



PROJETO + 40 MIL OUVIDOR – COPEBRÁS – CMOC

CARDOSO, D.D.¹, REZENDE, R.A.¹, CASTRO, G.F.¹, BRAGA, T.C.¹

¹CMOC International Brasil – Copebrás LTDA., Departamento de Produção de Concentrado Úmido.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados esperados para o “Projeto + 40 Mil Ouvidor” que viabilizou uma otimização no processamento mineral de rocha fosfática através de alterações no circuito de moagem secundária. A identificação dos gargalos para otimização foi realizada com base em análise de eficiência de etapas através do levantamento de horas paradas ou reduções de carga reportadas no OEE, seguidas pela elaboração de gráficos de paretos a fim de identificar o equipamento que possui influência na alta incidência de parada. Na sequência, para mensurar a influência destas paradas, foram realizados testes simples que utilizam de paradas realizadas nas usinas, conhecidos como teste “on/off”. Os resultados obtidos por estes testes são bastante significativos pois possuem um caráter comparativo onde se analisa a diferença de eficiência da planta com ou sem o equipamento. Com estes resultados foram realizadas adequações suscintas no layout da planta e na sequência, realizados novos testes “on/off” para comparar a eficiência antes e após a melhoria.

PALAVRAS-CHAVE: Ouvidor, otimização, rocha fosfática, moagem secundária, Pareto.

ABSTRACT

This work aims to present the expected results for the “Project + 40 Thousand Ouvidor” which enabled the optimization of phosphate rock mineral processing through changes in the secondary grinding circuit. The identification of the bottlenecks for optimization was performed based on step efficiency analysis through the survey of downtime or load reductions reported in the OEE, followed by the elaboration of pareto graphs in order to identify the equipment that influences the high incidence of stop. Then, to measure the influence of these stops, simple tests were performed using stops at the plants, known as the “on/off” test. The results obtained by these tests are significant because they have a comparative character where the difference in efficiency of the plant with or without the equipment is analyzed. With these results are made minor adjustments in the plant layout and afterwards, performed new “on/off” tests to compare the efficiency before and after the improvement.

KEYWORDS: Ouvidor, optimization, phosphate rock, secondary grinding, Pareto.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as principais substâncias minerais extraídas no Brasil, o fosfato merece destaque. Representado pelo mineral apatita, fonte de fósforo (P), está entre os 12 mais extraídos no Brasil, na 4ª colocação, com uma produção de 6.800.000 em 2017. Com relação ao mercado internacional, a Figura 1 mostra que as importações são intensas.(ROSALINO et al, 2011).

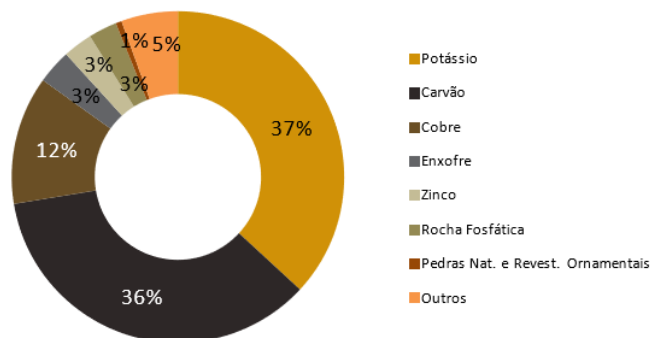


Figura 1. Distribuição percentual das substâncias minerais nas importações brasileiras em 2017.

O processamento mineral pode ser conceituado como o conjunto de operações básicas que são realizadas na matéria prima mineral objetivando a obtenção da sua adequação, para que se tornem produtos comercializáveis (VALADÃO; ARAUJO, 2007). Esta adequação engloba modificação de granulometrias ou forma para posteriormente realizar a concentração de minerais de interesse. (LUZ; SAMPAIO; FRANÇA, 2010).

Para um minério ser concentrado, é necessário que os mesmos estejam fisicamente liberados. Para isto, é importante que as partículas apresentem uma restrita faixa granulométrica. Logo, são submetidas a uma operação de redução de tamanho – cominuição, que se divide em britagem e moagem. Devido ao alto gasto energético desta etapa, é importante a fragmentação mínima necessária que garanta a liberação. Para isso, existe a etapa de classificação ou separação por tamanho, que além de evitar cominuição de minério já cominuído, evita também a sobre moagem. (LUZ; SAMPAIO; FRANÇA, 2010).

Baseado nisto, a CMOC é uma empresa que busca minimizar/eliminar qualquer impacto negativo de suas operações, aproveitando ao máximo os recursos naturais disponíveis. Aliado a isto, pode-se ressaltar a visão que a CMOC possui em aumentar a participação no mercado brasileiro e consolidar a posição como um competidor relevante no mercado global, por meio da sinergia entre os ativos, inovação, qualidade de produtos, relacionamentos e excelência operacional. Desta forma, a otimização de seus processos se faz necessário e conseqüentemente torna-se um grande desafio para garantir a qualidade, produtividade, segurança e baixo custo.

Este artigo tem como objetivo apresentar os dados básicos e critérios de implantação do Projeto “+40 Mil toneladas de concentrado apatítico por ano”, assim como os resultados alcançados pela implantação do mesmo na Planta 76 da CMOC International Brasil, localizada na cidade de Ouvidor – GO.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O conceito do projeto surgiu a partir da análise de disponibilidade do moinho e da influência de sua operação no processo. Através do levantamento de dados do OEE realizou-se uma análise do gráfico de Pareto das etapas da planta para buscar aquelas que possuem maiores influência nas reduções de carga.

Com o resultado desta análise fez-se necessário identificar dentro da etapa apontada qual o equipamento apresenta maior influência nas reduções de carga. Para tal, realizou-se o levantamento de horas paradas por mês para cada equipamento desta etapa em um determinado período.

Com o equipamento devidamente identificado realizou-se juntamente com a equipe de processos um teste “on/off” para entender o comportamento e a influência deste equipamento no circuito da planta.

Após identificado o problema foi realizado o levantamento de possíveis causas para tal. Desta forma, fez-se uma análise operacional e de circuito e com a identificação dos gargalos o projeto partiu para as adequações necessárias.

Por fim, aproveitando-se de uma parada na planta, realizou-se novamente um teste “on/off” tal como o realizado antes da execução do projeto, para efeito de comparação do comportamento da planta com e sem o equipamento em operação, após a adequação do mesmo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise do gráfico de Pareto, que se encontra na Figura 2, identificou-se que no ano de 2017, 41.6% de todas as ocorrências de reduções da taxa de alimentação foram provenientes de paradas do moinho de bolas.

Na planta existem quatro moinhos de bolas que trabalham em paralelo na moagem secundária que foram nomeados de moinho “A”, moinho “B”, moinho “C” e moinho “E”, sendo que os três primeiros possuem mesmas dimensões e capacidade e estão instalados desde o início das operações e o quarto possui menor capacidade e dimensões. O equipamento de foco neste trabalho foi o moinho “E” que iniciou sua operação na configuração em paralelo aos demais em meados de 2014. O motivo do foco pode ser percebido através da Figura 3, onde entre os meses de jan/2017 à ago/2017 houveram 536 horas de redução de carga devido a este moinho o que representou 87% das ocorrências dos moinhos.

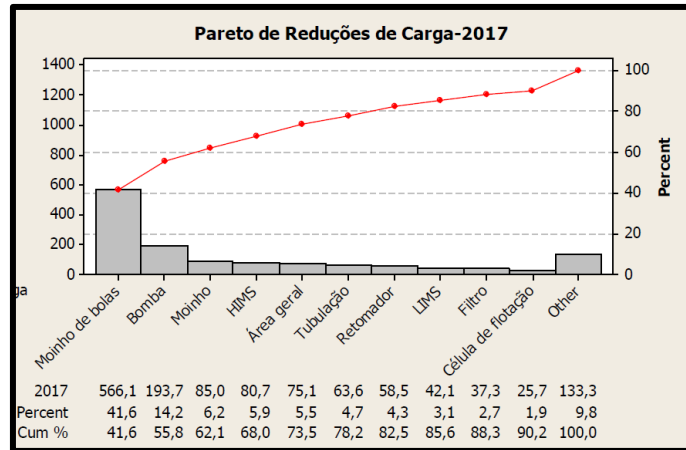


Figura 2. Pareto OEE-76-2017.

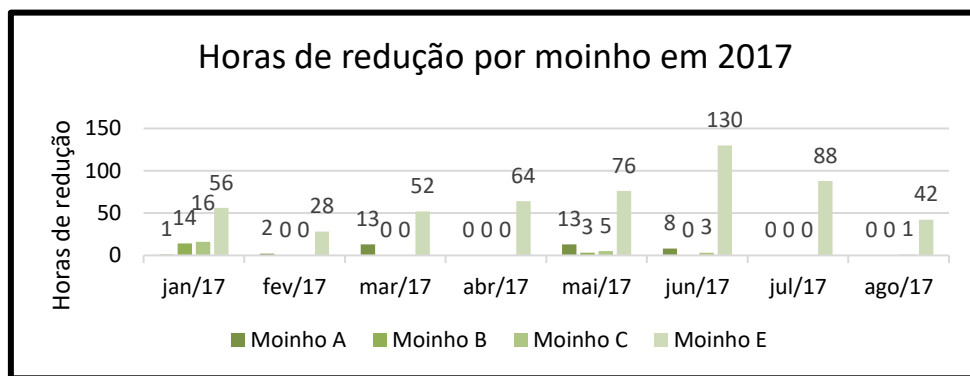


Figura 3. Horas de redução na taxa de alimentação para cada moinho.

O incremento de taxa de alimentação era evidente, porém aquém do esperado pelas dimensões e capacidade do equipamento. Além disso, os ganhos gerados com o moinho em funcionamento não estavam proporcionais ao aumento de alimentação e com a realização do teste on/off do moinho “E” pôde-se realizar um comparativo na taxa de alimentação com e sem o moinho, como mostra a Figura 4. Nota-se que após a parada do mesmo a taxa de alimentação caiu de uma média de 313 toneladas/ hora para 286 toneladas/ hora, ou seja, uma redução de 27 toneladas/ hora.

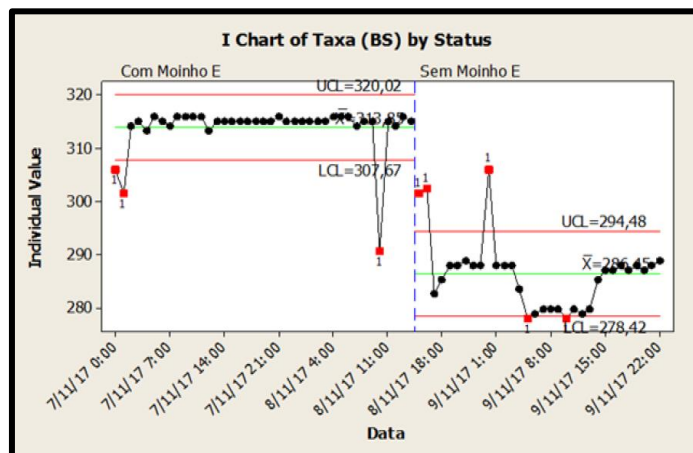


Figura 4. Análise comparativa da taxa de alimentação da usina.

Entretanto, apesar do incremento de taxa de alimentação, a Figura 5 mostra que a recuperação mássica global da planta após a parada do moinho sobe de 24,78% para 26,87%, ou seja, um aumento de 2,06%. A partir destas análises pode-se concluir que apesar da parada do moinho acarretar em redução da taxa de alimentação, a produção de concentrado final se mantém a mesma devido ao aumento da recuperação mássica, como mostra a Figura 6.

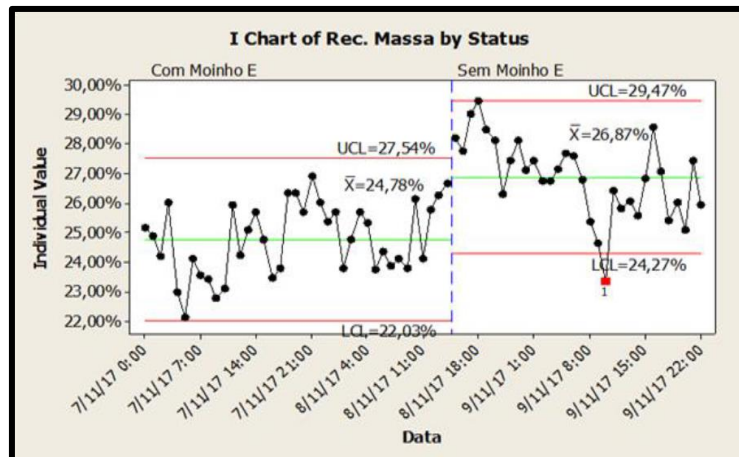


Figura 5. Análise comparativa da recuperação mássica da usina.

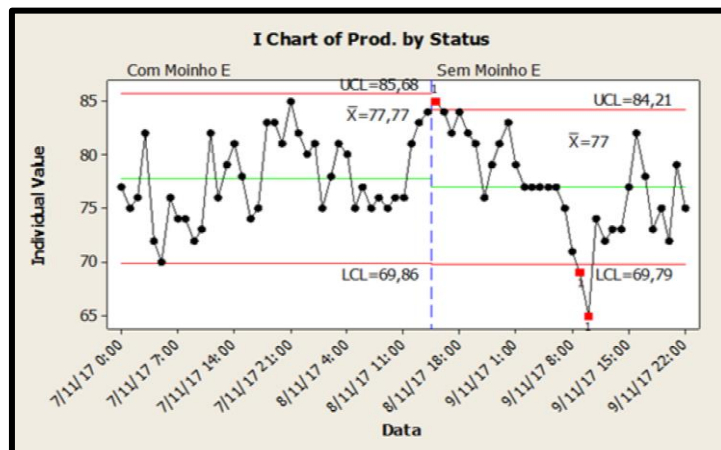


Figura 6. Produção teste moinho “E”.

Com as constatações discutidas acima pôde-se levantar os seguintes problemas: baixa disponibilidade, falta de eficiência de moagem e consequente perda de recuperação quando o moinho está em operação. Percebe-se que, todos os problemas estavam interligados, onde a baixa disponibilidade era causada por eventos de entupimentos nas diversas etapas do circuito, tal como mostra a Figura 7. Estes entupimentos ocorriam basicamente pela necessidade de uma alta porcentagem de sólidos para a operação correta do moinho, layout do circuito (distância/nivelamento entre os equipamentos) e dimensionamento inicial inadequado que não favoreciam esta operação.

A alta incidência de entupimentos a taxa de alimentação do moinho “E”, provocava uma adição excessiva de água no sistema de moagem acarretando na perda de eficiência de moagem e diluição no circuito de classificação. Operacionalmente estes fatores resultavam em aumento da carga circulante, já que na planta há um circuito reverso de moagem fechado, onde o underflow da classificação é a carga circulante que alimenta os moinhos e retorna na

alimentação da classificação junto com a alimentação do processo anterior, e também em um aumento do by-pass de finos para o underflow que ocasionava sobremoagem das partículas aumentando as perdas nas etapas de deslamagem, por isso havia a queda na recuperação mássica global.

Frente aos gargalos identificados, o projeto focou na adequação da % de sólidos na alimentação do moinho "E", que anteriormente trabalhava em 30% e tinha como objetivo atingir 70 % de sólidos para ganho na eficiência de moagem e também no retorno para caixa de alimentação da classificação em 50 % de sólidos para evitar diluição e aumento no by-pass de finos na classificação. Para alcançar tal objetivo foi necessário redimensionamento dos conjuntos das bombas 08 e 102 e instalação de uma bateria de hidrociclones de 15" para desaguamento como mostra a Figura 8.

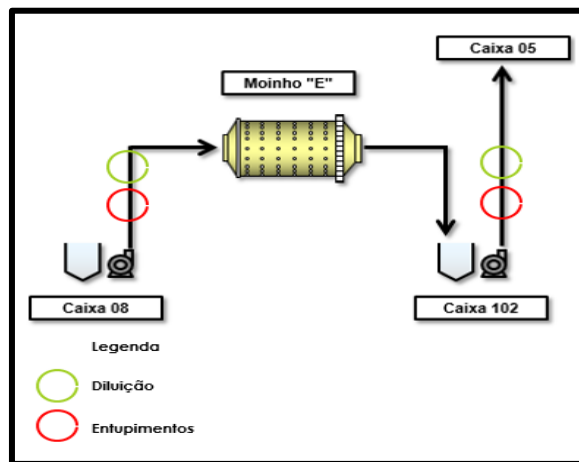


Figura 7. Análise geral dos motivos de baixa eficiência de moagem.

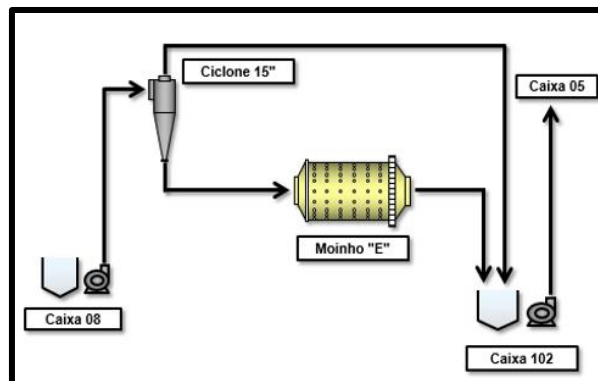


Figura 8. Fluxograma após implantação do projeto +40.

A partir das alterações realizadas foi possível contabilizar através do levantamento de dados de OEE, que as horas de redução na taxa de alimentação no moinho E diminuíram consideravelmente ao comparar com período utilizado para estudo de caso (fev/17 – ago/17) com o mesmo período do ano atual.

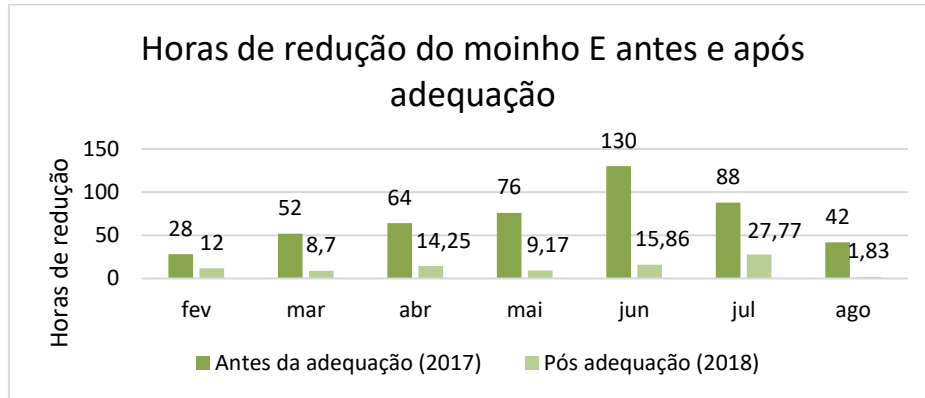


Figura 9. Horas de redução na taxa de alimentação do moinho “E”.

Percebe-se que houve um decréscimo no tempo de redução que variou entre 57,14% a 95,64% quando comparado ao período anterior, proporcionando uma média de redução para este período de 79,70%. Fica evidente que ainda há oportunidades de melhorar a disponibilidade do circuito e otimizar sua utilização com o objetivo de proporcionar ganhos para o processo de uma maneira geral, pois a maioria destes eventos tratam-se ainda de casos de entupimentos.

Com a realização do teste “on/off” após a execução do projeto obteve-se o gráfico mostrado na Figura 10, que mostra um comparativo da taxa de alimentação, e através do mesmo percebe-se que após a parada do moinho a taxa de alimentação caiu de uma média de 337 toneladas/hora para 292 toneladas/hora, ou seja, uma redução de 45 toneladas/hora. Desta forma, pode-se perceber que o moinho “E” aumentou a sua participação no processo de moagem do processo, visto que antes do projeto, ele se mostrava aquém do almejado para ele, com as medidas e dimensões que o mesmo possui. Nota-se que na amostragem on/off realizada antes do projeto, houve uma diminuição de 27 toneladas/hora na alimentação da usina, enquanto após a execução a redução passou a ser de 45 toneladas/hora, ou seja, um aumento de 66,6% na taxa de alimentação do moinho “E”.

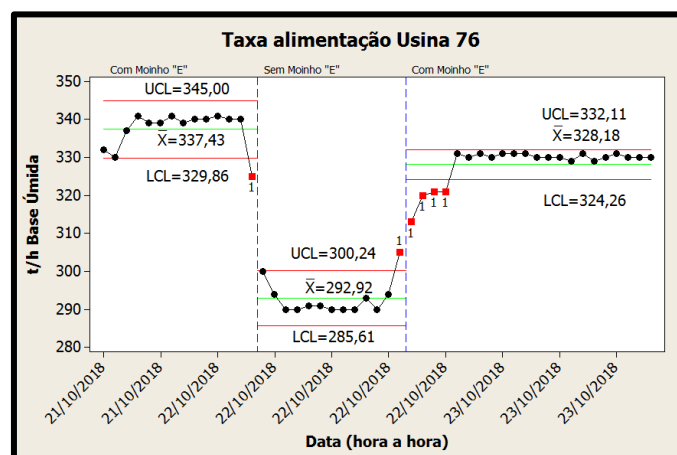


Figura 10. Análise comparativa da taxa de alimentação do moinho “E” após execução do projeto.

Além disso, como pode ser visto na Figura 11 a amostragem on/off do moinho “E” mostrou que há uma redução de 5 toneladas/hora de produção final, enquanto que na Fig.6 pôde ser visto que não havia uma redução na produção de concentrado antes da execução do

projeto. Em todos os momentos que houve parada do projeto a redução foi semelhante, logo comprova-se que com a execução do projeto há uma estimativa de aumento de aproximadamente 5 toneladas/hora na produção de concentrado. Sabendo disso e considerando a disponibilidade do moinho “E”, pode-se realizar o cálculo do aumento na produção total da usina após a implementação do projeto +40 a partir da equação a seguir:

$$\text{Aumento na produção} = 5 \text{ t/h (produção)} * 24 \text{ hrs/dia} * 340 \text{ dias/ano} \quad (1)$$

Desta maneira, estima-se então que em um ano com disponibilidade total de aproximadamente 93%, é estimável um incremento de 40.800 toneladas de concentrado.

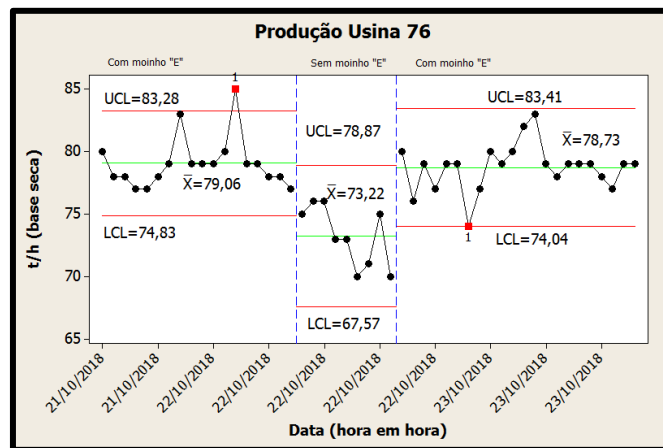


Figura 11. Produção do moinho “E” após execução do projeto +40.

4. CONCLUSÕES

A melhoria implantada tem ajudado bastante frente aos desafios cada vez maiores nos atingimentos das metas de produção e qualidade, visto que a mesma foi bastante eficiente e de baixa complexidade de implementação frente aos potenciais ganhos.

O projeto apresentou potencial de ganhos maiores que 40 mil toneladas de rocha apatítica por ano, o que representa um aumento de aproximadamente 7 % na produção anual da usina onde foi realizada a implantação. O mesmo se viabilizou de imediato já que foram utilizadas peças de estoque e o pequeno investimento realizado se pagou em menos de um mês frente aos ganhos alcançados.

5. REFERÊNCIAS

- IBRAM. Relatório anual de atividades, 2011. Disponível em: http://portaldaminerao.com.br/ibram/wp-content/uploads/2018/07/Diagramação_RelatórioAnual_versãoweb.pdf. Acesso em: 10 set. 2018
- LUZ, A.; SAMPAIO, J.; FRANÇA, S. Tratamento de minérios. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM, 2010.
- Rosalino T, Moreira J, Dalfovo W. O consumo de fertilizantes em Mato Grosso analisados sob a ótica da correlação linear: um estudo para os municípios de Lucas do Rio Verde, Sorriso e Sinop no período de 1990 a 2009, CPCSA 2011.
- VALADÃO, G.; ARAUJO, A. Introdução ao tratamento de minérios. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007.