessidade de resistência mecânica aliada a ductilidade e resistência à corrosão (2). O objetivo do presente estudo é caracterizar a liga usada para a fabricação de barras de moinho e fazer recomendações de seleção de ligas alternativas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram recebidos 2 segmentos de barra identificadas como 1 e 2, que estão apresentados na Figura 1. Essas barras são classificadas como sendo aço inoxidável AISI 420, dureza Brinell estabelecida no intervalo de 280 a 285 HB, uma vez que a parede do moinho apresenta dureza no intervalo de 300 a 400 HB. As barras novas apresentam diâmetro de 50,88 mm, comprimento 3.835 mm, produzidas por laminação.



Figura 1: Barras fornecidas para análise. Segmento 1 antes do uso e segmento 2 depois do uso, apresentando desgaste acentuado.

Foi realizada análise química para identificar o material da barra por espectrometria de emissão ótica (Oxford, Foundry Master Xpert). A análise química foi realizada em uma amostra através de cinco queimas e o resultado foi apresentado pela média dos teores dos elementos obtidos pelas cinco queimas. Também foi feita análise microestrutural e de microdureza através da preparação de uma amostra metalográfica transversal a seção da barra. A amostra foi preparada de acordo com procedimento padrão de lixamento e polimento e foi atacada com o reagente Água Régia (3ml de ácido clorídrico e 1 ml de ácido nítrico). A metalografia foi obtida através de microscópio óptico (Zeiss Axio Scope A1). Foram realizados ensaios de microdureza (microdurômetro Future Tech FM 800). As medições de microdureza Vickers foram realizadas com carga de 1kgf.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A microestrutura da barra usada (Figura 2) e da barra nova (Figura 3) apresentaram morfologia de martensita de alta temperatura de revenimento, sendo possível perceber a presença de bandas de segregação no sentido da laminação (Figura 2) e de carbonetos esferoidizados dispersos (Figuras 2 e 3). A dureza média encontrada da barra usada foi de 295 HV (desvio padrão de 3,4HV1) e da barra nova foi de 303 HV (desvio padrão de 1,9 HV1). A conversão para dureza Brinnell resulta, respectivamente, em 279 HB e 286 HB. O resultado da análise química está apresentado na Tabela 1 onde é possível perceber que ambas barras são de aço inoxidável do tipo AISI 420.

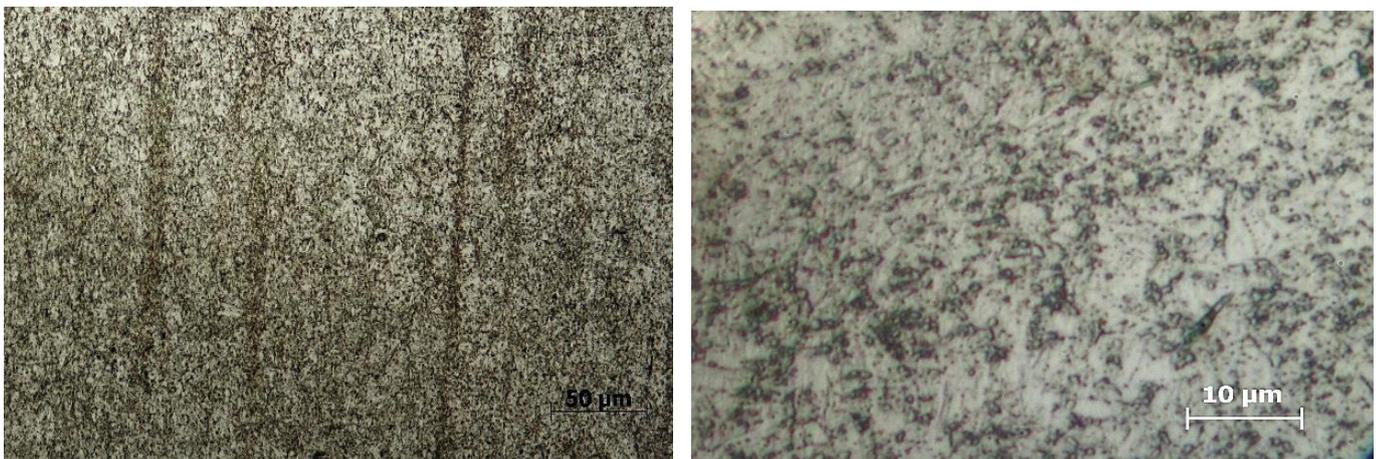


Figura 2: Barra usada. Microestrutura martensitica da barra usada, com linhas de segregação (esquerda) e carbonetos esferoidizados dispersos (direita).

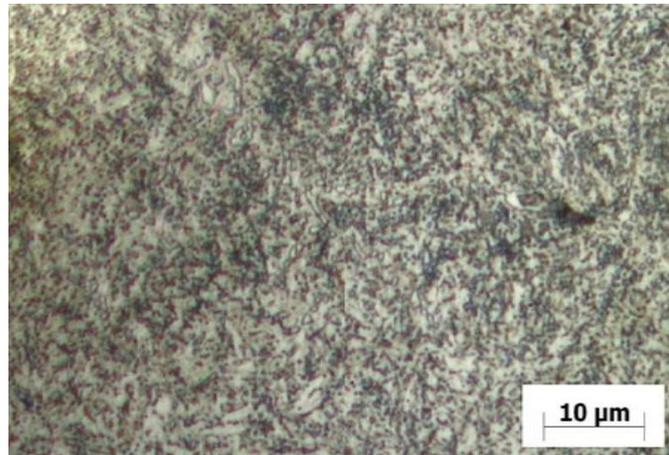


Figura 3: Martensita revenida e carbonetos esferoidizados dispersos da barra.

Tabela 2: Composição química do tubo analisado.

Elementos/Peça	C	Si	Mn	P	S	Cr
Barra usada	0,25	0,38	0,41	0,016	0,026	12,3
Barra nova	0,26	0,39	0,32	0,014	0,027	12,3
AISI 420	0,15 mín	1,0 máx	1,0 máx	0,04 máx	0,03 máx	12,00 – 14,00

CONCLUSÃO

O aço analisado é o inoxidável AISI 420 com microestrutura martensítica de baixa temperatura de têmpera e alta temperatura de revenimento. A dureza média nas duas barras está dentro do especificado. Considerando a aplicação em condição agressiva para corrosão e desgaste bem como o intervalo de dureza estabelecido, pode-se fazer os seguintes aperfeiçoamentos:

- Utilizar aço inoxidável austenítico com dureza no intervalo especificado. Diversas ligas são disponíveis no mercado. Dentre elas as ligas AISI 304, AISI 316.
- Considerando que o dano de corrosão e desgaste é generalizado, recomendamos realizar ensaios eletroquímicos para avaliar o desempenho das ligas em serviço.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento CAPES, CNPq, FINEP e FAPITEC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) <http://furlan.com.br/moinhos-de-bolas-barras/>
- (2) <http://www.favorit.com.br/produtos/acos-inoxidaveis/aco-aisi-420>

CHARACTERIZATION AND IMPROVEMENT SUGGESTION IN ORE COMMUNITION MILL BAR

The milling process aims to reduce the particle size of solid materials. The choice of the type of mill being used is due to some peculiarities of the raw material, such as hardness, particle size, among others. In this study were evaluated two bars of ore comminution mills, one new and one with severe wear, which were having a relatively short life due to the high wear erosive and general corrosion. They were made metallographic analysis, chemical analysis and Brinell hardness. Once the mill wall has a hardness of about HB 300 to 400, it was suggested by the manufacturer that the hardness of the bars is about 280-285 HB. The relented analysis that the main mechanism of degradation was erosion, which both are martensitic stainless steel AISI 420, which have been produced by lamination and exhibit an average hardness of 279 HB and 286, respectively, thus fulfilling the request. Considering all the above conditions have been suggested other materials that have better results against the requests.

Keywords: martensitic stainless steel, rod mill, selection of alloys.