

## Automação do Desviador de Fluxo na Linha de Produção de Peneiramento a Seco

Nóbile Geraldo Carvalho (FEAMIG) [nobile.carvalho@hotmail.com](mailto:nobile.carvalho@hotmail.com)

Thiago Macedo do Nascimento (FEAMIG) [thiagomacedon@yahoo.com.br](mailto:thiagomacedon@yahoo.com.br)

Vinício Eulálio Vitório (FEAMIG) [vinivitorio@yahoo.com.br](mailto:vinivitorio@yahoo.com.br)

Joéffisson Saldanha dos Santos (FEAMIG) [joefisson@yahoo.com.br](mailto:joefisson@yahoo.com.br)

*Em um mundo cada vez mais globalizado, as empresas de extração e beneficiamento de minério se preocupam em reduzir seus desperdícios em recursos naturais, matéria prima e tempo, aumentando volume de produção e a lucratividade. Estas empresas caminham para produções mais enxutas implantando tecnologias modernas que viabilizam o aumento da produção de forma sustentável, eliminando desperdícios e agregando valor ao produto. Este trabalho de pesquisa visa a redução do desperdício no consumo de recursos não renováveis, no caso minério de ferro, ampliando a sua produção no tratamento a seco, que consiste em um tipo de beneficiamento onde os únicos processos envolvidos para gerar o produto acabado são a britagem (processo de redução do tamanho do material em pequenos fragmentos) e o peneiramento, que separa as partículas maiores das menores e mais finas, evitando assim o consumo da água no processo e reduzindo, com isso, os impactos ambientais que são gerados pela mineração. Buscando ainda a redução da exposição dos funcionários a riscos operacionais, aproveitando a capacidade dos recursos físicos da empresa, através da automação do desviador de fluxo de minério, que é o responsável pela alimentação da planta de peneiramento a seco e da instalação de Tratamento de Minério Úmido.*

*Palavras – Chave: Automação. Desviador de Fluxo. Tratamento de minério*

### 1. Introdução

Por volta do ano 6000 a.C., o homem obteve uma importante conquista: descobriu a utilização dos metais. O primeiro metal trabalhado foi o cobre, posteriormente, por meio da fusão, misturou cobre com estanho e obteve um metal mais resistente, passando a produzir armas mais poderosas e ferramentas mais eficientes que auxiliavam na caça e em trabalhos de corte e por volta de 1500 a.C., conseguiu utilizar o ferro.

O uso dos metais, nesse período, foi o principal fator para o aperfeiçoamento dos instrumentos e das técnicas usadas na guerra, na caça e na agricultura. Os vestígios metalúrgicos mais antigos foram encontrados no Irã, na Turquia e no Líbano.

Hoje o homem é completamente dependente dos metais, principalmente do aço e ferro, sendo sua matéria prima principal o minério de ferro conhecido como hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

O Brasil hoje é o segundo maior produtor de minério de ferro do mundo, tendo a Vale como maior empresa de exploração do minério no país, possuindo como diferencial a qualidade físico-química de suas reservas.

Ligado à alta demanda e constante crescimento do consumismo, as extrações são ampliadas a cada ano, e como se trata de um recurso não renovável, vem a necessidade de aproveitar ao máximo tudo que é extraído, ampliando a recuperação do minério nas plantas de beneficiamento, com o intuito de preservar reservas e garantir o desenvolvimento contínuo.

Pensando nessa possibilidade surge a necessidade de processar somente o minério de menor qualidade química nas usinas de beneficiamento a úmido onde existe um processo mais complexo que separa as partículas metálicas das não metálicas, aproveitando o minério de alta qualidade nas plantas a seco, onde a recuperação massica é de 100%, pois ocorre somente a classificação granulométrica, ou seja, separação dos grânulos menores dos maiores, buscando assim preservar reservas e reduzir consideravelmente o consumo de água nova no processo.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

Aumentar a produtividade das linhas de produção do Peneiramento a Seco, utilizando a capacidade orçada para os equipamentos, ampliando os ganhos com a geração de produtos a seco por esse se tratar de um processo de baixo custo operacional, economizando água e preservando reservas.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Aumentar a produtividade dos equipamentos sem repontenciar os transportadores de correia;
- Evitar retrabalho e perda de utilização dos equipamentos causadas pelas sobrecargas e entupimentos nas Correias Transportadoras 12TC03 e 12TC05;
- Reduzir o tempo que os operadores ficam expostos ao risco;
- Reduzir o consumo de água nova no processo.

## 1.3 Justificativa

Os processos de beneficiamento de minério de Ferro a úmido realizam cortes na alimentação que reduzem consideravelmente a recuperação maciça, ocasionando perda de recurso e desgaste prematuro de reservas não renováveis, além do consumo elevado de água nova provinda dos mananciais dos ribeirões Mutucas e Fechos que alimentam o Sistema Morro Redondo da Concessionária de água potável de Minas Gerais (Copasa), responsável pelo abastecimento de boa parte da zona Sul de Belo Horizonte, e os mananciais dos ribeirões Catarina e Barreiro, fornecedores de água para a região do Barreiro e condomínios de Brumadinho. É onde a pesquisa atinge diretamente a sociedade, de forma positiva, reduzindo o consumo de água no processo e garantindo a manutenção da boa qualidade dos recursos hídricos que alimentam as comunidades.

O aumento na produtividade do sistema de peneiramento a seco pode garantir um ganho real de aproximadamente 170 t/h, considerando um regime operacional de 24 horas com Disponibilidade Física (DF) de 89%, aumentando a produção mensal em aproximadamente 108.936t com o valor médio do minério em aproximadamente U\$125,00 a tonelada alcançando assim, um ganho real de R\$ 21.773.583,00 em valores atuais, com dólar

ao câmbio de R\$1,599 (segundo IBOVESPA em 20/08/2011). Neste caso, a pesquisa atinge diretamente, como benefício, a organização em estudo.

As condições atuais de trabalho exigem dos funcionários, um tempo maior de exposição ao risco, pois a falta de controle automatizado culmina em vários entupimentos de biqueiras de descarga e alimentação e sobrecarga em correias, onde se faz necessário o emprego de trabalhos manuais com a utilização de mangueiras com alta pressão, gerando desgaste e desconforto operacional. É onde os Engenheiros de Produção devem atuar para solucionar problemas, utilizando capacidades técnicas e tecnológicas, flexibilidade, competência para aperfeiçoar sistemas produtivos visando produtividade, eficácia e respeito ao meio ambiente.

Para a Engenharia de produção é muito importante o estudo de ampliação da capacidade produtiva dos equipamentos, sem grandes investimentos em aquisição de novos ativos, garantindo maior rentabilidade à empresa, possibilitando uma otimização dos seus recursos.

## **2.Referencial Teórico**

### **2.1 O Início da Mineração Moderna no Brasil**

O declínio da mineração se deu a partir da segunda metade do século XVIII, a atividade mineradora começou a declinar, com a interrupção das descobertas de novas jazidas aluvionais e o gradativo esgotamento das minas em operação. Segundo (GONÇALVES & KANTOR,1996) a extração do ouro de aluvião era relativamente simples, já a exploração das rochas matrizes (quartzo itabirito) que se encontravam em profundidades maiores requeriam tecnologias sofisticadas não disponíveis no Brasil e Portugal. No que tange os procedimentos técnicos da exploração mineral pode-se afirmar que consistiam em técnicas rudimentares tendo como ferramentas materiais “pouco resistentes, feitas normalmente de ferro caldeado. Até o século XIX, era também muitíssimo pequena a produção do ferro no Brasil, existindo apenas algumas forjas catalãs em Minas Gerais” (GERMANI, 2002, p.5).

Segundo Germani:

“Os veios que penetravam nas encostas eram perseguidos por galerias perfuradas com ponteiros e malhos e, quando necessário, eram detonados também com pólvoras caseiras. O minério era em seguida carregado igualmente por pás em carrinhos de mão. Os poços verticais ou inclinados, que se faziam necessários para acompanhar as camadas ou veios, eram perfurados da mesma forma, sendo o minério içado em baldes de madeira por sarilhos manuais. O transporte mais longo era feito em carroções por tração animal. As aberturas eram sempre de seções acanhadas, pouco iluminadas, dificultando o trabalho e causando danos à saúde dos operários (a maioria escravos) que nelas trabalhavam. A falta de conhecimento geológico dificultava sobremaneira o trabalho (GERMANI, 2002, p.5).”

É somente em 1819 que surgem as primeiras minas que são lavradas de maneira mais sofisticada, sendo elas as minas de Mariana sob o comando do Barão Echewege, e de Mina Velha de Saint John, ambas em Minas Gerais (GERMANI, 2002). O processo de modernização das minas do Brasil ocorre somente quando empresas estrangeiras buscam novas formas de exploração das minas e/ou maneiras de melhor aproveitá-las. Dentre os engenheiros/especialistas enviados pela coroa portuguesa destaca-se o Barão Echewege que foi em grande medida introdutor das modernidades mineradoras no Brasil. Germani (2002) afirma que:

“No Brasil, sempre fomos muito limitados nas decisões para equipar as minas desde o seu início, tendo em vista os elevados investimentos necessários para se adquirir os equipamentos mais adequados e a pouca capacidade de se levantar os empréstimos externos a juros mais baixos. Quase todas as nossas minas foram sendo modernizadas com o tempo, convivendo-se por longos períodos com os equipamentos existentes, muitas vezes inadequados para a nova escala de lavra estabelecida. Com raríssimas exceções foram introduzidos equipamentos de última geração nas minas brasileiras, sem que antes tenham sido testados em minas no exterior (GERMANI, 2002, p.11).”

Sendo assim, a partir de 1824, já na época do Brasil independente, concedeu-se o direito de prospecção a estrangeiros, que começaram a explorar com melhores recursos técnicos e mão-de-obra barata.

Em junho de 1942 através de um decreto do presidente Getúlio Vargas, foi criada uma empresa de capital misto, com controle acionário do governo federal, a CVRD foi organizada para impulsionar a exploração das riquezas minerais do subsolo brasileiro, principalmente o ferro.

Coerente com as disposições contidas no Código de Minas, desde a Constituição Federal de 1934 (Decreto 24.642/34) - que fazia distinção entre a propriedade do solo e a do subsolo e vedava a exploração do subsolo brasileiro a estrangeiros,

“(…) a propriedade do solo não alcança as jazidas e minas. A posse da superfície não gera direitos sobre o subsolo se nele houver minério. Interessante dizer que comumente denomina-se subsolo a parte inferior do solo, mas, para os efeitos do Código de Minas, porém, o subsolo é concebido como camadas geológicas mineralizadas, superficiais ou não, contendo minerais com utilidade econômica.”

No sentido jurídico, fósseis e gases naturais com valor econômico são considerados minerais. (FREIRE, 1996).

O governo federal implementou a partir da década de 1940 uma política mais agressiva na área da exploração mineral. Com uma postura nacionalista, o governo Vargas eliminou definitivamente as pretensões que a Itabira Iron Ore Company mantinha no Brasil, contestadas por políticos e intelectuais desde a Primeira República.

## **2.2 História Atual da Mineração de Minério de Ferro**

Durante o Governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso, em 1997, a antiga Companhia Vale do Rio Doce, foi privatizada dando continuidade à visão de expansão e abertura do capital da empresa para o mercado mundial, mesmo sob várias críticas e controvérsias relacionadas aos meios que rodearam essa operação de grande vulto financeiro e estratégico, com o intuito de internacionalizar o capital, atualmente Vale é a segunda maior Mineradora do mundo devido o grande número de aquisições que efetuou desde 1997, com ações negociadas nas bolsas de Valores de São Paulo e Nova York.

O Brasil possui uma fonte inestimável de riquezas minerais que vão desde o ouro até o próprio carvão. “O Brasil produz cerca de 70 substâncias, sendo 21 do grupo de minerais metálicos, 45 dos não-metálicos e quatro dos energéticos” (FARIAS, 2002, p.3), sendo assim a Vale está presente em quase todo o território nacional e também está presente nos cinco continentes do mundo e trabalha com diversos tipos de minério metálicos, não-metálicos, energéticos e fertilizantes, tendo uma participação expressiva também na logística e inicia uma atuação na área da metalurgia, contudo mantém como seu principal produto o minério de

ferro, que representa algo aproximado de 60% dos seus lucros segundo fontes oficiais da empresa.

Dentro da perspectiva de manter um desenvolvimento sustentável por se tratar de recursos não renováveis, a Vale busca que seus negócios produzam riquezas locais, regionais e globais, permitindo a construção de um legado positivo ao longo do ciclo de vida de seus empreendimentos. Para atingir seus objetivos ela vem investindo em contínuo desenvolvimento para suas operações, principalmente em automação, a fim de garantir uma maior recuperação em seus processos de beneficiamento do minério atendendo às perspectivas do Governo Federal expostas no Plano Plurianual – PPA de desenvolvimento nacional, com duração prevista até 1999, chamada “Brasil em Ação”, onde foram apresentadas as ações e os projetos direcionados às áreas consideradas prioritárias, onde afirmava:

“estimularemos a elevação dos investimentos privados em pesquisa, prospecção e exploração de novas jazidas minerais, o aperfeiçoamento do arcabouço jurídico-institucional e o aprimoramento dos mecanismos de fomento tecnológico e industrial do setor, de forma a criar um ambiente propício para o desenvolvimento da atividade do país, em bases sustentáveis” (Brasil, Ministério do Planejamento, 2001).

Sendo que essa diretriz se relaciona diretamente com o capítulo VI da Constituição Federal, dedicado ao meio ambiente, o artigo 225 define:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Buscando seguir a legislação ambiental e o Código de Minas de 1934, a Vale vem buscando minimizar os impactos potenciais causados pelo Beneficiamento do minério, sabendo que o consumo de água e o descarte dos seus rejeitos em barragens, são passíveis ambientais de grande potencial de degradação, segundo Silva (2007) a mineração atinge vários âmbitos da sociedade, causando impacto ambiental não só na área minerada:

“A mineração, evidentemente, causa um impacto ambiental considerável. Ela altera intensamente a área minerada e as áreas vizinhas, onde são feitos os depósitos de estéril e de rejeito. Além do mais, quando temos a presença de substâncias químicas nocivas na fase de beneficiamento do minério, isto pode significar um problema sério do ponto de vista ambiental. (...) Assim como toda exploração de recurso natural, a atividade de mineração provoca impactos no meio ambiente seja no que diz respeito à exploração de áreas naturais ou mesmo na geração de resíduos (...) (SILVA, 2007, p.2).”

## 2.3 Automação Industrial na Mineração

Com a globalização é cada vez mais forte a concorrência entre os diversos setores da economia, a automação dos processos produtivos é fator fundamental para garantir competitividade no atual cenário mundial. Padronização, qualidade, custo reduzido e disponibilidade são fatores indispensáveis para o sucesso de um negócio.

A automação nas diversas áreas do conhecimento humano tem despertado o interesse para uma constante atualização e aperfeiçoamento nos métodos de trabalho, a fim de disseminar as informações de que dispõe com rapidez e confiabilidade (SILVA, 1989, p. 11).

Conforme MORAES (2001, p. 15) “Hoje entende-se por automação qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano e que vise soluções rápidas e econômicas para atingir os complexos objetivos das indústrias e dos serviços.” Em uma planta industrial são encontrados cinco níveis de automação: máquinas controladas por controladores programáveis; supervisão de processos e interfaces homem máquina; controle do processo produtivo; programação e planejamento da produção; gestão dos recursos da empresa. (MORAES, 2001, p. 19).

Dentre os níveis de automação, o controle do processo produtivo é responsável pelos apontamentos/leituras dos dados obtidos no chão de fábrica e permiti que o fluxo de dados chegue aos sistemas gerenciais (SOUZA, 2005, p.III) de forma fácil, ágil e consistente. Esta integração possibilita aos níveis gerenciais a tomada de decisões rápidas e eficientes.

Grande parte dos estudos na área de automação industrial, especificamente na coleta de dados em chão de fábrica, faz referência a processos altamente automatizados onde as coletas são efetuadas por Controladores Lógicos Programáveis (CLP) ou sistemas de atuação (que exercem alguma ação além da coleta).

Os Sistemas Supervisórios (SS) executam diversas funções vitais em um processo automatizado e também operam como interface homem-máquina. Segundo (ANDRADE, 2001) ao longo do tempo de operação de uma planta automatizada ocorrem novas situações que passam a compor os novos cenários do sistema e também contribuem para o aumento do conhecimento e da experiência dos operadores.

### **3. Metodologia**

#### **3.1 Pesquisa de Campo**

O nosso problema de pesquisa se enquadra no tipo pesquisa de campo, como garantir uma produtividade adequada dos equipamentos, evitando sobrecargas e retrabalhos, sem alterar sua capacidade nominal, só será possível com a observação direta na área de produção.

Ao se realizar uma pesquisa de campo algumas questões são colocadas de uma forma direta enquanto outras, vão aparecendo no decorrer da pesquisa. Novas questões surgem após uma reflexão do momento e aparecem também erros cometidos, escolhas inapropriadas e dificuldades descobertas.

Tanto para a pesquisa de campo, como para outras se desenvolverem, precisamos entrar em outros tipos de pesquisa, como as exploratórias e as bibliográficas, para uma ajuda, um apoio, quase uma certeza nas tomadas de decisões. Somos obrigados a fazer entrevistas com operadores ligados diretos a produção, estudar detalhadamente manuais de equipamentos e os processos envolvidos.

Teremos critérios a selecionar para criar a possibilidade de uma análise mais fiel da situação e procurarmos, com isto, uma solução mais prática, adequada e rápida para o problema pesquisado.

Todo material pesquisado precisa ser organizado de uma forma que se torne flexível o seu acesso e separados por assuntos similares, de acordo com o objetivo da pesquisa. No início é um trabalho um pouco, pode-se dizer “braçal” e depois se torna mais analítico.

#### **3.2 Instrumentos de Coleta de Dados**

- Observação *in-loco* (no local);

- Base de dados do Sistema Supervisório;
- Análise das planilhas de dados gerados pelo sistema de controle da Britagem Primária Relocável;

Síntese - Relatório Produção									
2/6/2009 09:17:36									
LEGENDA: Dados preliminares   Dados oficiais									
Produção Efetiva	47.062	1.085.386	1.085.386	0	0				
Britagem Primária	47.200	1.101.496	1.101.496	0	0				
SBR_MUT	47.200	1.101.496	1.101.496	0	0				
MINÉRIO (-)	47.200	1.101.496	1.101.496	0	0	1.101.496	1.101.496	0,00 %	0,00 %
PREBRITADO (+)	47.200	1.101.496	1.101.496	0	0	1.101.496	1.101.496	0,00 %	0,00 %
Britagem Total	47.200	1.101.496	1.101.496	0	0	1.101.496	1.101.496	0,00 %	0,00 %
ITM_SEC_MUT	14.624	396.070	396.070	0	0				
ITM_SEC_MUT_AUX	6.790	106.477	106.477	0	0				
ITM_UMD_MUT	25.648	582.839	582.839	0	0				
Movimentações	132.667	3.169.658	3.169.658	0	0	3.169.658	3.169.658	0,00 %	0,00 %
Recebimentos	52.615	1.110.783	1.110.783	0	0	1.110.783	1.110.783	0,00 %	0,00 %
CPX	52.615	1.110.783	1.110.783	0	0	1.110.783	1.110.783	0,00 %	0,00 %
Recebimentos outras UOs	52.615	1.110.783	1.110.783	0	0	1.110.783	1.110.783	0,00 %	0,00 %
Recuperação de Dump	3.305	89.350	89.350	0	0	89.350	89.350	0,00 %	0,00 %
Remoção de Minério	12.915	306.180	306.180	0	0	306.180	306.180	0,00 %	0,00 %
MINÉRIO	12.915	306.180	306.180	0	0	306.180	306.180	0,00 %	0,00 %
Transferências	36.882	1.152.896	1.152.896	0	0	1.152.896	1.152.896	0,00 %	0,00 %
Remoção de Produtos	26.950	507.080	507.080	0	0	507.080	507.080	0,00 %	0,00 %
Vendas	0	3.369	3.369	0	0	3.369	3.369	0,00 %	0,00 %
TOD									
Movimentações	76.284	2.159.668	2.159.668	0	0	2.159.668	2.159.668	0,00 %	0,00 %
Recebimentos	36.882	1.152.896	1.152.896	0	0	1.152.896	1.152.896	0,00 %	0,00 %
Carregamento de Trem	39.402	1.006.772	1.006.772	0	0	1.006.772	1.006.772	0,00 %	0,00 %

Figura 8: Planilha de Acompanhamento de Produção gerada no Sistema

- Vazão da alimentação de acordo com a velocidade do alimentador de esteira;



Figura 9: Alimentador de esteira/ sapatas

- Análise das taras das balanças, e verificação das aferições das mesmas.

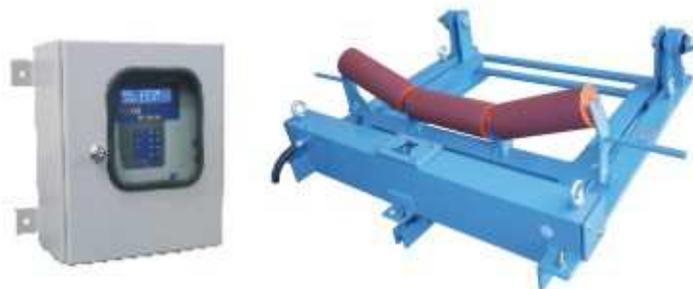


Figura 10: A Balança Integradora M300 de alta precisão

## 4. Resultados

### 4.1 Aumentar a Produtividade dos Equipamentos sem Repontenciar os Transportadores de Correia

De acordo com a tabela que se segue podemos perceber a produtividade do Sistema de peneiramento a Seco nos meses de Janeiro a Março, onde a operação do Desviador de Fluxo era feita de forma manual, com a intervenção constante do Operador. Para que outros indicadores como Índice de Utilização (IU) e Índice de Disponibilidade Física (IDF) não interfiram nos levantamentos iremos descartar os dados do mês de Junho, onde houve uma semana de Manutenção programada Relevante de 6 dias.

COMPARATIVO DE ALIMENTAÇÃO/ PRODUÇÃO ANTES E PÓS AUTOMAÇÃO						
Período	Mês	Indicador	Produção (toneladas)		Somatório	
			Mês	Dia	Mês	Dia
Antes da Automação	JAN	TON ALIM	255.418,00	8.239,29	950.155,00	31.904,79
	FEV	TON ALIM	363.005,00	12.964,46		
	MAR	TON ALIM	331.732,00	10.701,03		
Pós Automação	ABR	TON ALIM	351.340,00	11.711,33	1.229.836,00	40.049,91
	MAI	TON ALIM	467.203,00	15.071,06		
	JUL	TON ALIM	411.293,00	13.267,52		
<b>Diferença percentual</b>					<b>23%</b>	<b>20%</b>

Tabela 01: Comparativo de alimentação e produção entre períodos

As equipes de Mecânica e Automação Industrial, realizaram as adaptações no desviador de fluxo no dia 27 de Março de 2011, e os testes foram iniciados no dia primeiro de Abril. Foi incluso no Sistema de Comando do Supervisor a condição de operar o Peneirado a Seco em modo Manual, que já era feito anteriormente, e Automático.

No período de teste estipulado para 7 dias, os resultados alcançados foram bons, sendo assim as operações no modo automático foram mantidas, onde a operação em modo manual só era efetuada em caso de chuvas torrenciais, ou umidade excessiva do ROM (minério direto da mina).

De acordo com a tabela abaixo, onde demos um foco no aumento da produtividade, pode-se observar uma movimentação ascendente da taxa de alimentação do Peneiramento a Seco de 23% e na geração do produto CSF (Cos Sinter Feed), de 20%.

### 4.2 Evitar retrabalho e perda de utilização dos equipamentos causadas pelas sobrecargas e entupimentos nas Correias Transportadoras 12TC03 e 12TC05

Como a capacidade da correia transportadora de alimentação do Peneirado a Seco (12TC03) é de no máxima de 1000t/h, com o comando do DV em modo manual era comum a ocorrência de sobrecargas por excesso de massa nessa correia, que paralisavam também a Correia Transportadora subsequente 12TC05 .

Quando foi realizada a automação, e intertravado o deslocamento do desviador a balança de precisão da correia 12TC03, as ocorrências reduziram expressivamente, aumentando a taxa de utilização e evitando retrabalhos. Esses dados podem ser observados na tabela 2 que segue.

TEMPO DE PARADAS COM RETRABALHO		
Ocorrência	Período	
	JAN/ MAR	ABR/ JUL
<b>SOBRECARGA/ ENTUPIMENTO</b>	32,131	11,534
<b>Redução de Tempo</b>	20,597	
<b>Percentual Redução</b>	64%	

Tabela 02: Resumo de Tempo de Paradas

Acompanhando a tabela acima, pode-se constatar que houve uma redução considerável nos tempos de parada gerados por sobrecarga e entupimentos causados por falhas operacionais.

Se considerarmos que a taxa horária de alimentação aumentou para 23% e a geração de produtos em 20% os ganhos financeiros proporcionados à empresa são de grande vulto.

#### 4.3 Reduzir o tempo que os operadores ficam expostos ao risco

Quando analisamos as operações realizadas pelos operadores do Sistema de Britagem e Peneiramento a Seco, ficou constatado que toda operação não rotineira expunham os operadores a grandes riscos e com medidas mitigadoras mais difíceis de serem identificadas, pois o posto de trabalho não mantinha suas características originais.

Geralmente as ocorrências de maior risco para o operador são os entupimentos e sobrecargas, onde se faz necessário a utilização de mangueiras com água em alta pressão. De acordo com os Procedimentos Operacionais da empresa exige-se a permanência de no mínimo duas pessoas nessa atividade, além de se fazer necessário o bloqueio elétrico em um CCM (Centro de Controle de Máquinas) de 4000V, o que expõe dois eletricitistas ao risco dessa operação.

Durante o preenchimento da APT (Análise Preliminar da Tarefa) são descritos em média 5 riscos existentes nessa operação, como por exemplo:

- Queda de mesmo nível ou nível diferente;
- Prensamento de membros;
- Quebra de membros;
- Lançamento de Partículas nos olhos;
- Risco ergonômico;

E outros que são levantados de acordo com o cenário encontrado.

Sendo assim, de início, pode-se considerar que o tempo que foi reduzido nas ocorrências de sobrecarga e entupimento corresponde também a uma redução no tempo de exposição dos operadores a riscos ocupacionais.

Outro fator relevante que podemos considerar, é que com a automação do Desviador de Fluxo (DV), o operador não tem mais a necessidade de ficar 100% do seu tempo diante do Sistema Supervisório, foi possível disponibiliza-lo para inspeções rotineiras na área, que possibilitam a antecipação na resolução de problemas que possam vir a ocorrer, caso não sofram intervenções no momento devido, preservando assim os ativos da empresa, e evitando a necessidade de grandes manutenções, expondo a equipe de mecânica aos riscos inerentes ao trabalho.

#### 4.4 Reduzir o consumo de água nova no processo.

Com o aumento da geração de CSF, conseguimos reduzir o volume de material que é enviado para a ITM, que realiza o processo de Beneficiamento do minério a Úmido.

Para que os processos da ITM obtenham os resultados esperados, é necessário o consumo de 0,56 m<sup>3</sup> de água por tonelada de minério alimentado.

Considerando que os ganhos de produção estimado na produção de CSF foi em média 140t/h, teremos um aumento de produção por mês de aproximadamente 89.712t e no ano de 1.076.544t representando uma economia de água de água na grandeza de 602.864,64 m<sup>3</sup> ou 602.864.640 litros.

De acordo com dados da tabela abaixo podemos verificar o consumo de água por pessoa em Minas Gerais;

Tabela 03: Consumo de água em algumas regiões do Brasil e do Mundo

CIDADES, REGIÕES E PAÍSES	CONSUMO litros / pessoa / dia	FONTE
Austrália	270	Geólogo Pedro Jacobi <a href="http://www.geologo.com.br">www.geologo.com.br</a>
Canadá	300	
Escócia	410	
Estados Unidos / Canadá	300	
<b>Brasil RJ</b>	<b>140</b>	
<b>Brasil MG</b>	<b>124</b>	
<b>Brasil DF</b>	<b>225</b>	
<b>Brasil Norte</b>	<b>140</b>	
Berlim / Alemanha	165	Berliner Wasserbetriebe <a href="http://www.bwb.de/englisch/trinkwasser/water_consumtion.html">www.bwb.de/englisch/trinkwasser/water_consumtion.html</a>
Inglaterra	141	National Statistics of England <a href="http://www.statistics.gov.uk">www.statistics.gov.uk</a>
Suíça	159	Federal Office of Environment of Switzerland <a href="http://www.sig-ge.ch/fr/vous/priv/statistiques/eau_conso.eng.asp">www.sig-ge.ch/fr/vous/priv/statistiques/eau_conso.eng.asp</a>
Denver / EUA	200	Plínio Thomas/1986 - Livro: Previsão de Consumo de Água - Interface das Instalações de Água e Esgoto com Serviços Públicos - 2000 <a href="http://www.navegareditora.com.br">www.navegareditora.com.br</a>
Holanda	135	Plínio Thomas/1993 - Livro: Previsão de Consumo de Água - Interface das Instalações de Água e Esgoto com Serviços Públicos - 2000 <a href="http://www.navegareditora.com.br">www.navegareditora.com.br</a>

Fonte: <http://www.planetaorganico.com.br/trabmario-anexo.pdf>

Considerando o consumo por pessoa em MG, a redução do consumo de água em um ano é o suficiente para abastecer uma cidade de aproximadamente 25.000 pessoas durante seis meses.

#### 5. Conclusão

No mundo moderno em que vivemos, as ligas metálicas são indispensáveis para o desenvolvimento contínuo das nações. Somos dependentes dos recursos não renováveis, cada vez mais valiosos e escassos como o minério de ferro, o petróleo e a água, e o uso sustentável desses recursos é que possibilitará a continuidade da vida. O aproveitamento correto dos minérios de alto teor químico de Fe, nas instalações de beneficiamento a seco, preserva as reservas de minério hematítico e os mananciais de água, pois evitam um processo a úmido

desnecessário. A automação dos processos facilitam o controle dos fluxos e sintomaticamente matem a produtividade das linhas adequadas às necessidades da empresa, favorecendo a continuidade e lucratividade dos negócios, reduzindo erros e riscos operacionais, facilitando a rotina do operador e melhorando o aproveitamento dos ativos da empresa.

Sendo assim ganha o Operador, ganha a empresa e ganha o Meio ambiente como um todo, sendo que essas soluções fazem parte dos objetivos específicos desse artigo.

### Referências

- BARRETO, M.L. **Mineração e desenvolvimento Sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.p.215
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia – Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. **Anuário mineral brasileiro**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=789>> Acessado em 25 de abril 2011.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês)**. 5.ed. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992
- DERBY, A. O. **The Serra do Espinhaço**. Journal of Geology, 14:374 – 401, 1906.
- DORR, J. V. N. **Physiographic, strantigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero**, Minas Gerais. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 641 – A: 110p, 2<sup>nd</sup>.1969
- FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Relatório preparado para o CGEE, 2002.
- FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório preparado para o CGEE, 03 p., Out 2002. Disponível em: <[http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011\\_02.pdf](http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf)> Acessado em 14 de Maio 2011.
- FERREIRA, Gilda Carneiro & RIBEIRO, Teodorico de Melo. **Mineração subterrânea de carvão X Comunidade no seu entorno: Um exemplo de Santa Catarina**. In: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 60, n.3, 2007.
- FERREIRA, Marieta de Moraes. **História, tempo presente e história oral**. Topoi, Rio de Janeiro, dezembro 2002, pp. 314-332.
- FREIRE, William. **Comentários ao Código de Mineração**. Belo Horizonte. 2<sup>a</sup> ed. Aide,1996
- GERMANI, Darcy José. **A mineração no Brasil**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Ciências, Tecnologia e Inovação. Rio de Janeiro, 2002.
- GONÇALVES, A.L; KANTOR, I: **Universo do Negro em Minas Setecentista**, Editora Atual – São Paulo, 1996 p. 26
- GOMES, C. B. **Técnicas analíticas instrumentais aplicadas à geologia**. São Paulo: Edgar Blücher, 1984
- HARDER, E. C.. CHAMBERLIN, R. T. **The geology of central Minas Gerais**, J. Geol. 23 (445): 341 – 424, 1915
- JAMES, H. L. **Sedimentary facies of iron formation**. Econ. Geol., 49 (3): 235 – 293, 1954.
- KOSHIBA, L.; PEREIRA, D.M.F: **História Geral e Brasil**: Editora Atual, São Paulo – SP, 2006
- LADEIRA E. A.; VIVEIROS J. F. M. **Hipótese sobre a estruturação do Quadrilátero Ferrífero com base em dados disponíveis**. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Minas Gerais, 4: 1-14, 1984.
- MARSHAK, S.; ALKMIM, F. F. **Proterozoic extension/contraction tectonics of the southern São Francisco craton and adjacent regions**, Minas Gerais, Brazil: a Kinematic model relating Quadrilátero Ferrífero, São Francisco Basin and Cordilheira do Espinhaço. Tectonics, 8 (3): 555 – 571, 1989.
- MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 295p.

OLIVEIRA, M. T. **Topografia nos módulos I à V; Geodésia e Resíduos Sólidos.** Produção e geração de resíduos. Belo Horizonte: FEAMIG, aula 1, p. 1-1.20, 2008, [apostila]

ROSIÈRE, C. A. **A recristalização do minério de ferro da jazida do pico de Itabirito no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, e suas implicações genéticas.** In: Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 2. Belo Horizonte, 1983. Anais... Belo Horizonte, SBG, PL 157 – 186 (Vol. 3)

SILVA, João Paulo Souza. **Impactos Ambientais causados pela Mineração.** Revista Espaço da Sophia, Meio Digital, p.1-13, Nov. 2007.

SILVA, Vera Lucia Pinheiro da. **Aplicações Práticas do Código de Barras.** São Paulo: Nobel, 1989. 90p.

SOUZA, Alessandro José de. **Sistema de Gerência de Informação de Processos Industriais via WEB.** Natal: 2005. 68p. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

SLACK, N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISSON, A & JOHONSTON, R. **Administração da Produção:** Editora Atlas, São Paulo – SP, 2002.

TACHIZAWA, T. e MENDES, G. **Como fazer monografia na prática.** 12 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

THOMPSON, Paul Richard. **A voz do Passado: História Oral.** São Paulo: Paz e Terra, 1991.

TOLEDO, V.V; GANCHO, C.V **O Brilho dos Metais:Mineração e Metalurgia no Brasil:** Editora Moderna, 2º edição, SP, 1997

TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica:** Editora Boojman, Porto Alegre – RS, 1999.

VANZOLINI, Fundação. **Gestão de Operações:** Editora Edgard Blucher, São Paulo – SP, 1998.

VALADÃO, G.E.S., ARAÚJO, A.C. **Introdução ao Tratamento de Minérios.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

<<http://ensinoatual.com/blog/?p=893> > acessado em 19 de Junho de 2011 às 13:20

<<http://pt.scribd.com/doc/7232031/o-Que-Significa-Metodologia> > acessado em 19 Junho às 16:00