

PRÉ-AERAÇÃO AIR-JET UMA MISTURA PERFEITA PARA OXIDAÇÃO DE SULFETOS, E RACIONALIZAÇÃO DO USO DE CIANETO DE SÓDIO.

Lima, J. I.¹; Gomes, M. D.²

Rio Paracatu Mineração S.A. Morro do Ouro, s/n. CEP 38.600-000. Paracatu-MG. Tel. 38 – 3679-1120.

E-mail: jose.ivanildo@rpm.kinross.com

marcos.gomes@rpm.kinross.com

RESUMO

A Rio Paracatu Mineração S/A (RPM), localizada no município de Paracatu, Minas Gerais, iniciou sua operação em 1987. A mina, denominada Mina Morro do Ouro, lavra minério aurífero oxidado e sulfetado. A planta de Hidrometalurgia processa atualmente 270 mil toneladas de concentrado e produz 6 toneladas de ouro por ano. Este trabalho apresenta estudos realizados visando avaliar novas tecnologias que possibilitassem a otimização da Planta de Hidrometalurgia para tratamento de minérios sulfetados, objetivando o aumento de recuperação do ouro e racionalização do consumo de cianeto de sódio. Após uma série de inovações tecnológicas implementadas no circuito de Hidrometalurgia, a recuperação metalúrgica evoluiu de 92,0 para 96,5%, e o consumo de cianeto reduziu de 6,0 kg/t para a faixa de 3,0 kg/t. Visando otimizar o processo de cianetação atual, foram efetuadas uma série de testes em escala de laboratório buscando especificar os complexos de cianetos gerados na etapa de cianetação e o consumo real para o concentrado da RPM. Os resultados dos testes evidenciaram a possibilidade de recuperação metalúrgica de 97,0%, e uma redução do consumo de cianeto em aproximadamente 30% através da implementação da etapa de pré-aeração.

Norteados pelos resultados da pesquisa, foram programados testes em escala industrial vislumbrando alcançar os resultados propostos, adaptando o circuito para a etapa de pré-aeração utilizando Injetores de ar/oxigênio, variando a dosagem de oxidante. Os resultados alcançados não foram satisfatórios, não conseguindo oxidar os sulfetos, e elevando o teor de ouro no rejeito final. Objetivando aperfeiçoar a etapa de pré-aeração proposta, foi desenvolvido pela equipe da Hidrometalurgia e a empresa White Martins, fornecedora do oxidante um sistema de ejetor que foi adaptado no recalque do sistema de recirculação de polpa no tanque de pré-aeração.

O sistema implementado, possibilitou uma oxidação significativa dos sulfetos de ferro a níveis de 2,0 ppm, possibilitando ajuste na dosagem do reagente cianeto de sódio que variava de 600 a 900 ppm para a faixa de 350 a 600 ppm, possibilitando assim uma redução de consumo absoluto da ordem de 15 a 30,0% e específico de 2,2 kg/t para a faixa de 1,4 kg/t bem como um ganho na recuperação metalúrgica na ordem de 0,5 a 1,0%, melhorando significativamente a performance da unidade de hidrometalurgia levando à melhoria no controle ambiental atendendo ao código internacional de cianeto e, à diminuição de custos operacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Cianetação, Ouro, Pré-aeração, Recuperação Metalúrgica.

ABSTRACT

The Rio Paracatu Mineração S/A (RPM), located in the city of Paracatu, Minas Gerais, started its operation in 1987. The mine, called Mina Morro do Ouro, extracts auriferous oxidized and sulfide ore. The hydrometallurgical plant processes currently 270 thousand tons of concentrate and produces 6 tons of gold per year. This work presents studies which aims to evaluate new technologies to make possible the optimization of the Hydrometallurgical Plant for sulfide ore treatment, to increase the recovery of gold and to minimize the sodium cyanide consumption. After implementation of several technological innovations in the hydrometallurgy circuit, the metallurgical recovery increased from 92.0 to 96.5%, and the cyanide consumption reduced from 6.0 kg/ton to about 3.0 kg/t. Aiming at optimize the current cyaniding process, several tests were carried out in a lab scale to specify the cyanide complexes generated in the cyaniding stage, and the real consumption for the RPM concentrate. The results of the tests make evident the possibility of metallurgical recovery of 97.0%, and a reduction of the consumption of cyanide in about 30% through the implementation of a pre-aeration step.

Guided by results of the research, tests in industrial scale had been scheduled to reach the suggested results. A pre-aeration step was adapted to the circuit with Ar/O₂ injectors, varying the amount of oxidant. The reached results had not been satisfactory. It was not possible to oxidize the sulfides, and the gold amount in the tailings increased. Aiming at improving the pre-aeration step, the hydrometallurgy team and the company White Martins, oxidant supplier, developed an injection system that was adapted in the pre-aeration tank from the pulp recirculation system.

The implemented system, made possible a significant iron sulfide oxidation to the level of 2,0 ppm, enabling the sodium cyanide dosage adjustment from 600 to 900 ppm to the range of 350 to 600 ppm. This enabled a reduction of absolute consumption from 15 to 30.0%, a reduction of specific consumption from 2.2 kg/ton to 1.4 kg/ton, and a gain of 0.5 to 1.0% in the metallurgical recovery. The hydrometallurgy unit performance improvement led to an environmental control improvement, to compliance with the International Cyanide Code, and to operational costs reduction.

Keywords: cyaniding process, gold, pre-aeration, metallurgical recovery.

1. INTRODUÇÃO

O beneficiamento de minérios de ouro apresenta algumas peculiaridades que o distinguem de outros métodos de tratamento. A espécie submetida ao processo de beneficiamento é uma entidade química em sua forma elementar metálica, caracterizada por elevadas densidade e maleabilidade. O valor de mercado do produto é consideravelmente superior ao da grande maioria dos bens minerais.

Em linhas gerais, as rotas de processamento podem se restringir a uma mera adequação granulométrica, concentração, e submetê-las às etapas hidrometalúrgicas subsequentes.

A unidade de Hidrometalurgia da Rio Paracatu Mineração utiliza em seu processo produtivo o cianeto de sódio no circuito CIL (Carbon In Lixing) para solubilização do ouro, e no circuito de Dessorção como catalisador para acelerar a cinética de dessorção.

O consumo industrial de cianeto no circuito em 2005, foi da ordem de 2,8 kg/t de concentrado tratado, sendo 2,1 kg/t no circuito CIL e 0,7 no circuito de Dessorção.

A projeção de consumo do reagente para 2006 até o mês de junho estava na ordem de 3,3 kg/t. Objetivando diagnosticar a performance do circuito CIL RPM, foram enviadas amostras de concentrado para a empresa Lakefield no Canadá, onde se realizou testes comparativos entre as amostras, acrescido da etapa de pré-aeração, analisando seus respectivos consumos e complexos formados, que ocasionavam elevação de consumo do reagente citado.

Os resultados em escala de laboratório sugeriram a implementação da etapa de pré-aeração no circuito industrial RPM, e que propiciou uma redução significativa no consumo de cianeto de sódio, além de possibilitar melhoria na recuperação metalúrgica. O estudo e desenvolvimento detalhado estão descritos no relatório transcrito.

2. OBJETIVO

Avaliar em escala de laboratório a recuperação metalúrgica e consumo de cianeto em relação ao circuito com a etapa de pré-aeração, verificando a viabilidade técnica de utilização desta etapa no circuito CIL da RPM como etapa alternativa.

3. METODOLOGIA

Foram realizados testes no Laboratório de Tratamento de Minérios/Planta Piloto Lakefield com as seguintes condições:

- ✓ Teste sem pré-aeração;
- ✓ Teste com pré-aeração;
- ✓ Especificação de Cianeto;
- ✓ Solubilização de Ferro;
- ✓ Solubilização de cobre.

O equipamento usado para a realização dos testes foi o Rolling botler, e o tempo de residência definido para a etapa de pré-aeração foi de 20 horas, e o tempo de lixiviação 45 horas.

Após ser analisado o teor de Au, S e Cu na amostra cabeça o concentrado foi repolpado a 45% de sólidos, e dividido em 3 partes conforme tabela I apresentada abaixo.

Tabela I – Resultados testes de cianetação – Extração de Ouro

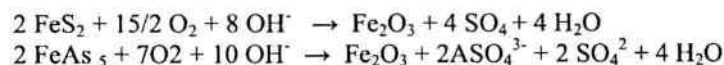
Test	Cianetação (45% Sólidos, pH 10.5-11, 45 horas)								Extração(%)		Ouro		Cu	
	Pré-Aeração h	Carvão ativado g/L Sol'n	NaCN				CaO		Au	Cu	CN Resi g/t	Cal. novo g/t	CN Resi %	Cal. novo %
			Conc. (g/L)		Add. Kg/t	Cons. Kg/t	Add. Kg/t	Cons. Kg/t						
			0-4 h	After 4 h										
CN-1	...	5	1.0	0.5	2.71	2.09	6.40	6.32	97.2	14.8	0.28	10.0	0.11	0.13
CN-3	20	5	1.0	0.5	1.71	1.40	7.53	7.53	95.9	19.3	0.43	10.5	0.08	0.10
CN-4	20	7	1.0	0.5	2.19	1.62	6.66	6.66	96.7	13.2	0.38	11.5	0.10	0.12

Fonte: Relatório Lakefield teste cianetação

Para a definição da melhor rota de processo, foram mensurados os efeitos dos contaminantes, e a especiação dos complexos formados, que possibilitaram definir a proposição para testar em escala industrial a etapa de pré-aeração no circuito RPM, conforme tabela III.

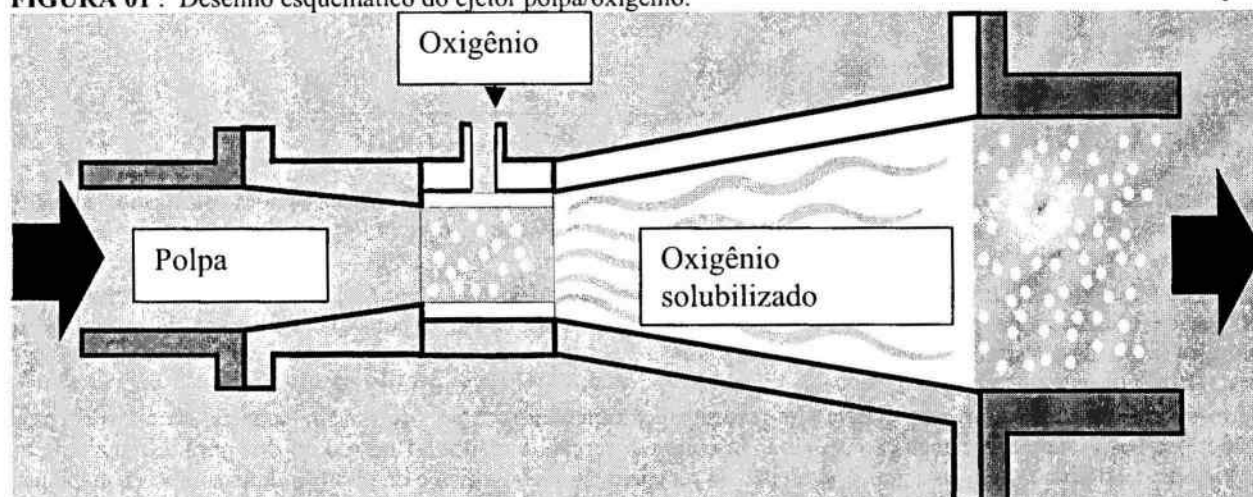
Paralelo aos resultados dos testes efetuados pela Lakefield, a equipe da hidrometalurgia da RPM em conjunto com a empresa White Martins (fornecedora do oxigênio), desenvolveram um sistema de ejeção polpa/gás que possibilitasse a melhor mistura do oxigênio e polpa alimentada no circuito de pré-aeração conforme figura I.

Tal dispositivo possibilitou uma mistura eficiente e conseqüentemente a efetiva oxidação dos sulfetos de ferro conforme proposto por (Ciminelli 1995), onde foi caracterizado o minério sulfetado da Rio Paracatu mineração S.A que era constituído basicamente de pirita e arsenopirita conforme reação a seguir:



(Nicol apud Ciminelli 1995) comenta que em condições de agitação vigorosa e de elevadas taxas de suprimento de oxigênio a reação pode ser controlada pela reação química. Nesse caso as condições experimentais mantidas levam ao controle por difusão de oxigênio, e o sistema de dispersão se tornou de primordial importância para o sucesso da etapa proposta.

FIGURA 01 : Desenho esquemático do ejetor polpa/oxigênio.



Fonte: Arquivos white Martins

Após desenvolvimento do ejetor, foi realizado teste exploratório para encontrar as condições operacionais mais adequadas para operação futura. Os parâmetros utilizados nos testes exploratórios podem ser observados na tabela II, sendo o objetivo principal as oxidações dos sulfetos de ferro que apresentavam maior consumo de cianeto.

Tabela II - Teores de Fe e Cu na fase de teste.

Período	Fe (ppm)	Cu (ppm)	O2 TQ206 (ppm)
01 à 14/06/06 antes do teste	60 ppm	268,85	7,7
15 à 30/06/06 (Fase Otimização)	2,21 ppm	336,6	9,3
01 à 31/07/06 (Fase Otimizada)	2,497 ppm	379,10	2,1

Conforme se observa na tabela II, verifica-se que o objetivo principal estava sendo alcançado, pois o ferro solubilizado reduziu da faixa de 60 mg/l para a faixa de 2 mg/l, mesmo tendo um tempo de residência de apenas 7,5 horas contra 20 horas proposto pela Lakefield nos testes preliminares.

No decorrer do teste foram realizadas amostragens para acompanhamento, sendo que os parâmetros Fe e cobre em solução passaram a ser rotina, pois indicavam a eficiência de oxidações de sulfetos e direcionava as ações de controle referente à dosagem de oxigênio e cianeto nos tanques de cianetação.

Continuamos o teste exploratório por 45 dias, onde passamos a reduzir a concentração de cianeto no primeiro tanque de cianetação, em função do teor de ouro no 25TQ210, que representava em torno de 30 horas de lixiviação.

Ao término do teste exploratório, todos os dados foram tratados, e parâmetros de operações foram definidos para direcionar as ações da equipe de operação da hidrometalurgia, e também gerenciar a evolução do consumo de reagentes conforme apresentado na tabela III.

TABELA III: Evolução do consumo de reagentes

Período	Massa de Concentrado (Toneladas)	Oxigênio (m3)	Cianeto TAC (ppm)	Cianeto Total (toneladas)
01 à 15/06/06 antes do teste	10.806	34.166 m3	540	27.521
16 à 30/06/06	10.816	40.140	503	23.932
01 à 31/07/06	20.165	76.237	464	46.580
01/01/06 à 31/05/06 (média)	104.005	62.242	603	66.383

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos no decorrer do teste exploratório foram bastante representativos, alcançando valores consistentes aos apresentados pelos testes iniciais executados na Lakefield.

O trabalho sobre otimização do processo hidrometalúrgico da mina Morro do Ouro (Lima, et al 2005), apresentou os benefícios da utilização do oxigênio no circuito de cianetação, ressaltando o potencial de ganho de recuperação metalúrgica, e que demonstrou efetividade neste trabalho.

Outro resultado que superou as expectativas foi a recuperação metalúrgica, pois com a implantação da etapa de pré-aeração passamos a efetuar a cianetação em paralelo com a adsorção, evitando assim a ação de "preg robings", bem como a readsorção do ouro em solução. A evolução da recuperação metalúrgica e de redução de consumo de cianeto é apresentada na tabela IV.

TABELA IV: Evolução da recuperação metalúrgica e cianeto

Período	S (%)	Rec. Metalúrgica (%)	Oxigênio (m3/t)	NaCN Eluição (kg/t)	NaCN CIL (Kg/t)	NaCN (kg/t) total
01 à 14/06/06	15,18	97,274	3,16	0,72	1,83	2,55
15 à 30/06/06	12,54	97,603	3,71	0,73	1,48	2,21
01 à 28/07/06	15,34	97,73	3,78	0,83	1,476	2,31
Ganho potencial	-	0,5	-0,07	-	0,354	0,24

Conforme os dados observados na tabela IV, constata-se que a etapa de pré-aeração utilizando o ejetor para aperfeiçoar a mistura gás/polpa apresentou resultados satisfatórios, superior ao observado nos testes da Lakefield.

Outro ponto importante a ser analisado é a elevação do consumo de oxigênio:

Observa-se que uma quantidade superior na dosagem de oxigênio favorece a redução do consumo de cianeto e à melhoria na recuperação metalúrgica, justificando o aumento de consumo. Trindade 2002, afirma que o gerenciamento da unidade de cianetação é embasada em controles de oxigenação, concentração de cianeto, % sólidos, teor de ouro, e atividade de carvão. O trabalho nos demonstra que o circuito de lixiviação de ouro, sempre apresenta possibilidades de ajustes, e no caso específico da RPM, incorporamos na rotina diária a análise do ferro em solução para gerenciamento da pré-aeração.

5. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES

O teste exploratório mostrou potencial para redução do consumo de cianeto de sódio na faixa de 15%, quando comparado com o primeiro período de junho/2006, quando comparado com a média de consumo realizado até o mês de maio/06 (3,33 kg/t) obtivemos uma redução de 30% ano. Para alcançar tais resultados faz-se necessário um tempo de residência da polpa na pré-oxidação por um período de 8 horas e uma dosagem de oxigênio puro na faixa de 3,78 m³/t, representando um aumento de 21,0% no consumo de oxidante, quando comparado com o consumo médio até junho/2006 conforme apresentado na tabela V.

Em contrapartida a redução do consumo de cianeto entre 15 a 30%% irá gerar uma receita que justifica a elevação do consumo do oxidante.

TABELA V: Aumento do consumo de oxidante

Período	Consumo médio Oxigênio	Aumento de consumo (m3)	Preço Oxigênio	Aumento de custo Projetado (anual)
Junho	62.246	12.060	0,9292	5.093
Julho	62.246	13.989	0,9292	70.911

A tabela VI apresenta a projeção de redução de consumo baseado no consumo praticado nos meses de junho e julho/2006.

TABELA VI: Projeção de redução de custo com cianeto

Período	Orçamento Cianeto (Kg)	Realizado Cianeto (Kg)	Custo Cianeto (US\$/kg)	Redução de Custo (US\$)	Projeção Ganho Anual (US\$)
Junho	71.000	51.235	1,60	31.624	
Julho	73.000	46.580	1,60	42.272	507.264,00

Além da redução de custo projetada em US\$ 436.353 anual, foi observado também uma melhoria na recuperação metalúrgica, mesmo tratando minérios com maior teor de enxofre, e se persistir tais resultados o ganho para a RPM, será ainda mais significativo podendo variar entre 0,5 e 1,0% de ganho de recuperação da Hidrometalurgia, equivalente a 803,78 oz projetado sobre uma produção de 5,0 toneladas de ouro/ano, ou seja, US\$ 498.344.

5.1. Recomendações

Conforme resultados apresentados, sugerimos a manutenção da etapa de pré-aeração, para otimização dos parâmetros operacionais.

- ✓ Testar injeção de ar comprimido no sistema de injeção a fim de minimizar consumo de oxigênio.
- ✓ Analisar a retirada de dois tanques do circuito CIL, pois o perfil atual nos visualiza tal proposição.
- ✓ Analisar a possibilidade de tratamento do efluente final no último tanque do circuito atual.

6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos nos testes laboratoriais e teste exploratório que estão projetando uma redução de custos da ordem de US\$ 440.000 com o reagente cianeto de sódio, e uma receita da ordem de US\$ 500.000 com o aumento de produção de ouro proveniente da melhoria de recuperação metalúrgica, se aconselha a manutenção da etapa de pré-aeração no circuito hidrometalúrgico da RPM.

Ressalta-se que estes testes são indicativos, porém não conclusivos, e que a continuidade da operação nos parâmetros estabelecidos irão nortear os controles necessários na busca de aperfeiçoamento da etapa implementada.

7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Ciminelli Virgínia S. T, Físico-química das Relações oxidação de sulfetos em solução alcalina e na cianetação. Julho/1995.

Lima, J. I.; Gontijo, P. F. Tondo, L. A. Otimização do Processo Hidrometalúrgico na Mina Morro do Ouro – Paracatu MG, Novembro 2005.

TRINDADE Roberto de Barros Emery Extração de Ouro, Princípios, Tecnologia e Meio Ambiente. Corbã. Ed.Artes Gráficas. 2002.

Relatórios Internos do Departamento de Hidrometalurgia da RPM. 1998 a 2006.