

A IMPORTÂNCIA DA RECARACTERIZAÇÃO MINERAL PARA ADEQUAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS OPERACIONAIS DA PLANTA *

Júlio Cesar Figueiredo de Almeida¹

Boris Volavicius²

Ana Soares³

Bruno Pontes⁴

Octávio Karf⁵

Rodrigo Sales⁶

Fernando Bicalho⁷

Resumo

Os desafios operacionais em uma planta de processamento mineral são muitos e conhecer o próprio minério é fundamental para suportar as decisões que irão superar boa parte desses desafios. Identificar as principais características físicas e demais propriedades da rocha é possível através da Caracterização Mineral. Esse processo é realizado com métodos e equipamentos específicos, em que é possível conhecer parâmetros do minério como abrasividade, dureza e resistência a impacto, e assim entender como será o comportamento da planta ao processar minérios com diferentes características. Muitas vezes, as informações disponíveis sobre os parâmetros físicos dos minérios processados foram geradas na etapa inicial da concepção da planta ou são dados antigos. Com o avanço da mina ao longo da exploração, esses parâmetros tendem a sofrer variações, surgindo assim a necessidade de caracterizar novamente o minério e readequar as estratégias operacionais da planta para essa nova realidade.

Para tal, um estudo foi conduzido para comparar resultados de testes de Wi de Bolas, Abrasão de Bond e SMC® Test de amostras que alimentavam a planta sete anos atrás, com resultados de testes com o minério que alimenta a planta atualmente. Esse trabalho apresenta de maneira construtiva a importância de realizar a recaracterização mineral, obtendo assim dados atuais sobre os parâmetros do minério, tornando então possível a revisão e adequação das estratégias operacionais da planta de acordo com as características do material que será processado. Os testes de laboratório foram conduzidos no Centro de Teste da Metso Sorocaba com as amostras provenientes de uma mina de ouro do Brasil.

Palavras-chave: Caracterização Mineral; Recaracterização Mineral; Centro de Testes Metso; WI de Bond; SMC®; Abrasão de Bond.

THE IMPORTANCE OF MINERAL RECHARACTERIZATION FOR OPERATING STRATEGIES ADJUSTMENT ON THE PLANT

Abstract

The operational challenges in a mineral processing plant are several and it is important to know the ore to support the decisions that will overcome many of these challenges. The identification of the main physical characteristics and other properties of the rock is possible through the Mineral Characterization. This process is performed with specific methods and equipment, in which it is possible to know ore parameters such as abrasiveness, hardness and impact resistance, and thus understand the behavior of the plant when processing ores with different characteristics. Most of the time, the information available on the physical parameters

of the processed ores was generated at the initial stage of plant design or is old data. Throughout the progression of the mine, these parameters tend to undergo variations that lead to the need to re-characterize the ore in order to adjust the operating strategies on the plant for the new conditions. To this end, a study was conducted to compare the results of Bond Ball Work Index, Bond Abrasion and SMC® tests of feed samples of the plant seven years ago with results of tests with the ore that currently feeds the plant. This work presents in a constructive way the importance of performing the mineral recharacterization, thus obtaining current data on the parameters of the ore and making it possible to review and adapt the operational strategies of the plant according to the characteristics of the material that will be processed. Laboratory tests were conducted at the Metso Sorocaba Test Center with samples from a gold mine in Brazil.

Keywords: Mineral Characterization; Mineral Recharacterization; Metso Sorocaba Test Center; Bond Ball Work Index; SMC® Test; Bond Abrasion Test.

- ¹ *Engenheiro de Produção, Bacharelado, Engenheiro de Processos, Process Optimisation, Metso, Sorocaba, SP, Brasil.*
- ² *Engenheiro de Controle e Automação, bacharelado, MBA, Gerente de Otimização de Processos, Process Optimisation, Metso, Sorocaba, SP, Brasil.*
- ³ *Engenheira de Minas, mestrado, Engenheira de Processos, Process Optimisation, Metso, Sorocaba, SP, Brasil.*
- ⁴ *Técnico em Mineração, Técnico, Técnico de Laboratório, Process Optimisation, Metso, Sorocaba, SP, Brasil.*
- ⁵ *Técnico em Mineração, Técnico, Técnico de Laboratório, Process Optimisation, Metso, Sorocaba, SP, Brasil.*
- ⁶ *Engenheiro de Controle e Automação, bacharelado, Engenheiro de Produto, Process Optimisation, Metso, Sorocaba, SP, Brasil.*
- ⁷ *Engenheiro de Automação-Computação, mestrado, Engenheiro de Produto, Process Optimisation, Metso, Sorocaba, SP, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Os desafios operacionais em uma planta de processamento mineral são muitos e conhecer o próprio minério é fundamental para suportar as decisões que irão superar boa parte desses desafios. Identificar as principais características físicas e demais propriedades da rocha é possível através da Caracterização Mineral. Esse processo é realizado com métodos e equipamentos específicos, em que é possível conhecer parâmetros do minério como abrasividade, dureza e resistência a impacto, e assim entender como será o comportamento da planta ao processar minérios com diferentes características.

A caracterização mineral é importante para os minérios que estão em áreas da mina que não foram exploradas, quanto para minérios que estão em áreas que são exploradas há muito tempo.

Muitas vezes, as informações disponíveis sobre os parâmetros físicos dos minérios processados foram geradas na etapa inicial da concepção da planta ou são dados antigos. Com o avanço da mina ao longo da exploração, esses parâmetros tendem a sofrer variações, surgindo assim a necessidade de caracterizar novamente o minério e readequar as estratégias operacionais da planta para essa nova realidade. Para tal compreensão, um estudo foi conduzido para analisar resultados de testes de Wi de Bolas, Abrasão de Bond e SMC® Test de amostras que alimentavam uma planta de ouro no Brasil sete anos atrás, com resultados de testes com o minério que alimenta essa mesma planta atualmente.

Essa análise comparativa entre resultados gerados em diferentes momentos da exploração da mina, busca desenvolver de maneira construtiva, a reflexão sobre a importância de realizar a recharacterização mineral.

Os testes de laboratório foram conduzidos no ano de 2010 e 2017 no Centro de Testes da Metso Sorocaba. Apesar dos testes serem realizados com amostras coletadas em momentos diferentes da exploração, ambas as amostras foram originalmente classificadas como o material que alimentava a planta, onde conforme indicado pelo cliente, as amostras são provenientes de uma mesma região.

Devido a autorização parcial de divulgação dos dados e resultados gerados na campanha de testes de 2010 e 2017 por parte do cliente, esse estudo apresenta como objeto de comparação a diferença em porcentagem (%) entre os resultados gerados.

2 CAMPANHA DE TESTES E MÉTODOS

Com a finalidade de identificar importantes parâmetros de cominuição de um determinado minério, o cliente solicitou à Metso a realização de duas campanhas de testes.

As campanhas de testes foram conduzidas no ano de 2010 e 2017. Para o ano de 2010, a campanha considerou análises em 14 amostras diferentes. Para o ano de 2017 a campanha considerou análises em 10 amostras diferentes. Ambas as campanhas consideraram a realização dos mesmos testes: Bond Ball Mill Work Index (Wi de Bolas - BWI), Abrasão de Bond (Ai de Bond) e SMC® Test.

Os testes considerados em ambas as campanhas seguem descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Testes conduzidos nas campanhas de 2010 e 2017

Campanha (ano)	Testes e Quantidades		
	BWI	Ai de Bond	SMC® Test
2010	14	14	14
2017	10	10	10

2.1 Testes de Abrasão – Ai de Bond

Bond (1963) destaca a importância de entender que altos custos operacionais podem ser gerados pela abrasão de um determinado minério durante o processamento mineral, principalmente no estágio de moagem.

O Abrasion Test (Ai de Bond), foi desenvolvido pela Allis-Chalmers com a finalidade de estimar o desgaste de metais e demais elementos de desgastes em equipamentos de britagem/moagem durante o processamento de determinado minério.

O teste de Índice de Abrasão de Bond determina o índice de abrasão (Ai), que usualmente é utilizado para estimar o desgaste de revestimentos, corpos moedores, e demais elementos de desgaste, em função da energia consumida considerando diferentes condições operacionais. Ou seja, para possibilitar o uso prático do Ai, Bond conduziu estudos de desgaste de peças como: mandíbulas, mantos, bolas, barras, revestimentos de moinhos, em função do índice de abrasão, determinando a relação entre desgaste de peças, em função da energia aplicada (Metso, 2005).

O teste é efetuado em pequeno tambor rotativo com um rotor concêntrico no seu interior, onde é fixada uma placa de aço padrão. O objetivo é desgastar a placa, acionando o tambor e o rotor juntamente com a amostra. O índice de abrasão é numericamente igual ao peso em gramas (g) perdido pela placa (Metso, 2005).

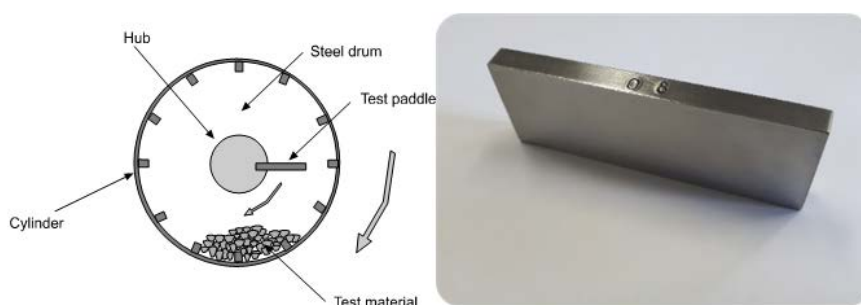


Figura 1. Exemplo de equipamento e placa utilizada no teste de Abrasão de Bond (Imagem cedida pela Metso, 2018)

2.1 SMC® Test

O SMC® Test é um teste de laboratório que fornece uma série de informações sobre as características de quebra da rocha para uso na indústria de processamento mineral. O SMC Test® foi desenvolvido para fornecer uma gama de parâmetros de cominuição úteis através da quebra altamente controlada de partículas. O SMC® Test foi desenvolvido pelo Dr. Steve Morrell como um meio econômico de fornecer dados precisos sobre as características de quebra de rochas que podem ser usadas para uma variedade de propósitos incluindo projeto e otimização de

circuito de cominuição, dimensionamento de circuitos de moagem, modelagem geometalúrgica, estudos Mine-to-Mill, etc (JKTECH, 2018).

Os resultados da realização do SMC Test® são utilizados para determinar o chamado índice de queda de peso (DWi), que é uma medida de resistência da rocha. Entre outros dados, o teste também gera os parâmetros de quebra da rocha A, b e Ta. Os parâmetros A e b são associados à resistência do minério ao impacto e o parâmetro Ta é associado à abrasão do minério.

Esses valores podem ser usados para simular circuitos de britagem e moagem usando o simulador da JKTech – JKSimMet.

O equipamento utilizado para realizar o teste é chamado de DropWeightTester, onde o princípio de funcionamento é elevar o peso até uma dada altura, o que lhe confere uma determinada energia potencial que, após a liberação, converte-se em energia de movimento, aplicando um impacto de encontro à partícula a ser testada. As partículas são distribuídas em lotes, testados com diferentes energias. Testes granulométricos e análises adicionais são realizadas após a fase de quebra das partículas.

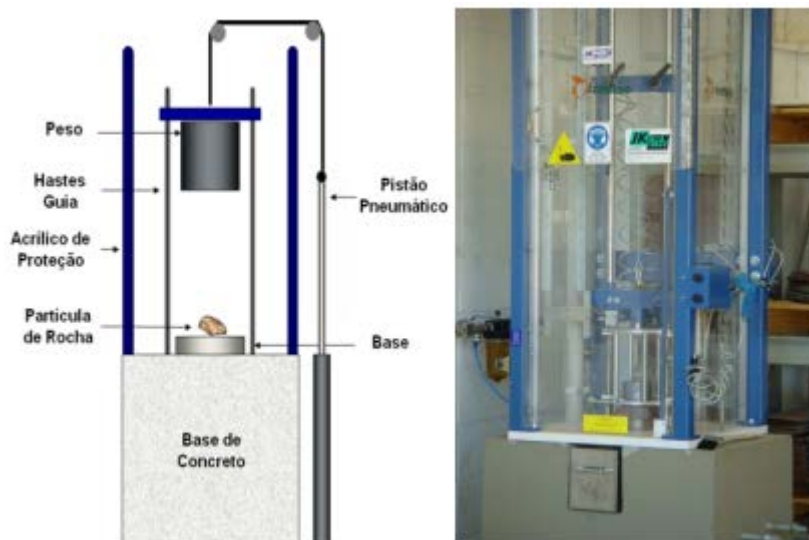


Figura 2. DropWeightTester do JKTech na Metso Sorocaba (Imagem cedida pela Metso, 2018)

2.3 Bond Ball Work Index (Wi de Bolas)

O Work Index de Bond foi desenvolvido por Fred C. Bond. O WI de Bond mede a resistência do material à cominuição e esse índice é utilizado para determinar a potência de moagem requerida para uma determinada taxa de produção em circuitos de moinhos de bolas (Work Index de bolas). Este teste é realizado em circuito fechado com uma peneira de laboratório.

O moinho de bolas onde o teste é realizado, tem cantos arredondados, com dimensões e a carga de bolas padronizadas. O moinho trabalha com a velocidade fixa de 70 RPM.



Figura 3.Exemplos de Moinhos utilizados no teste de Wi de Bond (Imagem cedida pela Metso, 2018)

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados dos testes de SMC®, Wi de Bolas e Ai de Bond obtidos na campanha de 2010 foram comparados com os resultados gerados na campanha de 2017.

O resultado do A*b foi usado como referência para a comparação entre os testes de SMC®. Para o teste de Wi de bolas, o resultado final em KWh/t gerado no teste foi utilizado como referência para comparação. Para o teste de Ai, o resultado gerado em (g) foi utilizado como comparação dos resultados entre as campanhas.

Após tratamento estatístico dos dados, foi gerada uma média aritmética para encontrar os valores representativos para cada teste. O método ANOVA foi utilizado e os resultados gerados comprovaram a diferença entre as médias nas comparações realizadas entre os grupos.

Devido a não autorização integral por parte do cliente dos dados e resultados gerados nas campanhas, esse estudo apresenta como objeto de comparação o aumento em porcentagem (%) entre os resultados gerados na campanha de 2017 em relação aos resultados gerados na campanha de 2010.

Os resultados de WI de Bolas obtidos na campanha de 2017 apresentaram-se 73,66% maiores em relação aos resultados na campanha de 2010, indicando um importante aumento de resistência à cominuição no minério processado atualmente na planta.

Para os resultados de SMC® Test gerados nos testes de 2017, observa-se um aumento de 39,71% nos parâmetros de impacto A*b em comparação aos resultados gerados na campanha anterior. Os parâmetros A e b são associados à resistência do minério ao impacto, e portanto esse acréscimo indica um significativo aumento da resistência do minério a esse mecanismo de fragmentação.

Os resultados de Ai gerados na campanha de 2017 se mostraram somente 0,98% maiores que os resultados gerados na campanha de 2010, indicando que o nível de abrasividade do minério se manteve praticamente o mesmo.

A tabela 2 apresenta resumidamente os resultados comparados entre as campanhas.

Tabela 2. Aumento em porcentagem (%) entre os resultados gerados na campanha de 2017 comparados aos resultados gerados na campanha de 2010

Resultados gerados na campanha de 2017		
Wi de Bolas KWh/t)	SMC® Teste (Axb)	Ai de Bond (g)
↑73,66 %	↑39,71%	↑ 0,98%

3 CONCLUSÃO

Os resultados comparados apresentaram importantes diferenças entre si.

Apesar do índice abrasividade não apresentar significativa diferença quando comparado ao material testado em 2010, os resultados gerados na campanha de 2017 mostraram que o minério que alimenta a planta atualmente é mais competente que o minério testado no passado.

Importante destacar que diferenças tão expressivas entre as características físicas dos minérios testados no ano de 2010 e 2017 geravam uma série de incompreensões relacionadas ao comportamento e previsão da planta, uma vez que a operação acreditava que as alterações nas características dos minérios ao longo da vida útil da mina não fossem tão significativas e que desempenho operacionais abaixo do esperado estavam sendo causados na maioria das vezes por questões relacionadas aos equipamentos.

A comparação entre os resultados gerados pelos testes conduzidos em diferentes momentos da exploração indica que determinadas características dos minérios podem alterar significativamente ao longo da vida útil da operação.

Compreender essas possíveis alterações nas propriedades físicas dos minérios sinalizam a necessidade técnica de conduzir testes de caracterização com maior periodicidade.

Esse trabalho descreve de maneira construtiva a importância de realizar a recharacterização mineral, obtendo assim dados atuais sobre os parâmetros do minério, tornando então possível a revisão e adequação das estratégias operacionais da planta de acordo com as características do material que será processado.

REFERÊNCIAS

- 1 BOND F. C, "Metal Wear in Crushing and Grinding", Allis-Chalmers Publication 07P1701, Dec 1963.
- 2 JKTECH, "Specialised Tools and Cutting Edge Technology to Gain Competitive Advantage"
- 3 acesso em 10 de maio de 2018. Disponível em <https://jktech.com.au/sites/default/files/JKTech%20Testing%20%26%20Software%202017%20-%20FINAL%20091117%20%28web%29.pdf>
- 4 METSO, "Manual de Britagem e Peneiramento", 6ª Edição, pp13-7, 2005.