

TESTES DE PRENSA DE ROLOS EM ESCALA PILOTO COM ITABIRITOS FRIÁVEL E COMPACTO¹

José Francisco Cabello Russo²
Douglas Batista Mazzinghy³
Henrique Dias Gatti Turrer³

Resumo

O fluxograma do projeto Minas-Rio considera a prensa de rolos (HPGR) como etapa de britagem terciária. O circuito de britagem terciária não considera etapa de classificação por peneiras (circuito aberto). O produto deste circuito alimenta a etapa de moagem composta por moinhos de bolas em circuito fechado com baterias de hidrociclones. Recentemente novos testes com prensa de rolos em escala piloto foram realizados para confirmação do consumo energético. Foram testados dois minérios de ferro itabiríticos classificados como friável e compacto. Três testes foram realizados em diferentes pressões de operação. Os resultados indicaram baixo consumo específico de energia da prensa de rolos confirmando a eficiência deste equipamento nesta aplicação.

Palavras-chave: Prensa de rolos; Itabirito; Friável; Compacto.

HPGR PILOT TESTS WITH FRIABLE AND COMPACT ITABIRITE ORES

Abstract

The flowsheet of the Minas-Rio project considers HPGR's as tertiary crushing stage. The tertiary crushing circuit does not consider screen classification (open circuit). The product of this circuit feeds the grinding circuit with ball mills in closed circuit with hydrocyclones cluster. Recently, new tests were carried out with a HPGR in pilot scale for confirmation of energy consumption. It was tested two iron ores itabirites classified as friable and compact. Three tests were conducted at different operating pressures. The results reported low specific energy consumption of HPGR confirming the efficiency of this equipment in this application.

Keywords: HPGR; Itabirite; Friable; Compact.

¹ *Contribuição técnica ao 68º Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Gerente de Processos. AngloAmerican. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil*

³ *Engenheiro Especialista. AngloAmerican. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O Projeto Minas-Rio encontra-se em fase de implantação com início de operação programado para o segundo semestre de 2014. O projeto visa beneficiar dois minérios distintos classificados como itabirítos friável e compacto. O circuito de britagem terciária possui três prensas de rolos da Polysius, sendo duas operacionais e uma reserva. As prensas têm 2,40m de diâmetro por 1,65m de largura com potência instalada, por equipamento, de 4.800 kW, sendo dois motores de 2.400 kW cada. Os motores possuem inversores de frequência para variação da velocidade dos rolos.

Recentemente a Anglo American realizou testes em escala piloto com prensa de rolos (HPGR) com os dois tipos de minérios que serão tratados na usina de beneficiamento. Os testes foram realizados no CIMM - Centro de Investigación Minero y Metalúrgico, localizado em Santiago, Chile, utilizando uma prensa de rolos semi-industrial da KHD. O objetivo dos testes é confirmar o consumo energético obtido anteriormente nos testes realizados pela Polysius para dimensionamento das prensas.⁽¹⁾

1.1 Equipamento

A prensa de rolos tem sido muito aplicada em substituição ao estágio de britagem terciária, onde usualmente adotam-se britadores cônicos. A prensa é capaz de processar maiores vazões de minério simplificando o arranjo do circuito com menores quantidades de equipamentos, se comparado com britadores cônicos.

A Figura 1 apresenta uma visão geral da prensa de rolos.

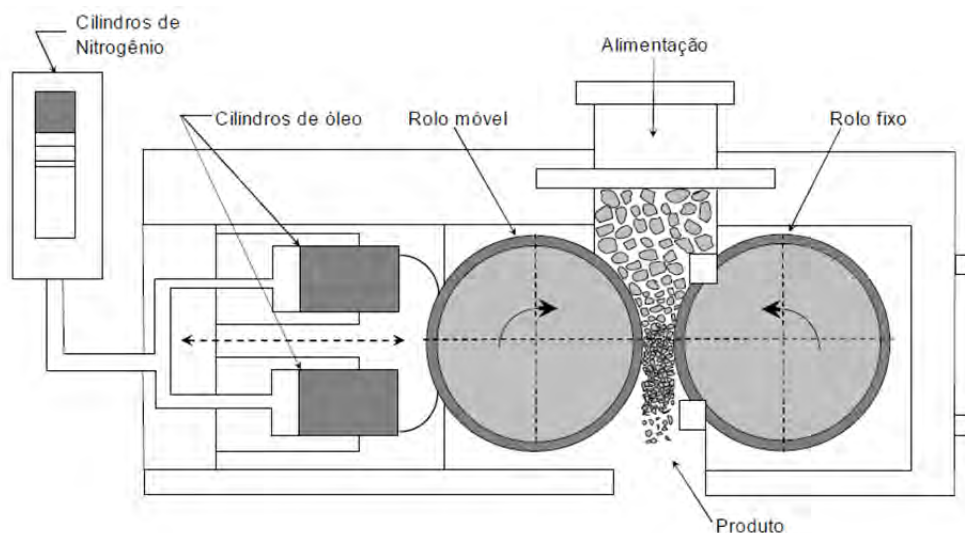


Figura 1. Seção transversal de uma prensa de rolos com sistema hidráulico e compressão do leito de partículas.⁽²⁾

O equipamento possui dois rolos que giram em sentidos opostos, sendo um rolo fixo e outro rolo móvel de forma a absorver a variação de competência do minério a ser prensado. Esta variação do vão entre os rolos, chamado de *gap*, é realizada através de um sistema hidráulico que fornece a pressão necessária ao rolo móvel de forma a manter o *gap* necessário para atingir o objetivo de redução do material processado.

O leito de partículas entre os rolos é conhecida com zona de compressão de partículas, conforme apresentado na Figura 2.

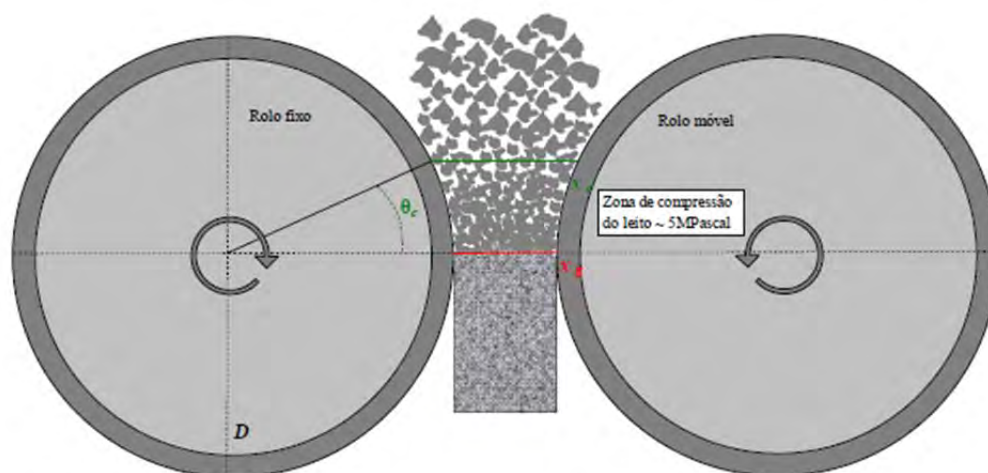


Figura 2. Zona de compressão do leito de partículas.⁽³⁾

Lubjuhn e Schönert⁽⁴⁾ afirmam que a capacidade da prensa de rolos é diretamente proporcional à velocidade tangencial dos rolos e Patzelt et al.⁽⁵⁾ afirmam que a pressão hidráulica é diretamente proporcional ao consumo de energia.

Segundo Lim e Weller,⁽⁶⁾ à medida que a velocidade dos rolos aumenta, a captura do material para a zona de compressão diminui, resultando em diminuição da capacidade do equipamento.

Alves⁽³⁾ esclarece que muitos operadores de prensas de rolos no Brasil tem utilizado o termo “pega” do material para indicar que um leito de material tem boa ou má aderência aos rolos e é facilmente puxado ou não para o espaço entre rolos. A “pega” seria a captura do material para a zona de compressão.

2 EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

As amostras foram caracterizadas com relação a distribuição granulométrica e densidades.

A Tabela 1 mostra as densidades das duas amostras testadas.

Tabela 1. Densidades e umidade das amostras de itabirito friável e compacto

Amostra	Densidade Aparente (t/m ³)	Densidade Real (t/m ³)
Compacto	2,45	3,30
Friável	2,56	3,70

A Figura 3 mostra a distribuição granulométrica das duas amostras testadas.

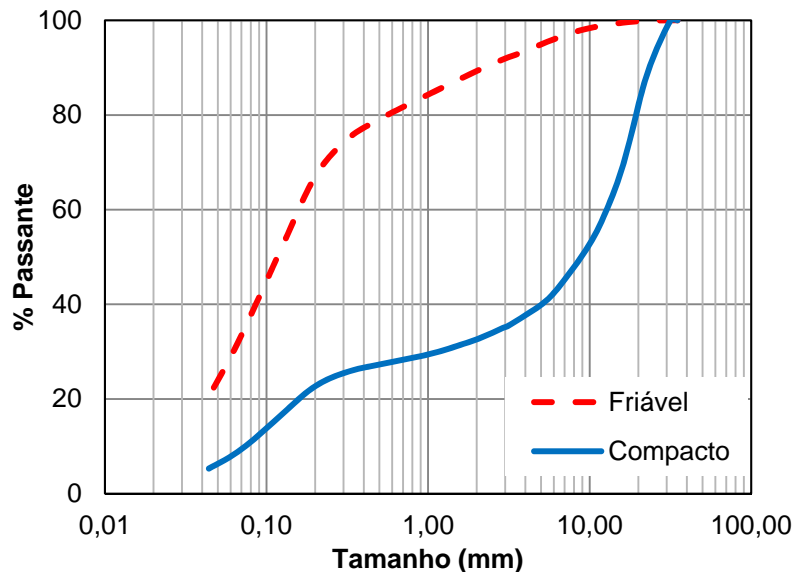


Figura 3. Distribuição granulométrica das amostras de itabirito friável e compacto

2.2 Métodos

Foram realizados três testes com cada uma das amostras. Cada teste foi realizado em passagem única, em circuito aberto e sem recirculação do material. Cada teste utilizou 150kg de material para alimentação da prensa de rolos gerando dois produtos, centro e borda. As duas amostras foram testadas praticamente sem umidade.

Os testes foram realizados com uma prensa de rolos da KHD de 0,8m de diâmetro por 0,25m de largura com velocidade do rolo fixa em 9,5rpm (velocidade periférica de 0,8m/s).

A amostra de itabirito compacto foi testada com uma abertura entre os rolos de 10mm e a amostra de itabirito friável foi testada com uma abertura entre os rolos de 5mm.

O Índice de Trabalho de Bond para moinho de bolas (BWI) foi determinado antes e depois dos testes na prensa de rolos com objetivo de verificar uma possível redução do consumo energético após prensagem do material.

A pressão específica e taxa específica foram determinadas conforme mostrado nas equações 1 e 2.

$$P = \frac{F}{D.L} \quad (1)$$

sendo:

P = pressão específica (N/mm²);

F = força (N);

D = diâmetro (m);

L = largura do rolo (m).

$$\dot{m} = \frac{Q}{D.L.V} \quad (2)$$

sendo:

\dot{m} = taxa específica (ts/hm³);

Q = vazão de sólidos (t/h);

V = velocidade periférica do rolo (m/s).

3 RESULTADOS

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados obtidos para as amostras de itabirito compacto e friável.

Tabela 2. Resultados dos testes com a amostra de itabirito compacto

Compacto	C1	C2	C3
Pressão específica (N/mm ²)	2,8	4,7	5,4
Vazão de Sólidos (t/h)	70,9	69,4	71,4
Taxa específica (ts/hm ³)	443,0	434,0	446,0
Potência Líquida (kW)	60,1	107,1	114,8
Potência Específica Líquida (kWh/t)	0,85	1,54	1,61
P_{80} (mm)	7,5	3,7	4,3

Tabela 3. Resultados dos testes com a amostra de itabirito friável

Friável	F1	F2	F3
Pressão específica (N/mm ²)	2,7	4,1	4,3
Vazão de Sólidos (t/h)	50,9	49,9	50,4
Taxa específica (ts/hm ³)	318,0	312,0	315,0
Potência Líquida (kW)	37,0	55,7	55,4
Potência Específica Líquida (kWh/t)	0,73	1,12	1,10
P_{80} (mm)	0,223	0,190	0,197

As distribuições granulométricas foram geradas a partir de uma média ponderada das distribuições granulométricas do centro e da borda da prensa. A proporção em massa do centro e da borda da prensa para a amostra de compacto foi de 63,1% e 36,9% e para a amostra de friável foi de 46,8% e 53,2%.

As Figuras 4 e 5 apresentam as distribuições granulométricas ponderadas a partir das distribuições granulométricas obtidas nos testes com as amostras de itabirito compacto e friável testadas em diferentes pressões.

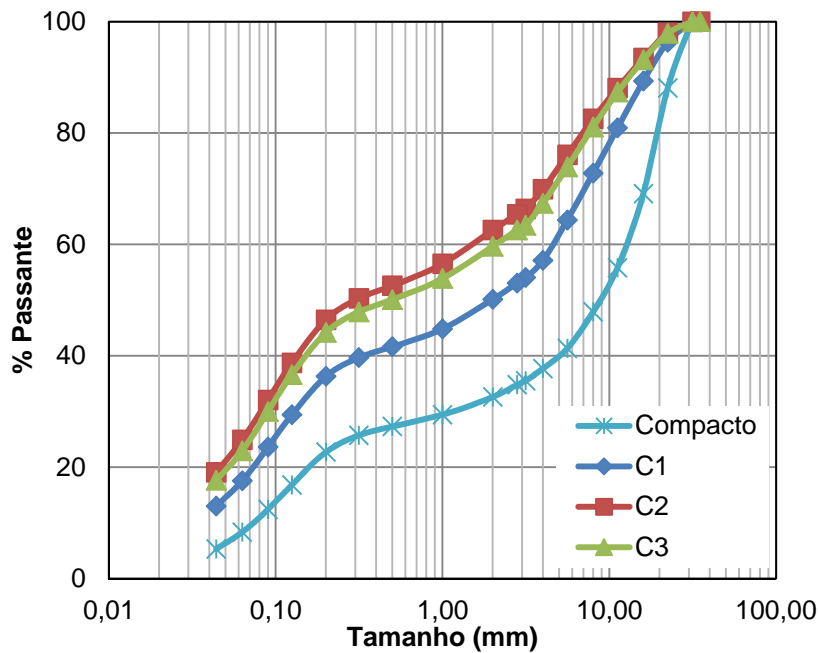


Figura 4. Distribuição granulométrica dos testes com a amostra de itabirito compacto.

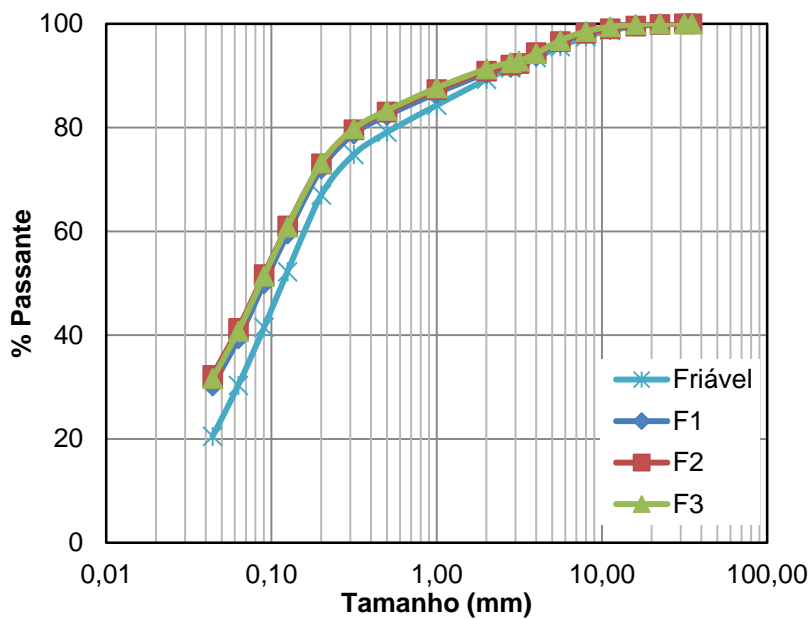


Figura 5. Distribuição granulométrica dos testes com a amostra de itabirito friável.

Após cada teste foi verificado a formação de uma camada autógena de material entre os pinos dos rolos. Esta camada tem a função de proteger os revestimentos dos rolos contra desgaste excessivo. A Figura 6 apresenta a camada autógena de material para as amostras testadas.



Figura 6. Camada autógena de material entre os pinos dos rolos para as amostras de itabirito compacto (esquerda) e itabirito friável (direita).

Houve redução do Índice de Trabalho de Bond (BWI) após a prensagem das amostras. A amostra de compacto o BWI reduziu de 7,6kWh/t para 6,6 kWh/t e a amostra de friável reduziu de 10,8kWh/t para 10,6kWh/t.

Através dos resultados obtidos nos testes foram geradas curvas de pressão específica por energia específica líquida e taxa específica, conforme mostrado nas Figuras 7 e 8.

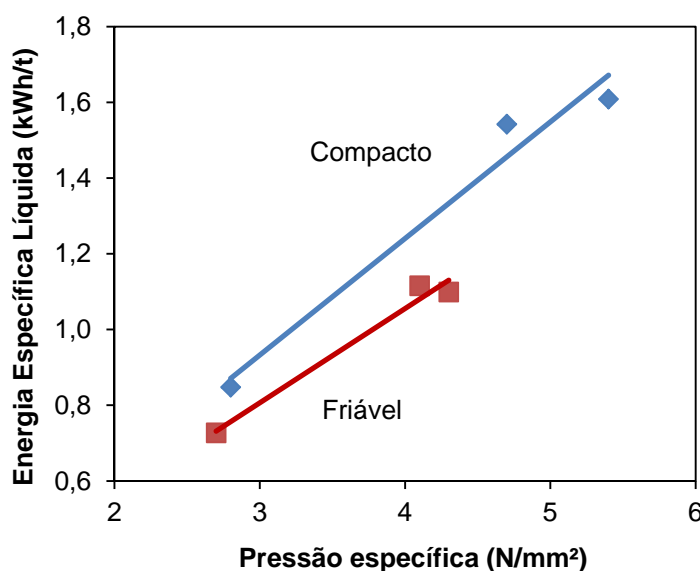


Figura 7. Energia específica líquida por pressão específica para as amostras de itabirito friável e compacto.

A Figura 7 mostra que a energia específica líquida se mostrou diretamente proporcional a pressão específica.

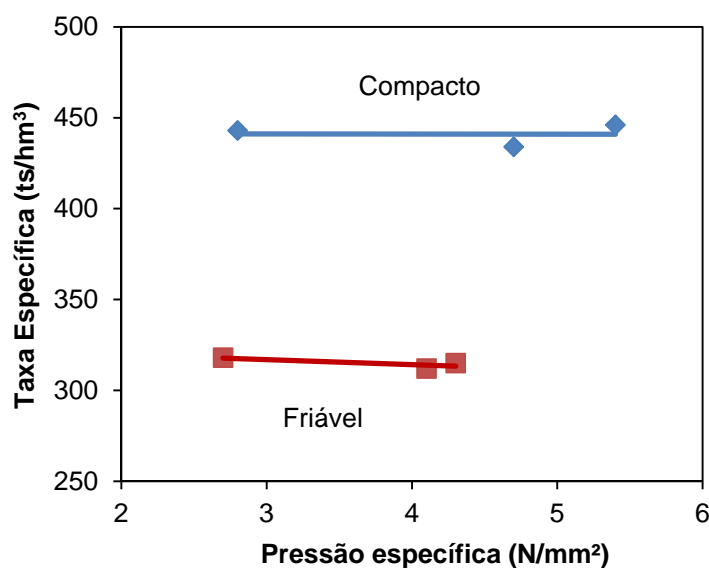


Figura 8. Taxa específica por pressão específica para as amostras de itabirito friável e compacto.

A Figura 8 mostra que a taxa específica sofreu pequena alteração com o aumento da pressão específica.

4 DISCUSSÃO

4.1 Camada Autógena de Material

A amostra de itabirito compacto não preencheu na totalidade o espaço entre os pinos dos rolos. Já a amostra de itabirito friável preencheu totalmente o espaço entre os pinos, sugerindo que materiais mais finos tenham uma camada autógena mais uniforme evitando o desgaste excessivo dos revestimentos. Portanto, é interessante que a amostra a ser prensada tenha significativa fração de finos para proteger os revestimentos dos rolos.

4.2 Redução do Índice de Trabalho de Bond (BWI)

As duas amostras testadas tiveram redução do consumo energético após prensagem. A redução no BWI foi mais significativa para a amostra de itabirito compacto. O BWI da amostra de itabirito friável é maior que da amostra de itabirito compacto. Segundo Turrer et al.⁽⁷⁾ existe a hipótese do maior BWI da amostra de itabirito friável estar relacionado com o maior tamanho dos grãos de quartzo.

4.3 Energia Específica e Taxa Específica

Para as duas amostras o aumento da pressão implicou em aumento de energia. Já a taxa específica altera-se pouco com o aumento da pressão específica. Portanto, pode-se dizer que a partir de um determinado nível de pressão não se obtém maior capacidade, porém tem-se maior gasto de energia.

4.4 Umidade

Os resultados de testes anteriores indicam que a capacidade específica diminui cerca de 10% para uma umidade de 9%.⁽¹⁾ As duas amostras foram testadas praticamente sem umidade. Assim, os valores das taxas específicas na prensa de rolos industrial serão ligeiramente menores que os encontrados nos testes realizados.

5 CONCLUSÃO

Os resultados indicaram baixo consumo específico de energia da prensa de rolos para as amostras estudadas, confirmando assim a eficiência deste equipamento nesta aplicação. A amostra de itabirito compacto apresentou 13% de redução do BWI após prensagem. Estudos detalhados se fazem necessários para explicar o maior consumo energético (BWI) para a amostra de itabirito friável, visto que esta amostra possui maior quantidade de finos se comparada com a amostra de itabirito compacto.

REFERÊNCIAS

- 1 RIBEIRO, F.S., RUSSO, J.F.C., COSTA, T. Aplicação de prensas de rolos em minério de ferro, REM – Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, pp. 399-404, 2010.
- 2 NAPIER-MUNN, T.J., MORREL, S., MORRISON, R.D., KOJOVIC, T. Mineral Comminution Circuits: Their Operation and Optimization, JKMRRC, 1996.
- 3 ALVES, V.K. Metodologia para Simulação e Escalonamento de Prensas de Rolos, Tese de Doutorado, Belo Horizonte, CPGEM – UFMG, 2012.
- 4 LUBJUHN, U. AND SCHÖNERT, K. Material Flow in the Acceleration Zone and Throughput of High Pressure Roller Mills, XVIII International Mineral processing Congress, Sydney, Australia, pp. 161-168, 1993.
- 5 PATZELT, N., KLYMOWSKY, R., BURCHARDT, E. AND KNECHT, J. High pressure grinding rolls in AG/SAG mill circuits – the next step in the evolution of grinding plants for the new millennium, SAG 2001. University of British Columbia, Vancouver, Canada, pp. 107-123, 2001.
- 6 LIM, W.I.L. AND WELLER, K.R. Modelling of throughput high pressure grinding rolls, XX International Mineral Processing Congress, Aachen, Germany, pp. 173- 184, 1997.
- 7 TURRER, H.D.G, SAWASATO, E.Y., GUIMARÃES, F.R., MAGALHÃES, C.R., DIAS, G.S., RUSSO, J.C., MAZZINGHY, D.B. Avaliação do consumo energético na moagem de dois diferentes tipos litológicos da Serra do Sapo, Submetido: 43° Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-Primas - ABM, Belo Horizonte, 2013.