

GEOMETALURGIA DOS FINOS DA USINA DE FÁBRICA¹

Eunírio Zanetti Fernandes²

Resumo

A curva granulométrica da fração abaixo de 0,5 mm apresenta uma forte influência nos valores dos índices de moabilidade do produto pellet feed da Usina de Fábrica. Quanto maior o percentual da fração >0,105 mm, maior o índice de moabilidade e quanto maior o percentual da fração <0,025 mm, menor o índice de moabilidade. Quanto mais elevado o percentual do mineral hematita martítica, maior o índice de moabilidade e com o aumento dos percentuais de hematita lamelar, hematita especular, granular e sinuosa, os índices de moabilidade são menores. Não foram identificadas correlações significativas com o mineral goethita. Quanto mais elevados os valores da perda por calcinação, o índice de moabilidade tende a ser mais elevado. Adquire importância o conhecimento e a influência das variáveis granulométricas, mineralógicas e a perda por calcinação nos índices de moabilidade dos finos de Fábrica, impactando fortemente na produtividade da Usina de Pelotização.

Palavras-chave: Granulometria; Moabilidade; Mineralogia; Calcinar.

FINE'S GEOMETALLURGY OF FABRIC'S PLANT

Abstract

The granulomeric curve of fraction under 0,5 mm presents a strong influence in the values of grindability indexes of product pellet feed of Fabrica Plant. How much higher the percentage of fraction >0,105 mm, higher the grindability index and how much higher the percentage of fraction <0,025 mm, lesser the grindability index. How much raised the percentage of hematite martite mineral, higher the grindability index and with raise of percentages of lamellar hematite, specular hematite, granular and sinuous, the grindability indexes are lesser. It wasn't identify meaningful correlations with goethite mineral. How much elevated the values of lost of ignition, the grindability index tend to be higher. Acquire importance the knowledge and the influence of granulometric variables, mineralogics and the lost of ignition in the grindability indexes of Fabrica's fines, strongly impaction in the productivity of Pelletizing Plant.

Key words: Granulometry; Grindability; Mineralogy; Calcine.

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 *Geólogo, Gerente de Planejamento de Curto Prazo do Complexo Itabirito do Sistema Sul da Vale, Mestrado e Doutorado em Eng. Met. e Minas pela Escola de Engenharia da UFMG.*

1 INTRODUÇÃO

O minério de ferro das Minas do Complexo de Fábrica, do Sistema Sul da Vale, situadas no município de Congonhas e Ouro Preto, é beneficiado em uma Usina que concentra por separação magnética a fração abaixo de 0,5 mm. O produto gerado pode ser comercializado como concentrado de pellet feed, com teor médio de ferro de 66 a 66,5%, ou pelletizado para alto-forno na Usina existente no local, agregando valor significativo ao produto final. Com o objetivo principal de avaliar a influência da granulometria, mineralogia e perda por calcinação na moagem, considerada como uma fase muito importante antes da pelletização foi feito um trabalho piloto com os finos da alimentação do sistema de moagem da pelletização, na fração <0,5 mm, enfatizando as correlações granulométricas, mineralógicas e perda por calcinação, com o índice de moabilidade.

No período de 2003 a 2005 foi feito um trabalho de caracterização mineralógica nas Minas de Fábrica,⁽¹⁾ definindo um zoneamento mineralógico nas Minas de João Pereira e Segredo. Também foi feito um trabalho de caracterização geometalúrgica na Mina Fábrica Nova,⁽²⁾ envolvendo as frações dos granulados, sinter feed e pellet feed, tendo sido definidas 17 tipologias de minério, com diferentes comportamentos nos processos. Em 2005 foi feito um trabalho interno de modelamento das características geometalúrgicas, com foco em mineralogia, das minas do Sistema Sul e Sudeste da Vale.⁽³⁾ Também é relevante o trabalho de caracterização do pellet feed da Mina de Brucutu, destinado para redução direta.⁽⁴⁾

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas 114 amostras, correspondentes a intervalos de 12 horas de produção e alimentação do sistema de moagem, com peso mínimo final de 60 kg, incrementos a cada 30 minutos, utilizando amostradores automáticos e com base na norma NBR ISO 3082 (2003),⁽⁵⁾ incluindo a preparação para ensaios químicos, físicos e mineralógicos. A mineralogia foi descrita usando microscopia ótica e os ensaios dos índices de moabilidades foram feitos de acordo com o padrão da Vale (PRO 502).⁽⁶⁾

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição granulométrica média das amostras da alimentação da moagem, encontra-se sumarizada na Figura 1, com predomínio das frações <0,025 mm e >0,105 mm.

O coeficiente de correlação entre o percentual da fração mais grosseira, acima de 0,105 mm é de 0,6129, mostrando uma relação direta entre as duas variáveis, mostrado na Figura 2 Quanto maior o percentual da fração >0,105 mm, maior o índice de moabilidade.

A correlação da fração <0,105 >0,045 mm é muito baixa, mas mostra uma tendência de inversão, onde a correlação é inversamente proporcional, conforme Figura 3.

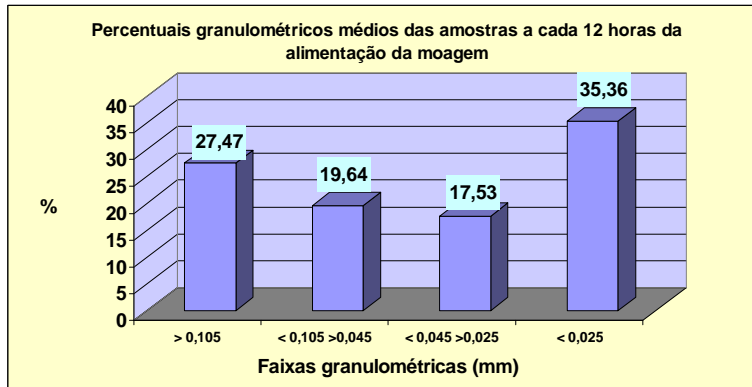


Figura 1. Distribuição granulométrica média das amostras de pellet feed, amostradas na alimentação da moagem.

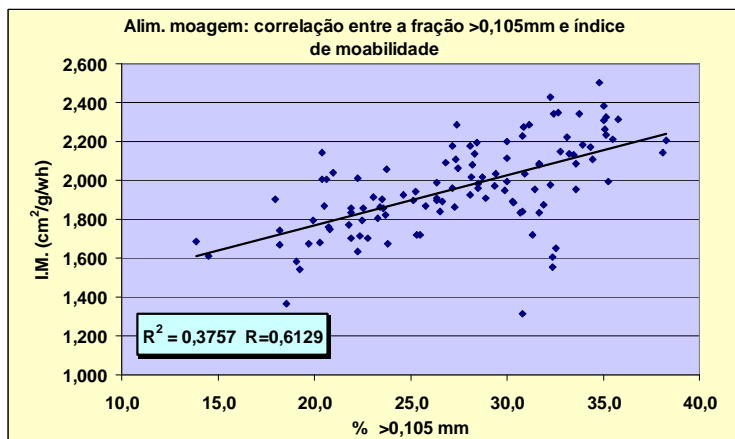


Figura 2. Correlação entre a fração >0,105 mm e o índice de moabilidade.

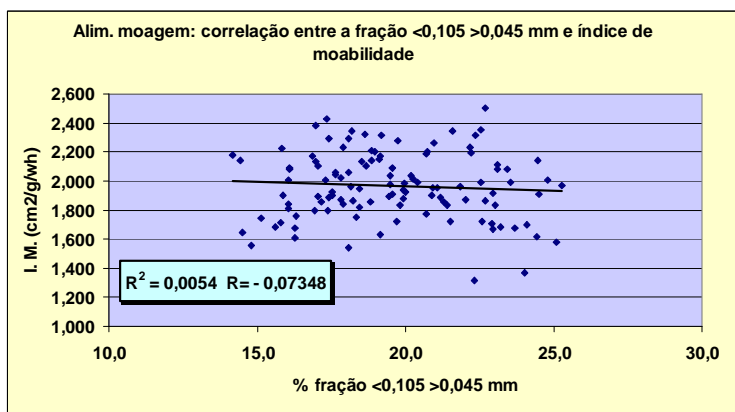


Figura 3. Correlação entre a fração <0,105 >0,045 mm e o índice de moabilidade.

Na fração <0,045 >0,025 mm, a correlação com o índice de moabilidade é um pouco mais alta, em relação à fração anterior, acentuando a correlação inversa, conforme a redução do tamanho das partículas (Figura 4).

A Figura 5 demonstra claramente a relação inversa entre os percentuais granulométricos mais finos (fração <0,025 mm) e o índice de moabilidade, sendo o coeficiente de correlação -0,4376. Quanto mais elevado o percentual de material mais fino, especialmente na fração <0,025 mm, menor o índice de moabilidade. A correlação entre moabilidade e superfície específica, confirma a inversão da correlação, conforme Figura 6, com coeficiente de correlação -0,3910.

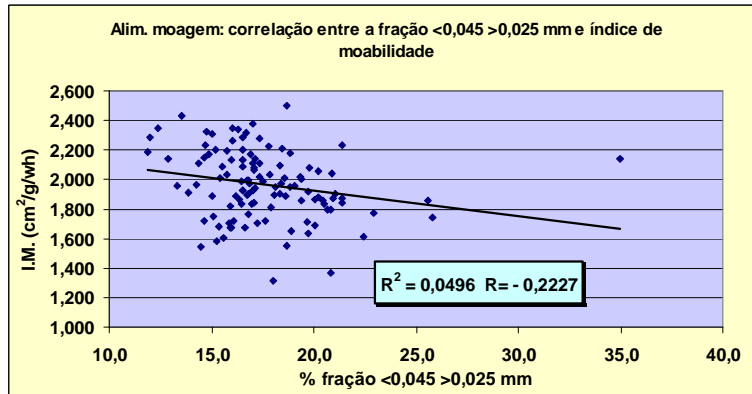


Figura 4. Correlação entre a fração <0,045 >0,025 mm e o índice de moabilidade.

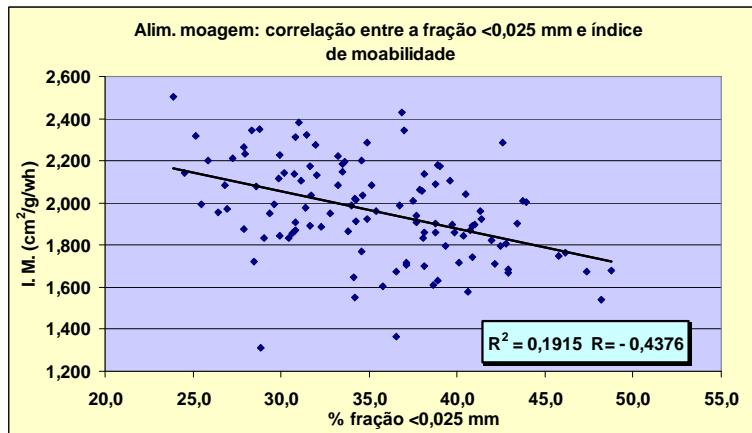


Figura 5. Correlação entre a fração <0,025 mm e o índice de moabilidade.

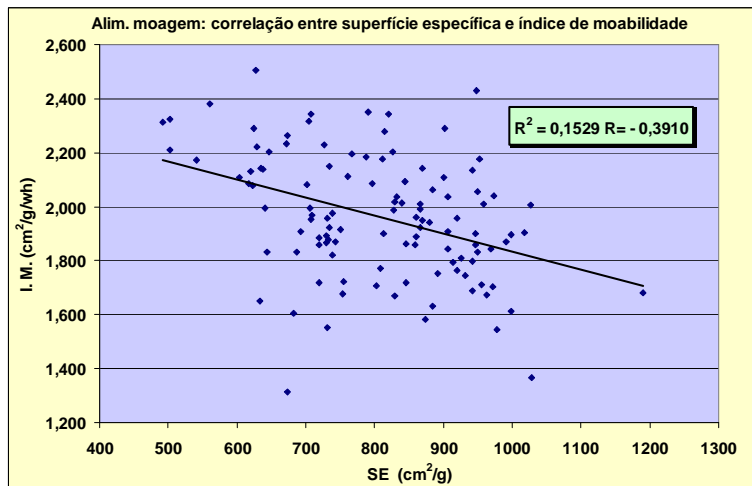


Figura 6. Correlação entre superfície específica e o índice de moabilidade.

A correlação entre moabilidade e perda por calcinação é positiva, sendo variáveis diretamente proporcionais nos minérios de Fábrica (Figura 7). Os minérios mais alterados, com grau de hidratação mais elevado, apresentam índices de moabilidade mais altos.

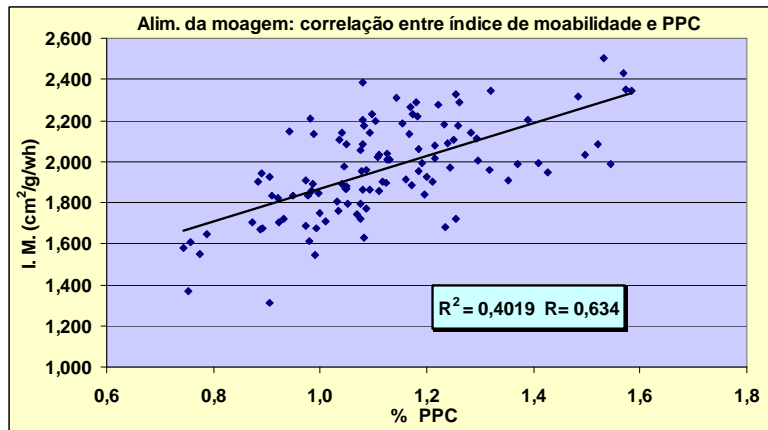


Figura 7. Correlação entre perda por calcinação e o índice de moabilidade.

Em termos mineralógicos, o índice de moabilidade apresenta correlação positiva com a hematita martítica (coeficiente de correlação 0,6309), demonstrando que minérios com percentuais mais altos de martita, são mais susceptíveis à moabilidade, provavelmente por ser uma mineral mais poroso, com uma fragilidade maior (Figura 8).

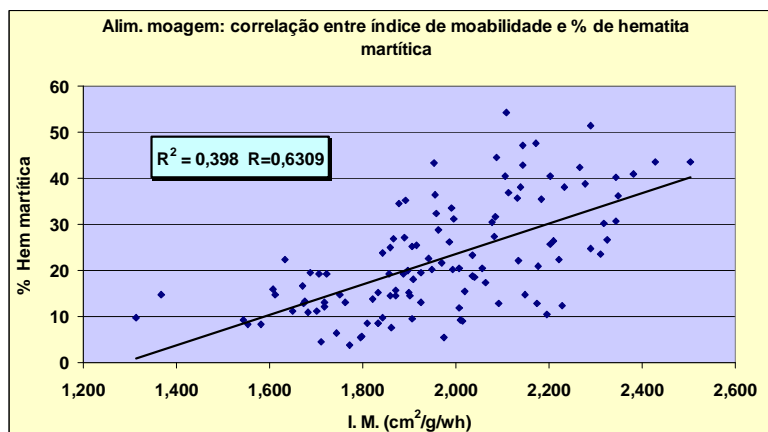


Figura 8. Correlação entre hematita martítica e o índice de moabilidade.

A goethita apresenta um baixo coeficiente de correlação positivo, com relação ao índice de moabilidade (0,095), demonstrando que o índice de moabilidade não é muito afetado pelo percentual de goethita (Figura 9).

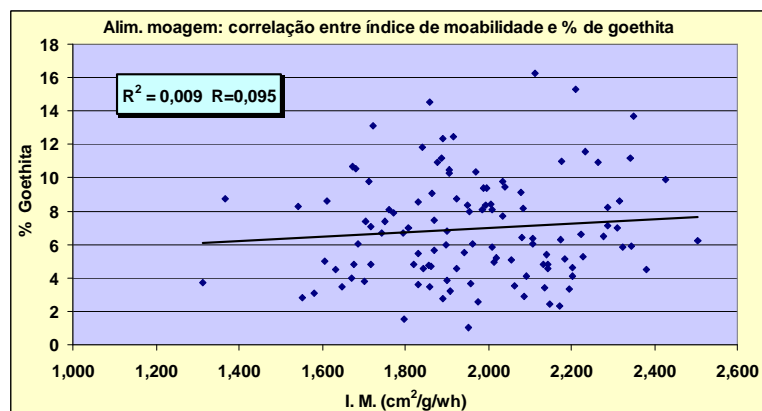


Figura 9. Correlação entre goethita e o índice de moabilidade.

Os minerais hematita especular e lamelar apresentam formatos achatados e alongados e os resultados dos coeficientes de correlação com os índices de moabilidade são baixos, mas inversamente proporcionais (-0,2631:hematita especular e -0,2520:hematita lamelar). Quanto maior o percentual desses minerais, maior dificuldade na moagem, mesmo com uma correlação baixa (Figuras 10 e 11).

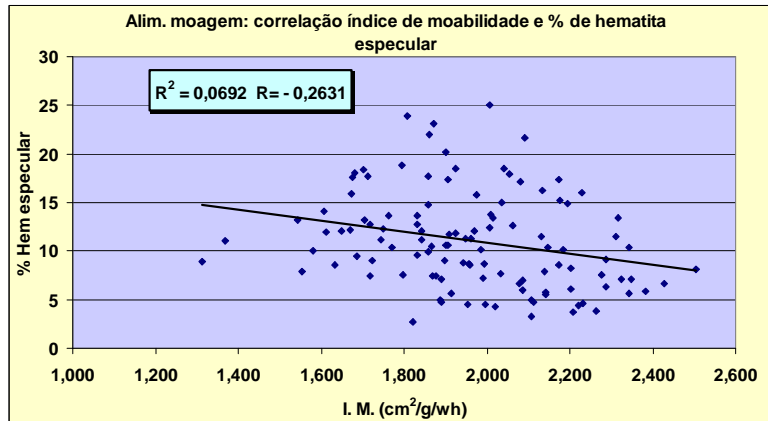


Figura 10. Correlação entre hematita especular e o índice de moabilidade.

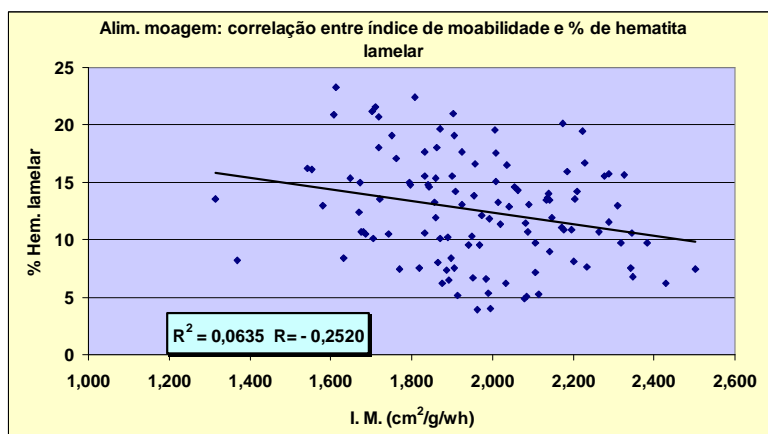


Figura 11. Correlação entre hematita lamelar e o índice de moabilidade.

As hematitas granulares e sinuosas apresentam uma correlação negativa (relação inversa) mais elevada que os minerais lamelares e especulares, com coeficientes de correlações de -0,3121 e -0,4442, respectivamente. São minerais com grau de cristalização mais definido, formato mais regular dos grãos (relação comprimento/largura <2), sendo que estas características conduzem a uma resistência mecânica maior, demonstrada na correlação com o índice de moabilidade (Figuras 12 e 13).

Um produto que apresenta percentuais elevados de hematitas granulares e sinuosas haverá dificuldades operacionais no circuito de moagem, enquanto um produto com percentuais maiores de martita haverá um melhor desempenho na moagem. Altos percentuais de minerais lamelares e especulares, terão efeito negativo na moagem, mas menores que os minerais granulares e sinuosos. Aparentemente, a presença da goethita tem baixa influência no desempenho da moagem.

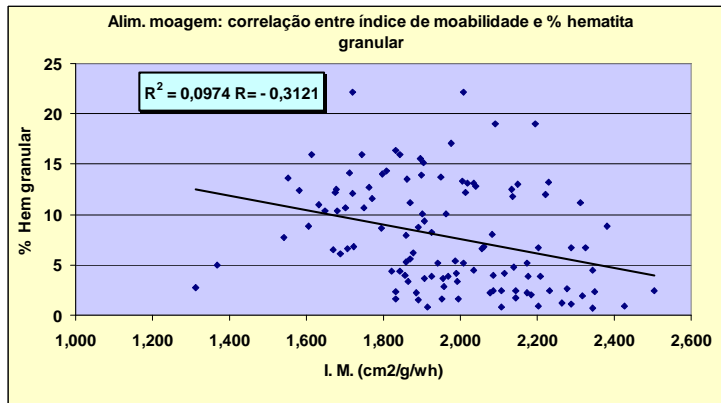


Figura 12. Correlação entre hematita granular e o índice de moabilidade.

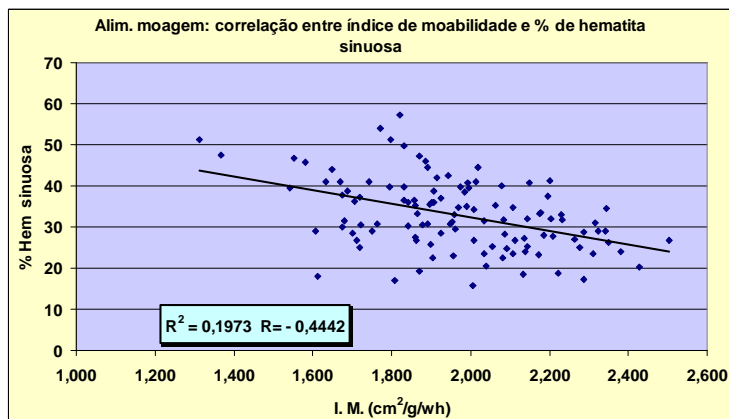


Figura 13. Correlação entre hematita sinuosa e o índice de moabilidade.

4 CONCLUSÕES

A granulometria do produto *pellet feed* tem uma forte influência no índice de moabilidade nas Minas de Fábrica. Os produtos mais grosseiros apresentam índices de moabilidade mais altos e minérios mais finos apresentam menores índices de moabilidade.

A correlação entre perda por calcinação e índice de moabilidade é diretamente proporcional. Os produtos com PPC mais altos, são moídos com maior facilidade, pelo grau de alteração dos minerais que compõem a assembléia mineralógica.

Em termos mineralógicos, produtos mais martíticos apresentam índices de moabilidade mais altos e os produtos com percentuais altos de minerais lamelares, especulares, granulares e sinuosos, os índices de moabilidade são menores. Os percentuais de goethita mostram uma fraca correlação positiva com o índice de moabilidade.

5 TRABALHOS FUTUROS

Os resultados apresentados são relativos a um trabalho piloto nos finos de Fábrica, buscando parâmetros técnicos orientativos para iniciar um estudo com os tipos de minérios nas minas e criação de um banco de dados tecnológico no Complexo das Minas de Itabirito, incluindo Fábrica e Pico. Com as informações técnicas dos tipos de minérios, haverá maior previsibilidade do comportamento dos produtos nos processos das Usinas de Tratamento e Pelotização.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais a Vale, Diretoria de Ferrosos Sul e a ABM, pela oportunidade de apresentar o trabalho e contribuir com o 10^o Simpósio de Minério de Ferro.

REFERÊNCIAS

- 1 Graça, L. M., Lordão, R. C., Roldão, D. G. Domínios Mineralógicos na Superfície das Minas de Fábrica. VII Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro, 12 a 15 de setembro 2006, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
- 2 Ferreira, A. D., Lima, M. P., Ribeiro, V. Caracterização Geometalúrgica da Mina de Fábrica Nova. VIII Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro, setembro 2007, Salvador, Bahia, Brasil.
- 3 Vidigal, M. Seminário de Processo Mineral e Desenvolvimento de Ferrosos DIFS. Seminário Interno da Vale, 2005, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- 4 Dutra, E. R., Kaneko, K., Virgínia, R., Mafra, W. caracterização Tecnológica do PF da Mina Brucutu para Utilização em Pelotas de Redução Direta. VIII Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro, setembro 2007, Salvador, Bahia, Brasil.
- 5 BRAZILIAN ASSOCIATION OF TECHNICAL NORMS, Rio de Janeiro. NBR ISO 3082; Iron's Ores – Procedures of sampling and samples' preparation. Rio de Janeiro, Brazil. 29-09-2003. 56 p.
- 6 PRO 502 VALE (DIPE): REALIZAR TESTE DE MOABILIDADE, procedimento interno da Vale, junho 2006.