

USO DE HPGR (HIGH PRESSURE GRINDING ROLLS) NA ETAPA DE BRITAGEM DOS CONCENTRADORES DE GERMANO – SAMARCO MINERAÇÃO¹

*Andreia Carolina Rosa²
Duilio Carvalho³
Joaquim Donizetti Donda⁴*

Resumo

A aplicação de prensa de rolos (HPGR) em circuitos de britagem tem ganhado espaço nos últimos anos em alternativa a equipamentos tradicionais como os britadores cônicos e de impacto. Um atrativo desta aplicação é a capacidade do HPGR de gerar trincas no minério processado, reduzindo o consumo específico de energia nas etapas posteriores de cominuição. Este trabalho avaliou a aplicação de prensa de rolos em diversos pontos do circuito de britagem de Germano, bem como os impactos nas operações posteriores de moagem e deslamagem.

Palavras-chave: Prensa de rolos; Britagem.

THE APPLICATION OF HPGR (HIGH PRESSURE GRINDING ROLLS) IN CRUSHING CIRCUITS OF GERMANO CONCENTRATORS – SAMARCO MINERAÇÃO

Abstract

The application of roller presses by substituting traditional equipment as conical or impact crushers in crushing circuits has become more and more popular over the years. An attractive of this application is the HPGR ability of generate cracks in the processed ore which reduces energy consumption in the following steps of comminution. This study evaluated the application of roller press in different points of Germano crushing circuits and its consequences for the followings operations of grinding and disliming.

Key words: HGPR; Crushing.

¹ *Contribuição técnica ao 39º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 10º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 22 a 26 de novembro de 2009, Ouro Preto, MG.*

² *Eng. de Des. tecnológico – Samarco Mineração S.A.*

³ *Eng. de Processo – Samarco Mineração S.A.*

⁴ *Eng. Master – Samarco Mineração S.A.*

1 INTRODUÇÃO

A prensa de rolos ou HPGR (High Pressure Grinding Rolls) é tradicionalmente empregada na cominuição de finos – tal como pellet feed – com o objetivo principal de aumentar a geração de superfície específica do material. O conceito deste equipamento é de geração de trincas intergranulares no material, através da compressão das partículas, como mostra a Figura 1.

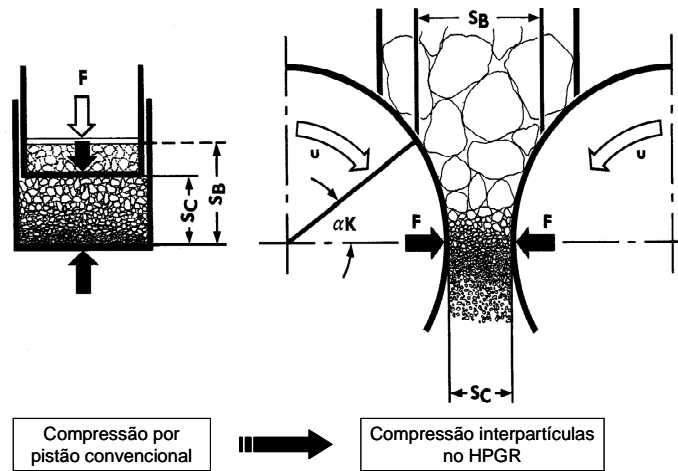


Figura 1 – Princípio de funcionamento do HPGR.

O HPGR é, em resumo, composto por dois rolos espaçados, sendo um fixo sobre o eixo e o outro “flutuante”, o que permite a regulagem da abertura entre os rolos e do “ângulo de mordedura” do material.

O rolo fixo e os êmbolos ligados ao rolo flutuante exercem pressão sobre a alimentação da prensa provocando a geração de trincas nas partículas.

A Figura 2 mostra o HPGR destacando seus principais componentes.

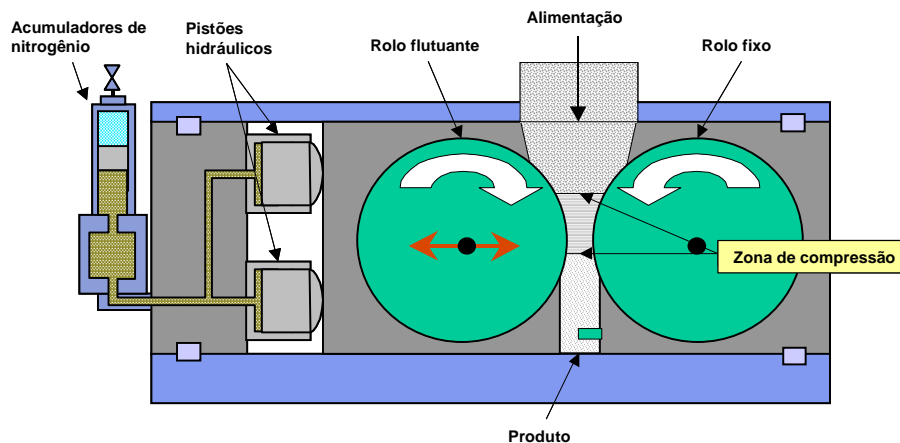


Figura 2 – Principais componentes do HPGR.

Nos últimos anos o HPGR tem ganhado espaço na cominuição de materiais grosseiros (>12 mm), concorrendo com equipamentos tradicionais como os britadores de cone e de impacto.

Rabelo⁽¹⁾ estudou o emprego do HPGR no circuito de britagem do concentrador I de Germano em 1995, na ocasião do primeiro projeto de expansão da Samarco, quando foi constatado que a passagem do ROM por esse tipo de equipamento não alterava significativamente a granulometria do produto da

britagem, mas reduzia o *Work Index* (Wi) da alimentação da operação subsequente de moagem primária.

Baseando-se em tais resultados, o estudo atual buscou, portanto, analisar novos circuitos de britagem que pudessem desonerar o consumo específico de energia na moagem primária, com o auxílio do HPGR.

Os circuitos de britagem dos concentradores I e II são mostrados a seguir, com destaque para os pontos em que a aplicação do HPGR foi avaliada:

- *undersize* do peneiramento pré-primário;
- *undersize* dos peneiramentos primário e secundário;
- produto final da britagem I; e
- descarga do britador primário (em substituição aos Barmacs da britagem II).

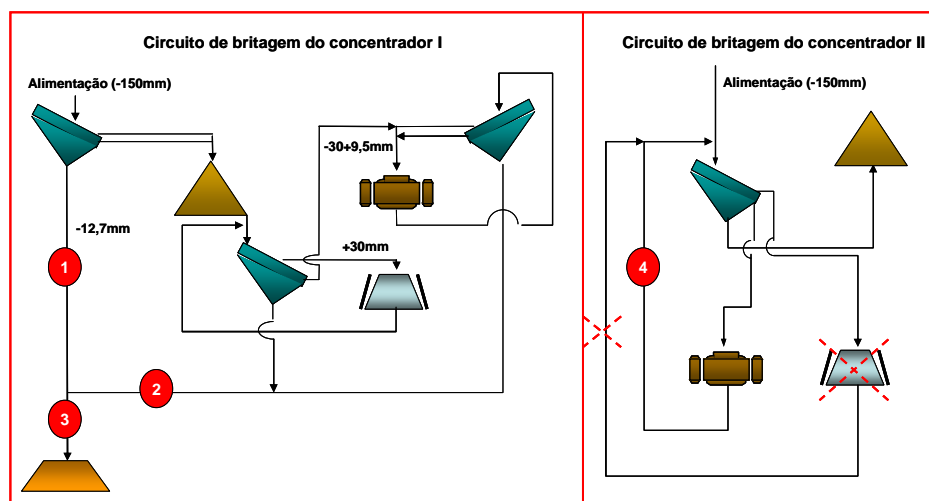


Figura 3 – Circuitos de britagem de Germano.

2 METODOLOGIA

Para avaliar as vantagens da aplicação do HPGR em cada ponto destacado na Figura 3 foram retiradas amostras da britagem I de Germano com as quais se realizou os seguintes procedimentos:

- testes em prensas piloto (no Centro de Pesquisas da Polysius) e de laboratório (na Samarco);
- testes de moagem antes e depois da prensagem; e
- análises granulométricas antes e após prensagem.

A Figura 4 explica a metodologia empregada.

Os testes com as prensas têm como variáveis de controle:

- Pressão de trabalho da prensa; E
- Número de “passes” do material pela prensa.

A Tabela 1 mostra as condições em que foram realizados os testes de prensagem.

Os testes de moagem foram realizados segundo metodologia desenvolvida por Donda et al.⁽²⁾ e utilizada rotineiramente no Laboratório de Controle de Processos (LCP) de Germano para acompanhar a eficiência dos circuitos de pré-moagem e moagem primária industriais.

O procedimento consiste em realizar quatro moagens a úmido em tempos diferentes, em um moinho de 12 x 12 polegadas. Cada tempo de moagem é convertido em energia consumida e, ao final do teste, é traçada a curva

porcentagem de material retido na malha de controle do circuito avaliado versus consumo específico de energia.

Todos os testes de moagem foram realizados buscando-se alcançar um produto com 10% retido em 0.149 mm (100#), a especificação do produto dos circuitos de moagem primária de Germano. O GAP inicial sempre foi de 1 mm.

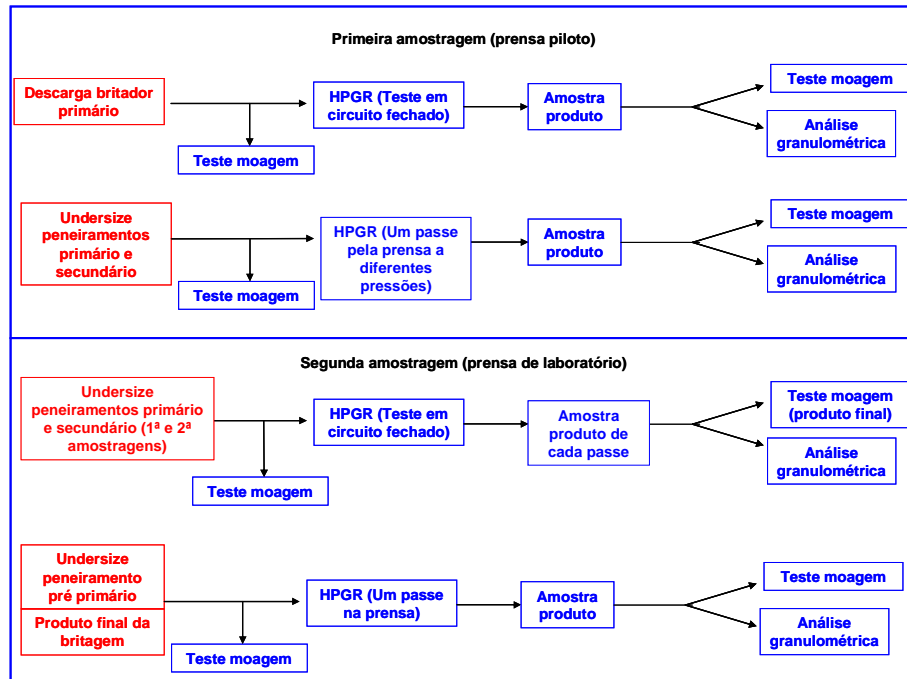


Figura 4 – Plano de testes realizados.

Tabela 1 – Condições dos testes de prensagem

Amostra	Origem	Prensa	Teste/Condição
1	Under pen. prim. e sec. (1ª amostragem)	Piloto	Um passe pela prensa/ baixa pressão (25 bar)
2	Under pen. prim. e sec. (1ª amostragem)	Piloto	Um passe pela prensa/ média pressão (40 bar)
3	Under pen. prim. e sec. (1ª amostragem)	Piloto	Um passe pela prensa/ alta pressão (55 bar)
4	Descarga britador primário	Piloto	Circuito fechado (2 passes)/ média pressão (40 bar)
5	Under pen. prim. e sec. (1ª amostragem)	Laboratório	Circuito fechado (3 passes)/ média pressão (40 bar)
6	Under pen. prim. e sec. (2ª amostragem)	Laboratório	Circuito fechado (2 passes)/ média pressão (40 bar)
7	Under pen. pré-primário	Laboratório	Um passe pela prensa/ média pressão (40 bar)
8	Produto final britagem	Laboratório	Um passe pela prensa/ média pressão (40 bar)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Testes com a Prensa Piloto

As Figuras 5 e 6 mostram, respectivamente, os testes de moagem (antes e após prensagem) para as amostras 1 a 3 e 4.

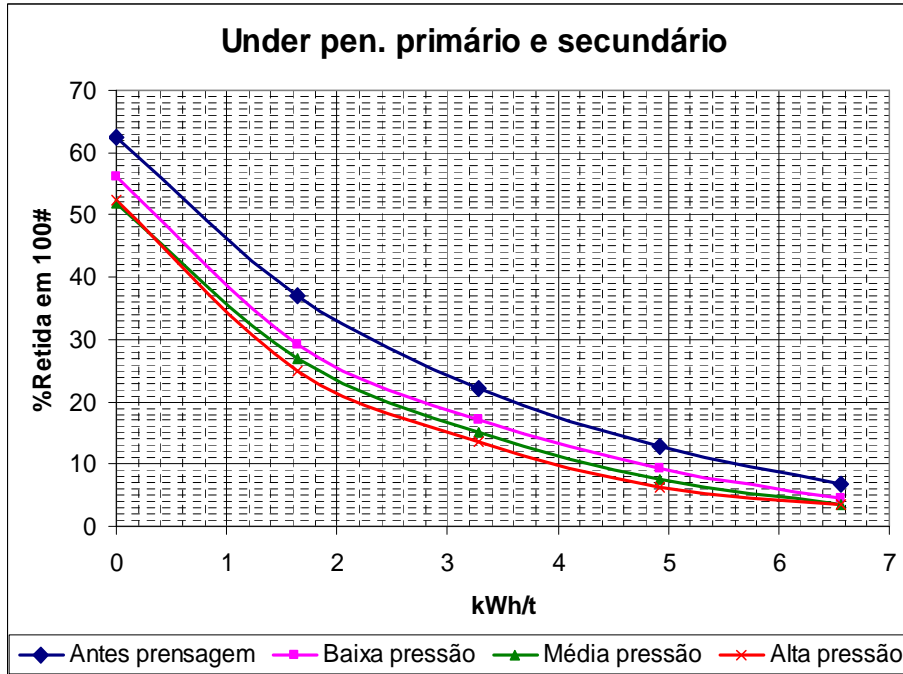


Figura 5 – Testes de moagem para amostras 1 a 3.

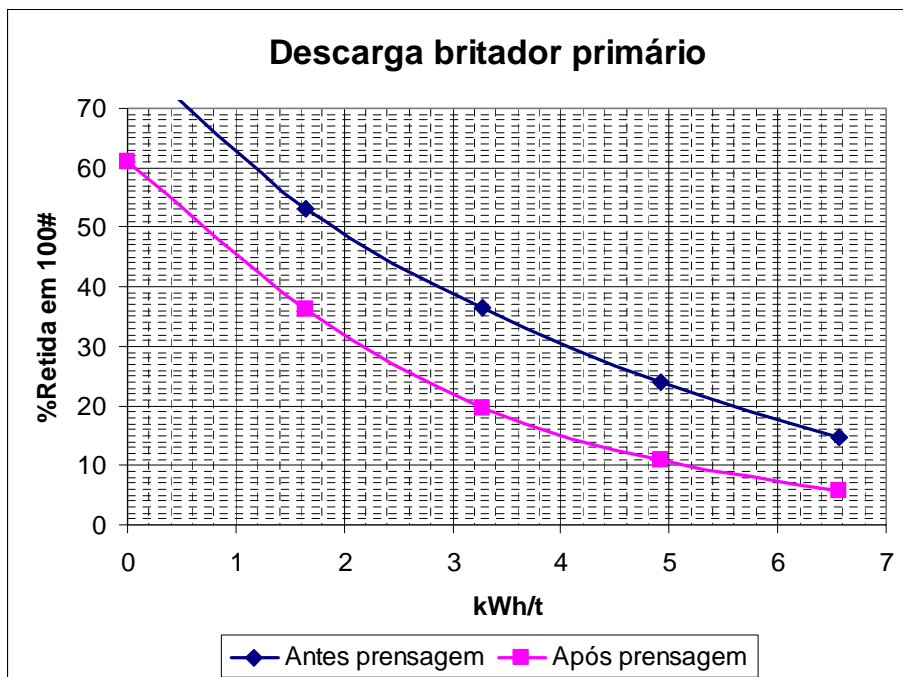


Figura 6 – Testes de moagem para amostra 4.

Pela Figura 5 pode-se notar que, antes da prensagem, eram necessários 5.5 kWh/t para se atingir 10% retido em 0.149 mm com o *undersize* dos peneiramentos

primário e secundário. Com as amostras processadas a baixa, média e alta pressão este valor diminui para, respectivamente, 4.6 kWh/t (16% de redução), 4.13 kWh/t (25% de redução) e 3.9 kWh/t (30% de redução).

Analogamente, de acordo com a Figura 6 são necessários, 8.25 kWh/t para se atingir a especificação da moagem primária para a amostra da descarga do britador primário antes da prensagem. Após a passagem pelo HPGR, são necessários 5.1 kWh/t para se atingir as mesmas especificações, ou seja, uma diferença de 40%.

Deve-se, no entanto, considerar a energia consumida pelo HPGR para processar cada amostra em questão. A Tabela 2 resume esta análise.

Tabela 2– Resumo resultados testes com prensa piloto

Amostra	Energia na moagem antes prensagem (kWh/t)	Energia na moagem após prensagem (kWh/t)	Energia no HPGR (kWh/t)	Energia total após prensagem	Saldo de energia (kWh/t)
1	5.5	4.13	0.96	5.09	0.41
2	5.5	3.9	1.42	5.32	0.18
3	5.5	4.6	0.58	5.18	0.32
4	8.25	5.1	1.1	6.2	2.05

Como se pode notar, apenas a prensagem da amostra 4 trouxe ganhos efetivos para a moagem. Na prática, porém, este fluxo corresponde a uma parcela pequena da massa processada na britagem, o que inviabiliza a instalação de uma prensa para processar apenas este material.

As Figuras 7 e 8 mostram, respectivamente, as distribuições granulométricas das amostras antes e depois da prensagem para as amostras 1 a 3 e 4.

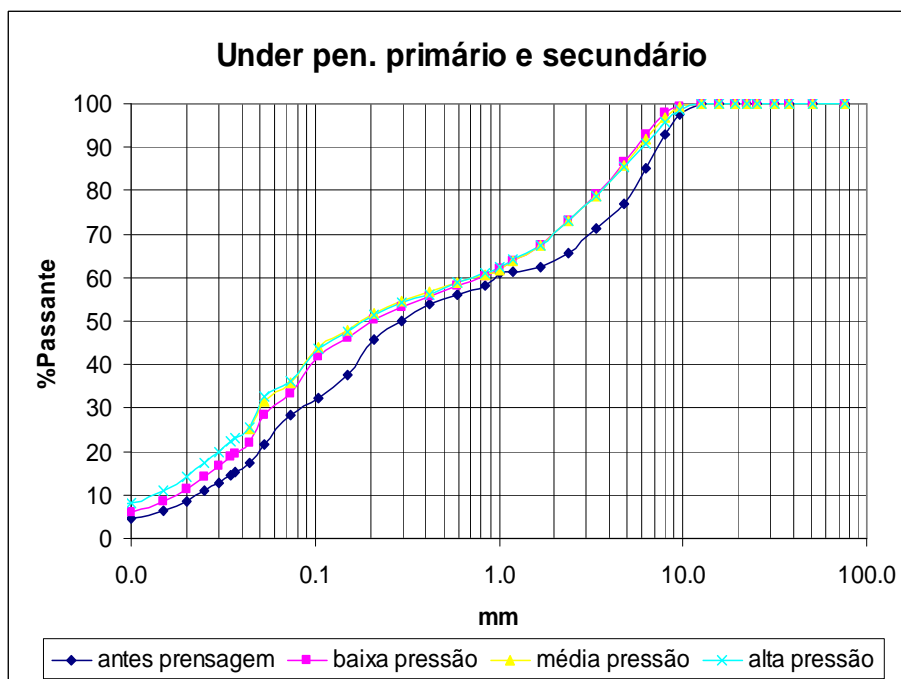


Figura 7 – Distribuições granulométricas das amostras 1 a 3.

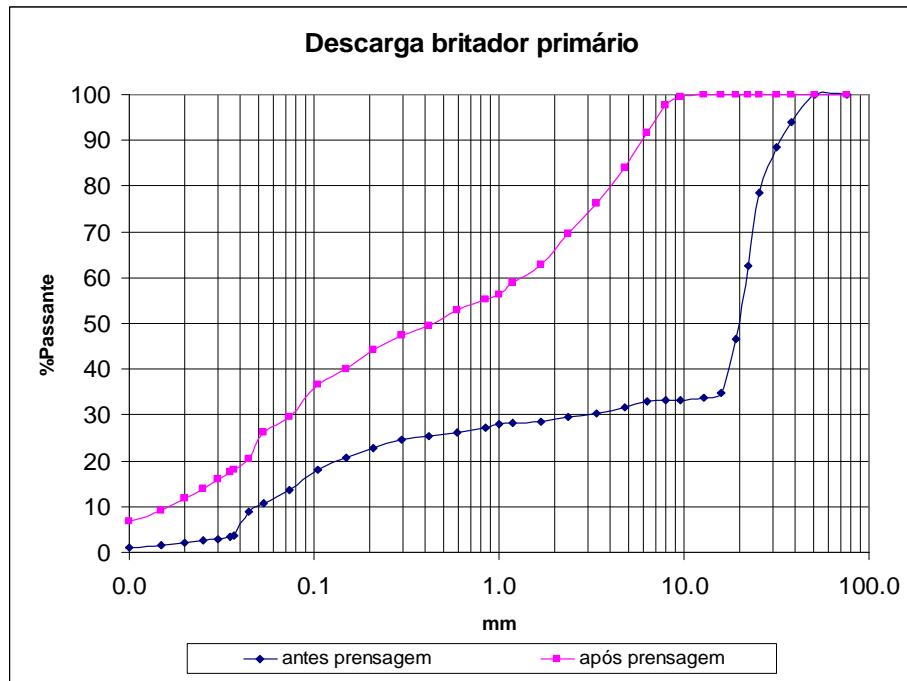


Figura 8 – Distribuições granulométricas da amostra 4.

A prensagem das amostras 1 a 3 aumentou a porcentagem de material passante em 100# de 37.67% (amostra tal qual) para, respectivamente, 45.92%, 47.85% e 47.65% e aumentou a porcentagem de lamas de 4.47% para, respectivamente, 5.95%, 7.51% e 8.09%.

Por outro lado, a prensagem da amostra 4 aumentou a porcentagem de material passante em 100# em quase 100% e aumentou a porcentagem de material passante em 10 μ m (lamas) de 1.08% (amostra tal qual) para 6.89%.

Portanto, os resultados dos testes em prensa piloto revelaram baixa redução do consumo específico de energia na moagem primária com o uso do HPGR e aumento na geração de ultrafinos.

3.2 Testes com a prensa de laboratório

As Figuras 9 a 12 mostram, respectivamente, os resultados dos testes de moagem relativos às amostras 5 a 8.

Em resumo, foram alcançadas as seguintes reduções no consumo específico de energia na moagem primária após prensagem:

- *undersize* dos peneiramentos primário e secundário = 1.3 kWh/t (média das duas amostras);
- *undersize* do peneiramento pré-primário = 1.4 kWh/t;
- produto final da britagem = 1.6 kWh/t.

Tais resultados confirmam os testes anteriores, ou seja, a diminuição no consumo energético na moagem primária foi inexpressiva, frente aos investimentos necessários para a instalação de prensas na britagem.

Contudo, observa-se que o minério estudado é bastante friável, o que desfavorece a aplicação do HPGR, tendo em vista a relativa facilidade de moagem do material em moinhos de bolas. Os ganhos apontados por Rabelo,⁽¹⁾ com a moagem de minérios mais compactos, foram maiores. Isto sinaliza maior

atratividade no emprego do HPGR à medida que a dureza do material processado aumenta.

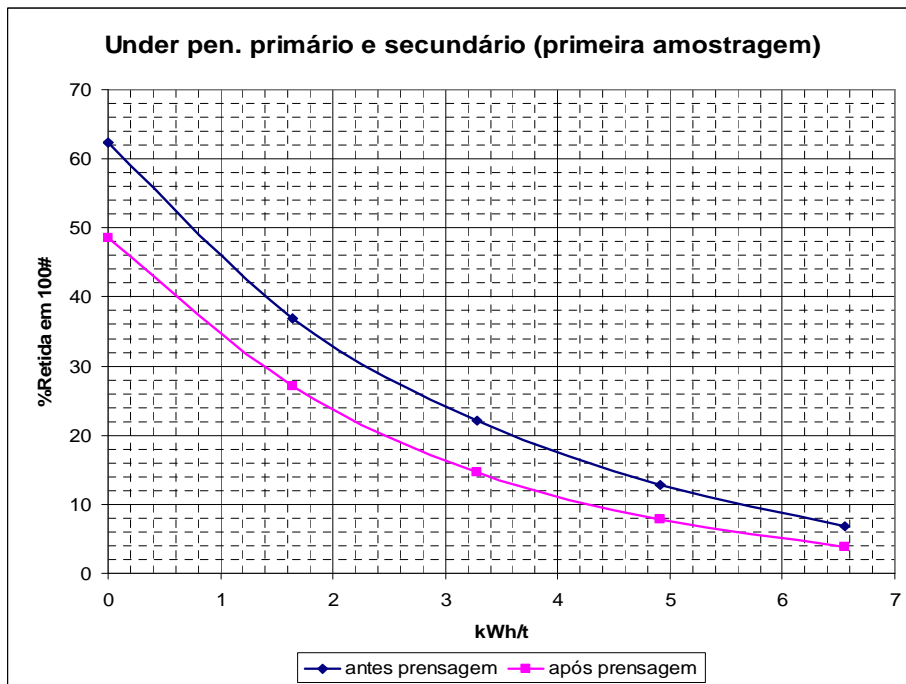


Figura 9 – Testes de moagem relativos a amostra 5.

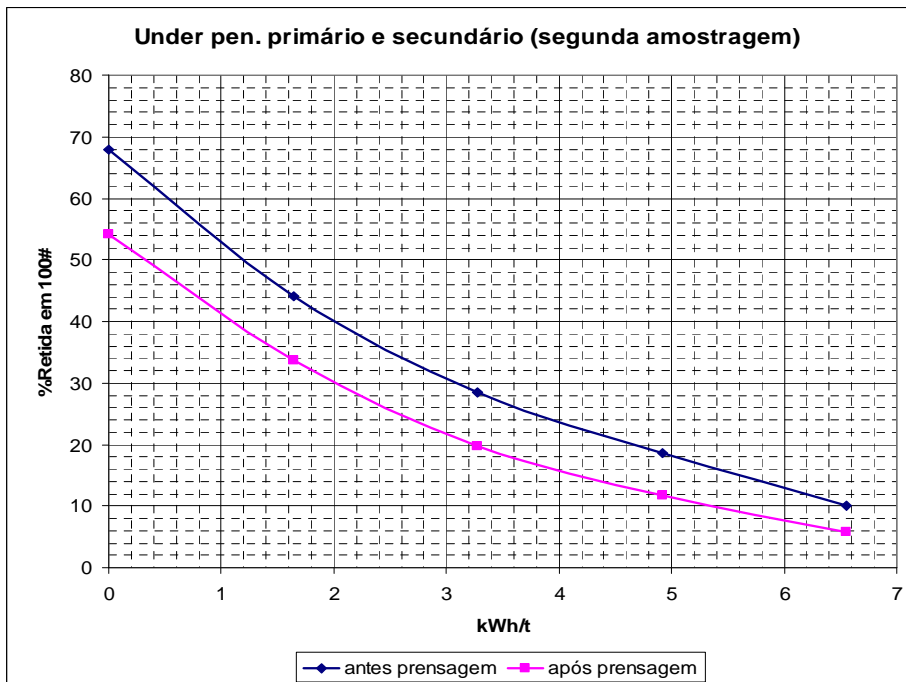


Figura 10 – Testes de moagem relativos a amostra 6.

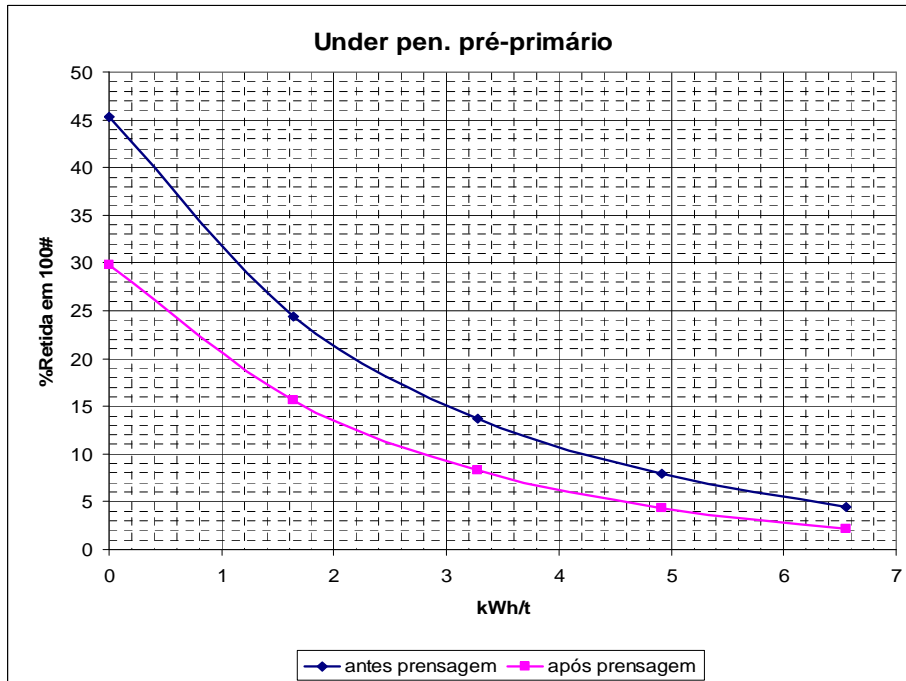


Figura 11 – Testes de moagem relativos a amostra 7.

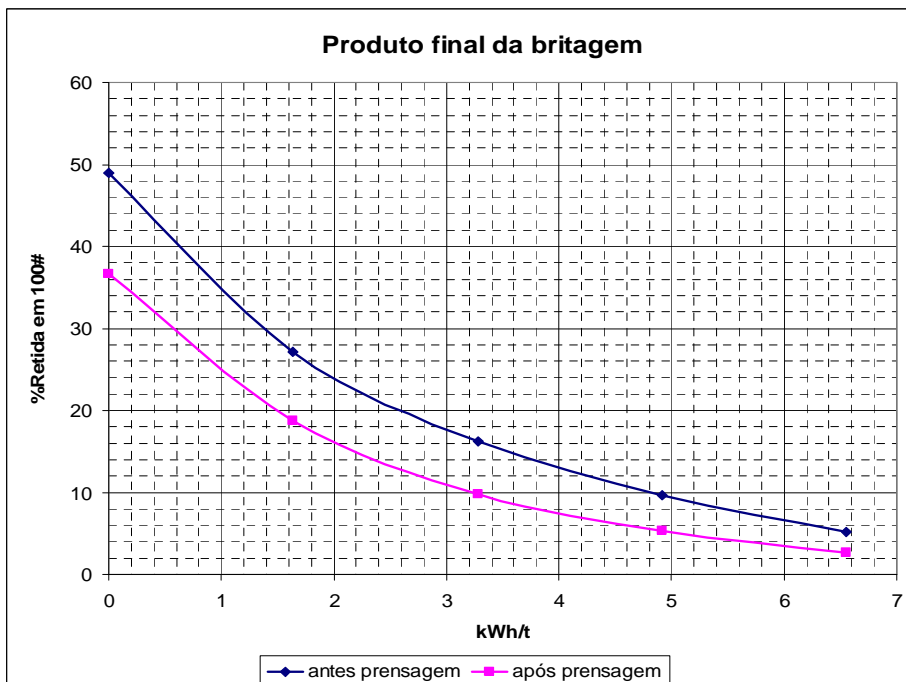


Figura 12 – Testes de moagem relativos a amostra 8.

Quanto à geração de finos, os resultados das análises granulométricas mostraram aumento na porcentagem de lamas (frações abaixo de 10 μ m) após a moagem das amostras prensadas de acordo com o listado a seguir:

- *undersize* dos peneiramentos primário e secundário: aumento médio de 2%;
- *undersize* do peneiramento pré-primário: aumento de 3.5%; e
- produto final da britagem: aumento de 1.5%.

O aumento no percentual de lamas revelou-se significativo, tendo-se em vista as perdas em recuperação de Fe inerentes a estes incrementos.

4 CONCLUSÕES

A economia de consumo específico de energia - advinda do emprego de HPGR - nas etapas posteriores (pré-moagem / moagem primária) dos circuitos de britagem estudados foi pouco significativa para o minério avaliado.

Contudo, o minério em questão é friável, ou seja, oferece pouca dificuldade para a moagem em moinhos de bolas, o que desfavorece a aplicação de HPGR em etapas anteriores, tendo-se em vista os altos investimentos inerentes.

Por outro lado, o aumento na geração de material ultrafino com o uso da prensa foi expressivo, o que levaria a perdas em recuperação mássica relevantes nos concentradores.

Deste modo, a aplicação de HPGR nas etapas de britagem torna-se mais atraente apenas para minérios de dureza elevada.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer:

- as equipes dos Laboratórios de Controle de Processos de Germano e Ubú;
- as equipes de controle processo e produção de Germano, em especial da britagem I;
- aos técnicos da Polysius Bernd Odenwald e André Cruz;
- ao colega Ricardo Vinícius,

pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

¹ RABELO, Paulo José Barros. Estudo da aplicação de HPGR na etapa de britagem de Germano. In: Relatório interno Samarco Mineração – Germao, 1995.

² DONDA, et al. O controle da eficiência energética nos circuitos de pré-moagem e moagem primária da Samarco Mineração. In: II Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro – ABM. Cidade, ano.