



Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de
Minas

PMI-500

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas

***“INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE
SÓLIDOS E DO TEMPO DE RESIDÊNCIA NA
FLOTAÇÃO DE OURO”***

- Dezembro 1995 -

Autor

César Augusto Gazzola de Castro

“Padrinho”

Prof. Eldon de Azevedo Masini

EPMI
TF-1995
C279i

Syano 1587349

Escola Politécnica de Minas
Departamento de Engenharia de

Minas



EPMI-200

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas

"INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE
SÓLIDOS E DO TEMPO DE RESIDÊNCIA NA
FLOTAÇÃO DE OURO"

M1995e

- Dezembro 1995 -

DEDALUS - Acervo - EP-EPMI



31700005928

Autor

César Augusto Gazzola de Castro
Prof. Titular de Engenharia de Minas

ÍNDICE

1. Introdução e objetivos

1.1. Apresentação da empresa

1.2. O projeto de otimização do processo

2. Parte experimental

2.1. A célula piloto

2.2. A metodologia dos ensaios

3. Comentários e conclusões

4. Agradecimentos

5. Bibliografia

6. Anexos

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo o estudo da influência, na recuperação do ouro de um minério fino e com baixo teor, da concentração de sólidos na alimentação e também do tempo de residência do minério na célula de flotação, como parte de um projeto de otimização do processo de beneficiamento do minério aurífero da mina do Morro do Ouro, de propriedade da empresa Rio Paracatu Mineração S.A. - RPM. Ele se constitui na realização e análise de resultados de ensaios de flotação contínuos em uma célula piloto instalada no interior da usina de beneficiamento da RPM, que é alimentada pelo mesmo material que alimenta as células scavenger da planta industrial e que possui uma ampla flexibilidade operacional, possibilitando a realização de vários tipos de testes.

1.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

- **Histórico**

A descoberta de ouro na região de Paracatu está associada aos bandeirantes paulistas que buscavam novas terras no início do século XVIII. A memória histórica permite localizar as áreas mais significativas, destacando-se o depósito de do Morro do Ouro como a mais importante. As atividades de extração se desenvolveram por quase dois séculos, dando origem à Vila de Paracatu. Com o esgotamento da capa superficial de minério, bem como a abolição da escravidão no final do século XIX, as atividades de extração foram interrompidas. Desde então, o morro do ouro ficou sem atividade, a não ser pela prática de garimpos esporádicos, devido à impossibilidade técnica e econômica de aproveitamento do minério de baixo teor.

Este fato só foi superado pela RTZ Mineração Ltda. - RTZM, empresa detentora de alta tecnologia e grande experiência na área. Assim, o Projeto Morro do Ouro reabriu o antigo sítio de mineração. Através da associação da RTZM com a Autram Mineração e Participação S.A., foi fundada em 1985, a Rio Paracatu Mineração S.A., que iniciou em dezembro de 1987 as suas operações, e o hoje se constitui na empresa que possui a segunda maior produção de ouro em uma única mina no país, além de possuir a maior produção de ROM. A mina de Morro do Ouro também se destaca internacionalmente por lavrar um minério como um dos mais baixos teores de ouro do planeta.

- **O processo**

A lavra é realizada a céu aberto em bancadas de oito metros, realizando o desmonte do minério com tratores escarificadores e, ocasionalmente, com explosivos.

Inicialmente o minério é reduzido a 25 mm através de dois estágios de peneiramento intercalados a dois estágios de britagem. O minério é então

submetido à moagem e ciclonagem em circuito fechado e a três estágios de flotação. O concentrado de flotação é submetido então a uma concentração gravimétrica, cujo rejeito alimenta o circuito CIL e posteriormente o circuito CIP, onde o ouro é dissolvido com cianeto de sódio e absorvido por carvão ativado. O produto final constitui-se de barras contendo 70-80% de ouro, que são encaminhadas para as refinadoras.

- O Plano de controle ambiental

A empresa implantou e opera um rigoroso plano de controle ambiental constituído por um conjunto de ações e programas que objetivam minimizar e controlar os impactos provocados pela operação da RPM. Paralelamente à implantação dessas diversas ações, faz-se monitoramento contínuo, para acompanhar a eficiência do sistema de controle adotado.

Para o controle da poeira as vias de acesso e de circulação interna (transporte e carregamento de minério) recebem uma camada superficial de laterita e, tanto essas vias como as frentes de lavra, são permanentemente aspergidas com água através de caminhões pipa. Nas praças sem atividade utiliza-se a aspersão de solução de cal, criando uma película superficial protetora, evitando a formação de poeira pelo vento. O monitoramento da poeira é realizado em quatro locais na cidade de Paracatu e na mina, através de equipamentos de amostragem (HI-VOL). Os resultados têm demonstrado valores abaixo dos limites de tolerância. Este monitoramento foi iniciado antes da implantação do projeto. A comparação dos dados anteriores com os atuais, indica que não houve qualquer influência devido à operação. Em relação à poeira produzida na britagem, foi instalado um sistema coletor de pó por via úmida que eliminou o problema.

No desenvolvimento da lavra pratica-se um sistema de drenagem superficial que conduz as águas pluviais para tanques de contenção de onde os sólidos sedimentam, evitando o carregamento destes para o Córrego Rico. Na estação seca, a água armazenada nos tanques é usada para aspersão por caminhões pipa para controle de poeira nas áreas da mina e industrial.

Todo efluente líquido final da unidade industrial (planta de beneficiamento e hidrometalurgia) é encaminhado através de um canal até a barragem de contenção de rejeito. O efluente do beneficiamento (sólidos, espumante e coletor) e da hidrometalurgia (cianeto), juntam-se no canal e seguem para a barragem, onde também ficam retidos os sólidos resultantes do processo. Os teores de cianeto nas água a jusante da barragem e na bacia são monitorados diariamente, e os resultados obtidos no quatro anos de operação mostram valores sempre inferiores a 0,01 ppm. Além disso, é desenvolvido um monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da área de influência da barragem.

A mineração a céu aberto, inevitavelmente, remove a cobertura vegetal e provoca feridas no terreno. Estes danos são objeto de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD, que será executado em consonância com a atividade de mineração e se estenderá até a completa reabilitação da área, bem após o término das operações da RPM. Este compromisso é assegurado, ao longo da vida útil da mina, pela provisão nos orçamentos de cada ano de uma verba para execução do PRAD. Atualmente, a RPM vem executando testes de desenvolvimento de espécies vegetais nativas e exóticas sobre diversos tipos de solos e do rejeito que existirá ao final da mineração e implementa o paisagismo em áreas internas e externas. Essas ações são apoiadas por um viveiro de mudas, com capacidade de produção de 30.000 mudas/ano.

- A avaliação do impacto ambiental

As pesquisas geológicas desenvolvidas no Morro do Ouro, tiveram início em 1980 e duraram cinco anos, as quais definiram uma jazida com teor médio de 0,6 g/t de ouro. Em 1985 iniciaram-se os procedimentos para implantação do empreendimento, sendo que em maio daquele ano, apresentou-se o Relatório de Impacto Ambiental e outros documentos à Comissão de Política Ambiental - COPAM, para requerimento da licença de instalação. Dentro deste contexto a RPM assume, desde seus primeiros

momentos, a posição de respeito e cuidado para com os bens da natureza a serem explorados e para com o meio ambiente circunvizinho, buscando, na prática, a estratégia para a utilização sustentável dos recursos minerais. Para isso, são desenvolvidas pesquisas contínuas para detalhamento das reservas já disponíveis e para conhecimento dos potenciais, bem como aplicação de tecnologia apropriada à jazida, de modo a se obter o melhor rendimento de sua extração. Esta situação é demonstrada pela utilização da tecnologia para a recuperação, sem desperdícios, do ouro contido no minério de mais baixo teor explorado no mundo (0,6 g/t). Não fosse assim, esta seria apenas uma curiosidade geológica, uma entre muitas jazidas antieconômicas, e não um efetivo recurso mineral.

Dentro dessa mesma equação de respeito para com os bens da natureza situam-se: - a minimização do consumo de combustíveis e energia elétrica, pelo desenho racional das instalações industriais, aproveitando-se ao máximo do transporte por gravidade; - a minimização do consumo de água nova pela alta taxa de recirculação de água reaproveitada no processo; e - a contínua minimização do consumo de insumos químicos, tal como o cianeto de sódio, cuja taxa de utilização vem progressivamente caindo ao longo dos quatro anos de operação.

Em relação ao meio ambiente circunvizinho, a RPM implantou e opera um rigoroso sistema de controle das fontes de geração de efluentes, sólidos e atmosféricos na área da mina e na industrial.

- A segurança

A RPM possui um Departamento de Segurança e Medicina do Trabalho formado por médicos, engenheiros, enfermeiros e técnicos especializados, para garantir aos funcionários um ambiente de trabalho sem riscos. Adotando um sistema de prevenção de acidentes com campanhas e treinamentos constantes a respeito das normas de segurança, a RPM obteve não só o reconhecimento dos funcionários e seus familiares, como recebeu por duas vezes o troféu de vencedora do Concurso Anual de Segurança versão 89 e 90,

outorgado pela ABPA - Associação Brasileira de Prevenção de Acidentes, a classificação internacional de empresa 5 estrelas em segurança do trabalho e mais recentemente o prêmio NOSCAR, considerado o "Oscar" da segurança no mundo, outorgado pela NOSA - National Occupation Safety Association, organização de segurança ocupacional da África do Sul.

1.2. O PROJETO DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO

O projeto de otimização do processo de beneficiamento do minério aurífero da mina de Morro do Ouro é desenvolvido continuamente e, para tal, conta com um departamento próprio, o Departamento de Processo, ligado à Gerência de Desenvolvimento. Ele promove a melhoria contínua de todas as operações unitárias ligadas ao beneficiamento, visando um melhor aproveitamento do minério, isto é, buscando maximizar a recuperação do ouro, pois no caso de um bem mineral de tão alto valor, as perdas no processo de beneficiamento se traduzem em enormes e inadmissíveis perdas monetárias.

O presente trabalho se insere em uma campanha de redução do teor de ouro no rejeito da usina, através do ataque direto à operação unitária geradora do rejeito final da usina : a flotação scavenger. Neste caso, o ataque se deu de modo a atuar em duas das principais variáveis presentes na flotação: a concentração de sólidos da polpa alimentada na célula e o tempo de residência da polpa na célula. Foram realizados ensaios de bancada que mostraram uma tendência de redução no teor de ouro do rejeito para polpas mais diluídas, o que justificou a realização dos ensaios contínuos na célula piloto.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. A CÉLULA PILOTO

A célula de flotação piloto está instalada no interior da usina de beneficiamento da RPM, sendo alimentada pelo mesmo material que alimenta as células scavenger da linha C da usina (material proveniente do overflow dos hidrociclones, com 38% de sólidos em peso e 8% retido em 100#, de acordo com o fluxograma de processo em anexo).

Seu suprimento de água e reagentes é independente, o que possibilita a flexibilidade nos ensaios: pode-se realizar ensaios com qualquer concentração de sólidos, tempo de residência da polpa e concentração de reagentes, independentemente dos parâmetros operacionais da usina. Se trata de uma célula de flotação mecânica Outokumpu, com volume de 2,2 m³.

2.2. A METODOLOGIA DOS ENSAIOS

Foram realizados ensaios com 12 conjuntos de condições operacionais distintos, doravante denominados teste 1 a 12. O período de duração destes testes foi também muito variado, partindo de 4 até 74 turnos de operação (32 a 592 horas de operação). A duração total dos testes foi de 329 turnos (2.632 horas de operação).

Como metodologia para amostragem foram adotados os seguintes procedimentos: a cada hora decorrida era recolhida uma amostra do concentrado da célula, uma amostra do rejeito e uma da alimentação. Estas amostras eram colocadas em três baldes: concentrado, rejeito e alimentação. Ao final de um turno (8h), cada balde continha o material correspondente a 8 amostras misturadas. O material destes baldes era então quarteado em um quarteador de polpa, dando origem a alíquotas que seguiam para testes de densidade de polpa e concentração de sólidos, e também para o laboratório químico da empresa, onde o teor de ouro era determinado através do método de absorção atômica até a precisão de mg/t.

Na usina a alimentação das células scavenger contém 38% de sólidos em massa, portanto nos testes devia-se utilizar na alimentação da célula piloto uma porcentagem de sólidos em torno desta última, pois variações muito grandes seriam de difícil implementação posterior na usina. Decorrente disso resolveu-se utilizar concentrações de sólidos entre 30 e 40% (pode-se notar que a faixa de variação inferior é maior devido às indicações decorrentes dos testes em bancada de que estas são as melhores condições).

Quanto ao tempo de residência do minério na célula de flotação, que na usina é de 11 minutos para as células scavenger, foi usada uma faixa de variação proporcionalmente muito grande, pois já se sabia que para pequenas variações o impacto na recuperação do ouro não se altera muito significativamente, embora este seja um parâmetro que operacionalmente é de muito penosa alteração, pois está envolvido diretamente com a capacidade volumétrica das células.

Quanto à concentração de reagentes de flotação na célula, nada foi alterado em relação à usina, pois este parâmetro não apresentava interesse neste trabalho.

Todos os dados relativos aos testes podem ser vistos nas tabelas de resultados dos testes em anexo e na tabela de resumo dos resultados dos testes também em anexo. Nestas tabelas também estão os resultados da amostragem sistemática realizada na usina naqueles turnos de operação, para comparação dos resultados.

3. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados obtidos nos testes de flotação podemos primeiramente notar que as expectativas quanto à influência da concentração de sólidos foram confirmadas.

Se nos determos nos testes 1, 4, 5, 6, 11 e 12, aqueles onde o tempo de residência do minério na célula piloto foi igual ao da usina (11 min.), podemos ver que há uma clara tendência ao aumento da recuperação do ouro em relação àquela obtida na linha C da usina.

Nos testes 2, 3 e 10 podemos observar que aumentos bastante significativos do tempo de residência em relação à usina, não impactaram consideravelmente na variação da recuperação do ouro.

Nos testes 7, 8 e 9, por sua vez, vemos que a diminuição do tempo de residência associada a uma diluição da polpa alimentada deu origem a resultados semelhantes àqueles com tempo de residência igual ao da usina, isto é, a recuperação do ouro parece ter crescido com a diluição da polpa, sendo pouco afetada pelo intervalo de permanência mais reduzido do minério na célula.

Analisando-se todos os testes em conjunto temos uma indicação bastante forte de que uma boa alternativa para modificações que visem o aumento da eficiência do processo é a diluição da polpa que alimenta as células de flotação scavenger, através da adição de água nova ao overflow dos hidrociclones. Isso acarretaria uma imediata diminuição do tempo de residência do minério nas células scavenger, supondo constantes os volumes das células e alimentação da usina, o que já vimos que, até certos limites, não é prejudicial ao processo.

Os aumentos na recuperação de ouro obtidos nos testes são bastante significativos, pois cada ponto percentual de aumento na recuperação do ouro representa uma receita operacional anual extra de cerca de R\$ 700.000, para uma cotação do ouro de R\$ 12,00/g.

Outra alternativa também seria a manutenção da produção atual de metal e uma diminuição no volume lavrado, o que poderia ampliar a vida útil da jazida.

Devemos ressaltar também que qualquer alteração no processo demandaria uma análise econômica prévia, análise esta que certamente condenaria qualquer intenção de substituição de equipamentos do porte das células de flotação. Portanto nos restaria a opção da simples introdução de água na alimentação das scavenger, reduzindo o tempo de residência e, ainda assim torcer por uma análise econômica favorável, pois para tal se faria mister a ampliação da capacidade do sistema de captação de água para o processo, o que seria também bastante oneroso, dada a distância dos pontos de captação.

Para finalizar devemos ressaltar também que as variáveis do processo de flotação que aqui foram manipuladas atuam em fenômenos do processo de flotação que ainda na estão completamente esclarecidos, em especial para materiais com a complexidade mineralógica e fina granulometria como a do minério com que trabalhamos; devido a esse fato, devemos ser, no mínimo, cautelosos ao extrapolar os resultados aqui obtidos para outros minérios ou condições operacionais.

4. AGRADECIMENTOS

Desejo agradecer a todos os funcionários da Rio Paracatu Mineração S.A. que colaboraram direta ou indiretamente com a realização deste trabalho, e especialmente ao Engº Haroldo Costa Lopes, responsável pelo Departamento de Processo da RPM, pela liberação dos dados e informações necessários para este estudo.

Agradeço também ao meu "Padrinho", o Prof. Eldon de Azevedo Masini, pelas orientações fornecidas e também pela tolerância e atenção a mim dispensadas.

5. BIBLIOGRAFIA

- AKSOY, B. S.; YARAR, B. Natural hydrophobicity of native gold flakes and their flotation under different conditions. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROCESSING OF COMPLEX ORES, Halifax, 1989. **Processing of complex ores: proceedings**. New York, Pergamon, 1989. p. 19-27.
- BELLAMY, S. R.; HOUSE, C. I.; VEAL, C. J. Recovery of fine gold from a placer ore by coal gold agglomeration. In: JOINT INTERNATIONAL MEETING BETWEEN SME AND AUSIMM, 1., Reno, 1989. **Gold forum on technology and practices - World Gold 89: proceedings**. Littleton, SME, 1989. cap. 41, p. 347-52.
- BOGDANOV, O. S.; EMEL'YANOV, M. F.; OTROZHDENNOVA, L. A.; MAXIMOV, I. I. Influence of some factors on fine particle flotation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROCESSING OF COMPLEX ORES, Halifax, 1989. **Processing of complex ores: proceedings**. New York, Pergamon, 1989. p. 707-19.
- DAMASCENO, E. C.; MASINI, E. A.; MADEIRA, R. G. Gold mining technology in Brazil. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON GOLD MINING TECHNOLOGY, Beijing, 1993. **Gold Mining: proceedings**. Beijing, International Academic Publishers, 1993. p. 212-25.
- GAUDIN, A. M. **Flotation**. New York, McGraw-Hill, 1932.
- LINS, F. F.; ADAMIAN, R. **Influência de algumas variáveis físicas na flotação de partículas de ouro**. Rio de Janeiro, CETEM, 1991. (Série Tecnologia Mineral, 47).
- LINS, F. F.; ADAMIAN, R. Some chemical aspects of gold particles flotation. In: INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS, 18, Sydney, 1993. **Proceedings**. Parkville Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 1993. v. 5, p. 1119-22.

OLIVEIRA, J. F. **Processamento de minérios de ouro: alguns aspectos de sua evolução recente.** Rio de Janeiro, CETEM, 1978. (Contribuição técnica, CT01).

RIO PARACATU MINERAÇÃO S.A. **O verde que vale ouro: catálogo.** Paracatu, s.d.

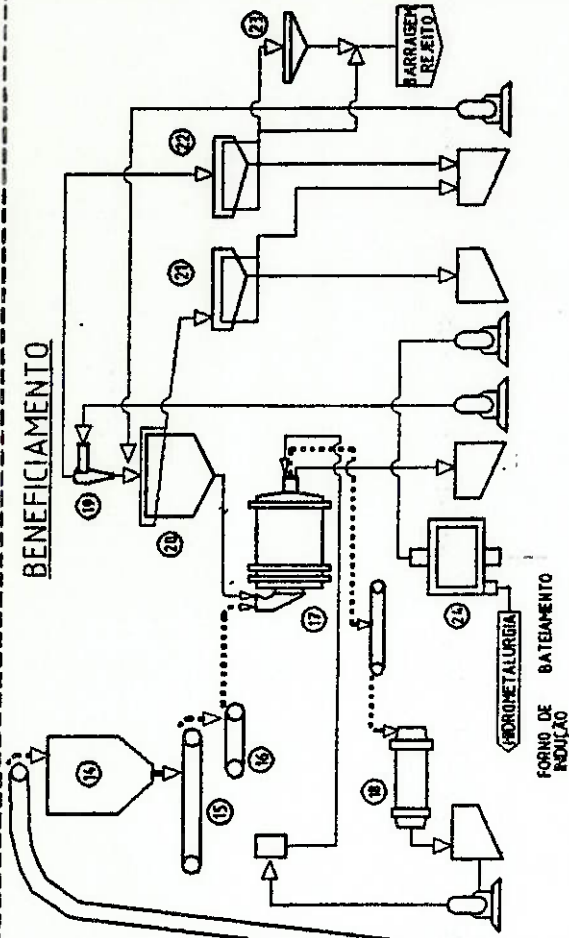
6. ANEXOS

- **Anexo I : Fluxograma do processo da RPM**
- **Anexo II : Tabelas de resultados dos testes 1 a 12**
- **Anexo III : Tabela de resumo dos resultados dos testes**
- **Anexo IV : Gráfico de resultados dos testes - Variação na recuperação de Au x % de sólidos na alimentação da célula piloto**
- **Anexo V : Tabela da análise granuloquímica da alimentação das células scavenger**

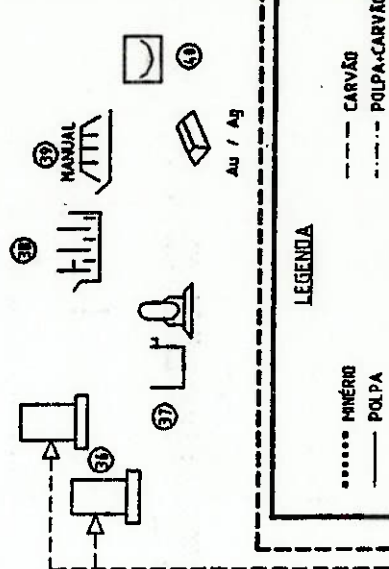
BRITAGEM

- 1 CAMINHÃO FORA-DE-ESTRADA 215 ft
- 2 ROMPEDOR PNEUMÁTICO
- 3 GRELHA HORIZONTAL 30x1588mm
- 4 ALIMENTADOR DE CORREIA
- 5 PENEIRA DE ESCALPE 25mm
- 6 BRITADOR DE IMPACTO
- 7 PENEIRA VIBRATÓRIA
- 8 BRITADOR CÔNICO ALLIS-CHALMERS 3m
- 9 TRANSPORTADOR DE CORREIA
- 10 TRANSPORTADOR DE CORREIA
- 11 TRANSPORTADOR DE CORREIA
- 12 SILO DE BLENDAJEN 318m³
- 13 ALIMENTADOR DE CORREIA
- 14 TRANSPORTADOR DE CORREIA
- 15 SILOS DE MOAGEM 370m³
- 16 ALIMENTADOR DE CORREIA DE VELOCIDADE VARIÁVEL
- 17 TRANSPORTADOR DE CORREIA
- 18 MOINHO DE BOLAS 15 x 19 ft
- 19 MOINHO DE BARRAS 7.5 x 12 ft
- 20 2 BATERIAS DE 4 CILINDROS 20 IN
- 21 2 CÉLULAS UNITÁRIAS OUTOKUMPU DE 8m³
- 22 3 CÉLULAS CLEANER DE 8m³
- 23 4 CÉLULAS SCAVENGER DE 42m³
- 24 2 ESPESADORES DE REJITO DE 75m DIÂMETRO
- 25 3 CONCENTRADORES CENTRÍFUGOS MANNESMANN 3 IN
- 26 BATERIA DE 4 CILINDROS DE 4 IN
- 27 BATERIA DE 2 CILINDROS DE 6 IN
- 28 MOINHO DE BOLAS 4 x 6 ft
- 29 2 ESPESADORES DE CONCENTRADO 8m DIÂMETRO
- 30 2 PENEIRAS DE LIMPEZA 1.4mm
- 31 4 TANQUES CIL 180m³
- 32 8 TANQUES CIP 3.375m³
- 33 PENEIRA DE CARVÃO CARREGADO
- 34 TANQUE DE CARVÃO CARREGADO
- 35 TANQUE DE PRÉ-SATURAMENTO
- 36 2 COLUNAS DE ELUIÇÃO 1.5m³
- 37 2 TANQUES ESTOQUES DE SOLUÇÃO DESSORVIDA
- 38 2 CÉLULAS ELETROLÍTICAS DE 600 L
- 39 UNIDADE DE LAVAGEM E SECAGEM DE CATODOS
- 40 2 FORNOS DE INDUÇÃO DE 50 Kw

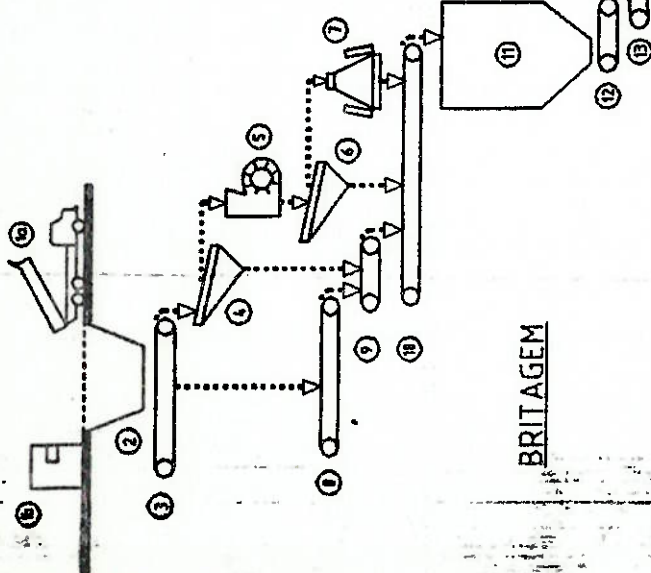
BENEFICIAMENTO



HIDROMETALURGIA



BRITAGEM



RPM RIO PARACATU MINERAÇÃO S.A.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO

Data: SETEMBRO/92

Fig:

TESTE 01	Célula Piloto		Usina	
	Turno	% sólidos aliment. Teor, Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C	Média
1	34,53	0,135	0,138	0,115
2	37,00	0,107	0,141	0,126
3	44,13	0,185	0,094	0,095
4	45,90	0,165	0,145	0,139
5	39,40	0,128	0,102	0,110
6	45,30	0,096	0,138	0,124
7	34,53	0,138	0,121	0,115
8	37,30	0,101	0,115	0,102
9	43,80	0,075	0,119	0,101
10	41,25	0,080	0,098	0,095
11	41,49	0,110	0,083	0,089
12	39,67	0,104	0,113	0,132
13	37,60	0,090	0,106	0,108
14	40,50	0,084	0,072	0,078
15	41,07	0,094	0,096	0,102
16	39,07	0,099	0,101	0,071
17	40,20	0,099	0,084	0,079
Média		40,16	0,111	0,110
				0,105

TESTE 02 Turno	Célula Piloto		Usina	
	% sólidos aliment.	Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C	Média
1	40,32	0,145	0,218	0,185
2	42,70	0,208	0,226	0,213
3	41,00	0,198	0,187	0,179
4	43,04	0,176	0,170	0,188
5	42,70	0,198	0,220	0,178
6	42,10	0,235	0,162	0,170
7	37,10	0,226	0,179	0,163
Média	41,28	0,198	0,195	0,182

TESTE 03	Célula Piloto		Usina	
	Turno	% sólidos aliment. Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C Média	
1	44,40	0,306	0,170	0,185
2	39,10	0,123	0,112	0,110
3	37,90	0,134	0,121	0,120
4	34,33	0,092	0,099	0,107
5	37,90	0,097	0,159	0,133
6	38,10	0,074	0,090	0,100
7	35,73	0,118	0,099	0,107
8	38,20	0,110	0,093	0,094
9	40,20	0,091	0,101	0,092
10	38,17	0,087	0,092	0,097
11	39,06	0,080	0,098	0,099
12	40,17	0,073	0,098	0,098
13	40,20	0,077	0,121	0,114
14	36,63	0,102	0,111	0,107
15	40,80	0,128	0,136	0,124
16	43,50	0,140	0,141	0,148
17	40,25	0,102	0,119	0,127
Média		39,10 0,114	0,115	0,115

TESTE 04		Célula Piloto		Usina	
Turno	% sólidos aliment.	Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C	Média	
1	30,67	0,101	0,117	0,116	
2	34,17	0,107	0,108	0,125	
3	34,30	0,108	0,165	0,153	
4	31,67	0,079	0,125	0,131	
5	32,70	0,106	0,140	0,157	
6	36,36	0,111	0,158	0,142	
7	32,93	0,116	0,137	0,129	
8	36,37	0,138	0,138	0,140	
9	36,70	0,146	0,166	0,146	
10	32,70	0,138	0,133	0,134	
11	32,50	0,115	0,188	0,189	
Média	33,73	0,115	0,143	0,142	

TESTE 05	Célula Piloto		Usina	
	Turno	% sólidos aliment. Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C	Média
1	35,80	0,071	0,117	0,105
2	32,27	0,055	0,096	0,094
3	31,93	0,052	0,083	0,083
4	31,70	0,054	0,071	0,077
5	31,70	0,081	0,101	0,096
6	32,40	0,075	0,081	0,091
7	33,20	0,079	0,079	0,081
8	33,00	0,098	0,117	0,093
9	31,10	0,109	0,155	0,165
10	28,40	0,101	0,118	0,133
11	29,30	0,063	0,154	0,174
12	28,33	0,044	0,084	0,090
13	29,00	0,049	0,075	0,100
14	29,66	0,093	0,110	0,119
15	29,00	0,101	0,128	0,124
16	30,30	0,087	0,121	0,116
17	30,30	0,066	0,114	0,115
18	32,53	0,034	0,104	0,113
19	31,03	0,065	0,135	0,118
20	29,00	0,064	0,137	0,132
21	30,20	0,051	0,140	0,124
22	32,33	0,065	0,123	0,126
23	30,37	0,062	0,120	0,132
24	31,66	0,081	0,150	0,140
25	31,33	0,085	0,130	0,126
26	30,37	0,110	0,119	0,122
27	32,03	0,098	0,115	0,120
28	31,70	0,098	0,096	0,103
29	34,85	0,133	0,112	0,113
30	29,33	0,077	0,110	0,112
Média	31,14	0,077	0,113	0,115

TESTE 06 Turno	Célula Piloto		Usina	
	% sólidos aliment.	Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C	Média
1	29,50	0,067	0,109	0,116
2	30,03	0,061	0,134	0,122
3	29,66	0,080	0,138	0,128
4	26,87	0,075	0,129	0,111
Média	29,02	0,071	0,128	0,119

TESTE 07	Célula Piloto		Usina	
	Turno	% sólidos aliment. Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C	Média
1	33,20	0,177	0,150	0,154
2	30,00	0,128	0,146	0,115
3	33,22	0,121	0,112	0,114
4	34,30	0,114	0,106	0,089
5	34,85	0,100	0,085	0,088
6	34,77	0,108	0,104	0,105
7	35,00	0,097	0,086	0,088
8	36,37	0,084	0,099	0,098
9	35,43	0,077	0,063	0,078
10	34,38	0,080	0,102	0,106
11	34,88	0,056	0,115	0,105
12	34,00	0,080	0,108	0,123
13	35,88	0,117	0,123	0,119
14	38,74	0,112	0,132	0,123
15	35,13	0,108	0,132	0,123
16	34,95	0,088	0,112	0,121
17	32,44	0,077	0,122	0,115
18	35,13	0,098	0,109	0,099
19	34,95	0,144	0,137	0,122
20	32,44	0,120	0,117	0,115
21	33,32	0,126	0,148	0,142
22	36,04	0,116	0,131	0,117
23	36,71	0,121	0,105	0,114
24	33,87	0,117	0,115	0,103
25	34,59	0,164	0,132	0,119
26	35,57	0,120	0,104	0,106
27	35,68	0,128	0,141	0,120
28	35,87	0,112	0,109	0,118
29	35,21	0,130	0,118	0,113
Média	34,72	0,111	0,116	0,112

TESTE 08	Célula Piloto		Usina	
	Turno	% sólidos aliment. Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C Média	
1	29,43	0,094	0,122	0,120
2	29,31	0,089	0,122	0,109
3	27,67	0,098	0,079	0,114
4	31,30	0,075	0,114	0,107
5	27,66	0,083	0,098	0,100
6	27,24	0,088	0,124	0,125
7	28,62	0,088	0,105	0,106
8	27,24	0,087	0,082	0,085
9	27,93	0,057	0,127	0,120
10	31,29	0,076	0,095	0,099
11	30,85	0,089	0,126	0,122
12	32,96	0,085	0,120	0,104
13	32,84	0,116	0,145	0,132
14	31,20	0,139	0,103	0,097
15	29,33	0,080	0,108	0,104
16	34,17	0,081	0,150	0,127
17	31,29	0,110	0,112	0,106
18	28,14	0,076	0,140	0,103
19	30,88	0,140	0,148	0,134
20	29,50	0,130	0,120	0,124
21	29,29	0,118	0,098	0,119
22	31,46	0,109	0,093	0,103
23	29,35	0,107	0,156	0,140
24	29,50	0,104	0,155	0,142
25	31,97	0,099	0,130	0,141
26	31,80	0,077	0,170	0,133
27	28,57	0,054	0,099	0,084
28	25,96	0,136	0,067	0,065
29	30,39	0,103	0,202	0,158
30	29,43	0,240	0,175	0,153
31	27,75	0,115	0,128	0,159
32	29,48	0,143	0,149	0,178
33	30,57	0,109	0,210	0,199
34	26,34	0,132	0,126	0,143
35	29,27	0,121	0,105	0,135
36	29,50	0,099	0,112	0,131
Média	29,71	0,104	0,125	0,123

TESTE 09	Célula Piloto		Usina	
	Turno	% sólidos aliment. Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C Média	
1	32,46	0,054	0,065	0,061
2	33,68	0,103	0,107	0,082
3	33,48	0,087	0,085	0,077
4	31,21	0,080	0,082	0,080
5	30,01	0,068	0,097	0,084
6	31,83	0,090	0,095	0,098
7	29,63	0,095	0,115	0,099
8	29,57	0,056	0,115	0,095
9	30,99	0,087	0,114	0,105
10	31,23	0,099	0,109	0,107
11	34,07	0,128	0,119	0,113
12	31,69	0,103	0,162	0,127
13	32,10	0,080	0,147	0,103
14	32,00	0,071	0,072	0,083
15	30,90	0,064	0,092	0,095
16	29,24	0,054	0,076	0,079
17	30,73	0,063	0,092	0,078
18	31,35	0,091	0,086	0,095
19	32,16	0,101	0,099	0,088
20	30,39	0,081	0,084	0,083
21	31,80	0,126	0,124	0,114
22	30,45	0,117	0,118	0,126
23	29,71	0,092	0,109	0,107
24	29,73	0,068	0,089	0,097
25	31,18	0,081	0,085	0,097
26	28,93	0,067	0,100	0,096
27	30,71	0,098	0,128	0,120
28	30,97	0,102	0,093	0,093
29	29,45	0,055	0,075	0,082
30	30,78	0,074	0,097	0,097
31	31,27	0,084	0,090	0,098
32	31,81	0,091	0,123	0,103
33	29,49	0,092	0,109	0,115
34	30,43	0,110	0,144	0,123
35	30,86	0,087	0,100	0,089
36	29,48	0,088	0,103	0,106
37	30,00	0,087	0,095	0,104
Média	30,97	0,086	0,103	0,097

TESTE 10 Turno	Célula Piloto		Usina	
	% sólidos aliment.	Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C	Média
1	30,38	0,074	0,095	0,089
2	31,93	0,069	0,114	0,114
3	30,24	0,087	0,108	0,110
4	30,96	0,065	0,099	0,107
5	26,86	0,067	0,102	0,099
6	30,24	0,075	0,096	0,111
7	30,61	0,116	0,163	0,153
8	33,81	0,095	0,162	0,148
9	29,56	0,106	0,163	0,140
10	30,36	0,060	0,088	0,092
11	30,79	0,079	0,120	0,107
12	30,99	0,084	0,103	0,109
13	29,73	0,080	0,106	0,106
14	30,13	0,101	0,131	0,144
15	32,49	0,080	0,101	0,101
16	29,87	0,083	0,120	0,103
17	27,91	0,075	0,097	0,090
18	30,14	0,047	0,083	0,074
19	31,00	0,083	0,092	0,109
20	37,51	0,091	0,111	0,113
21	29,60	0,091	0,109	0,115
22	30,46	0,072	0,098	0,101
23	30,10	0,070	0,103	0,111
24	31,97	0,043	0,075	0,072
25	36,31	0,046	0,097	0,089
Média	30,96	0,078	0,109	0,108

TESTE 11	Célula Piloto		Usina	
	Turno	% sólidos aliment. Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C Média	
1		36,30 0,079	0,117 0,097	
2		35,70 0,069	0,075 0,079	
3		33,93 0,070	0,066 0,069	
4		34,53 0,067	0,042 0,047	
5		35,90 0,078	0,073 0,086	
6		36,15 0,083	0,051 0,059	
7		31,90 0,079	0,059 0,069	
8		35,50 0,113	0,056 0,061	
9		36,30 0,098	0,090 0,088	
10		35,67 0,057	0,123 0,118	
11		34,60 0,064	0,076 0,076	
12		34,60 0,063	0,067 0,071	
13		33,70 0,111	0,068 0,098	
14		32,80 0,071	0,126 0,103	
15		35,50 0,075	0,058 0,066	
16		33,20 0,040	0,060 0,053	
17		34,60 0,049	0,079 0,075	
18		35,60 0,063	0,069 0,069	
19		25,35 0,067	0,175 0,141	
20		30,31 0,073	0,069 0,080	
21		35,25 0,052	0,073 0,070	
22		35,93 0,075	0,051 0,058	
23		32,80 0,082	0,091 0,088	
24		36,53 0,052	0,134 0,091	
25		34,60 0,068	0,095 0,082	
26		37,20 0,080	0,072 0,090	
27		34,83 0,121	0,149 0,159	
28		36,00 0,128	0,109 0,121	
29		33,52 0,104	0,106 0,094	
30		35,50 0,094	0,081 0,069	
31		36,18 0,051	0,067 0,073	
32		36,40 0,076	0,071 0,086	
33		35,09 0,078	0,127 0,101	
34		34,09 0,056	0,089 0,086	
35		37,20 0,074	0,138 0,130	
36		33,25 0,138	0,135 0,124	
37		34,03 0,111	0,166 0,145	
38		33,56 0,056	0,110 0,104	

39	34,60	0,066	0,080	0,086
40	35,25	0,081	0,091	0,085
41	35,61	0,057	0,088	0,081
42	34,21	0,045	0,071	0,074
43	34,50	0,057	0,125	0,106
44	36,98	0,063	0,095	0,084
45	36,89	0,068	0,090	0,095
46	34,96	0,073	0,094	0,112
47	35,89	0,048	0,057	0,079
48	35,11	0,049	0,090	0,088
49	33,84	0,068	0,070	0,079
50	34,89	0,094	0,078	0,070
51	36,26	0,093	0,061	0,070
52	35,60	0,077	0,102	0,098
53	34,59	0,135	0,111	0,094
54	34,36	0,096	0,113	0,092
55	36,80	0,111	0,088	0,092
56	32,70	0,083	0,114	0,102
57	35,16	0,122	0,094	0,088
58	34,83	0,090	0,087	0,091
59	35,89	0,133	0,126	0,122
60	34,46	0,116	0,105	0,106
61	35,04	0,079	0,113	0,111
62	36,13	0,092	0,103	0,094
63	34,04	0,093	0,099	0,100
64	33,48	0,078	0,127	0,127
65	36,59	0,106	0,111	0,112
66	36,69	0,090	0,137	0,114
67	36,35	0,058	0,103	0,091
68	34,46	0,086	0,105	0,097
69	35,50	0,101	0,107	0,111
70	36,59	0,099	0,101	0,098
71	35,61	0,106	0,110	0,094
72	36,89	0,070	0,091	0,078
73	36,55	0,084	0,126	0,097
74	34,35	0,074	0,097	0,090
Média	34,94	0,080	0,095	0,092

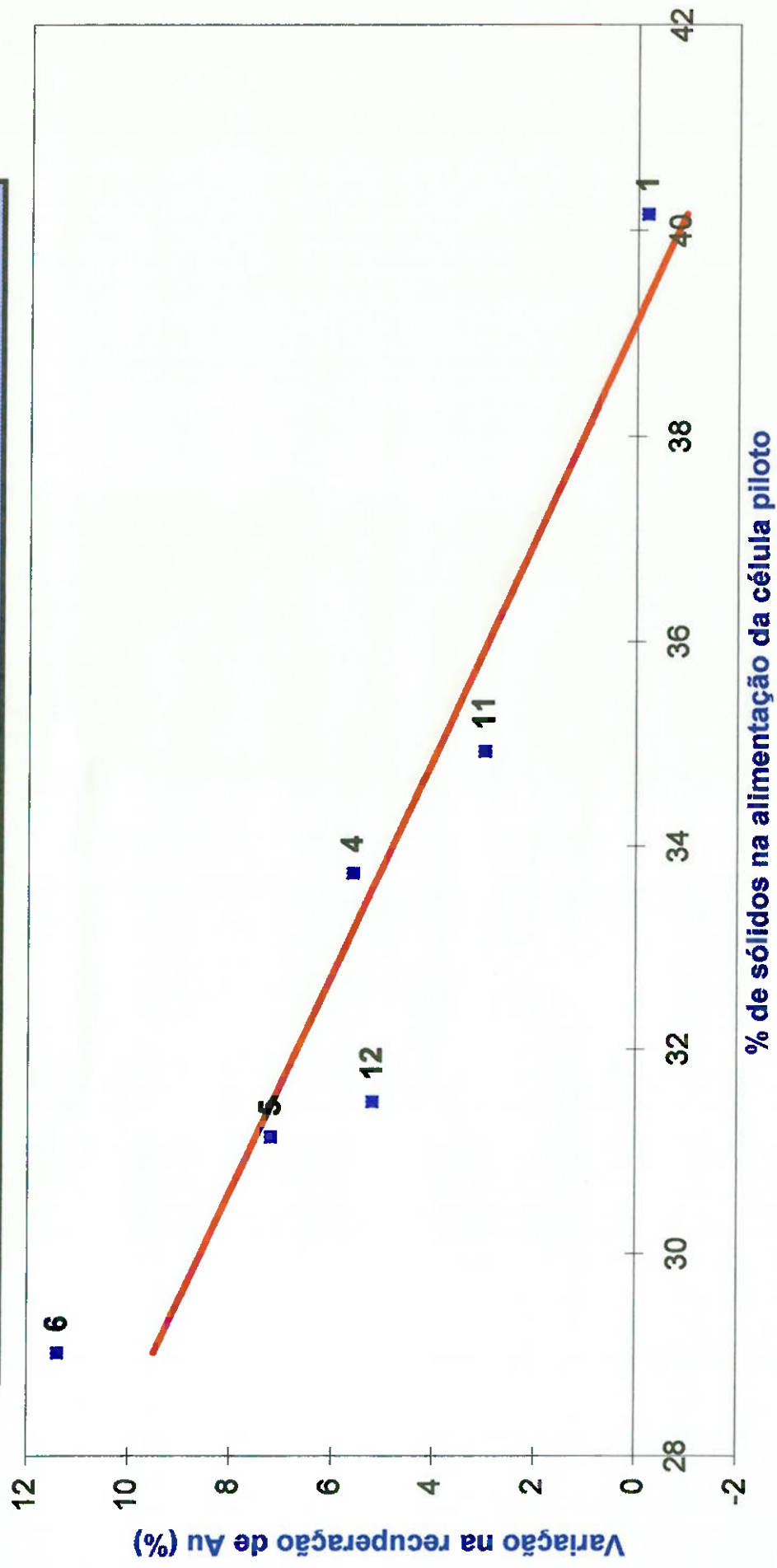
TESTE 12	Célula Piloto		Usina	
	Turno	% sólidos aliment. Teor Au rejeito (g/t)	Teor Au rejeito (g/t) Linha C	Média
1	31,28	0,038	0,035	0,079
2	34,04	0,049	0,053	0,078
3	30,49	0,052	0,073	0,096
4	31,17	0,040	0,076	0,096
5	30,14	0,094	0,126	0,121
6	32,23	0,202	0,097	0,098
7	30,21	0,067	0,098	0,103
8	30,71	0,071	0,087	0,087
9	33,10	0,072	0,112	0,096
10	30,70	0,064	0,067	0,078
11	31,13	0,061	0,093	0,097
12	32,00	0,059	0,091	0,103
13	32,71	0,059	0,074	0,074
14	31,86	0,043	0,062	0,066
15	30,10	0,121	0,090	0,083
16	30,63	0,043	0,090	0,073
17	32,11	0,066	0,072	0,090
18	32,74	0,041	0,054	0,076
19	30,70	0,049	0,047	0,046
20	31,10	0,083	0,111	0,104
21	32,35	0,065	0,125	0,100
22	30,15	0,052	0,129	0,098
23	31,56	0,056	0,155	0,093
24	31,34	0,045	0,062	0,083
25	28,81	0,035	0,089	0,081
26	30,63	0,055	0,068	0,070
27	32,40	0,050	0,073	0,089
28	31,70	0,054	0,065	0,071
29	31,25	0,055	0,062	0,071
30	31,25	0,060	0,095	0,091
31	32,67	0,052	0,087	0,091
32	30,23	0,060	0,099	0,087
33	31,60	0,049	0,099	0,102
34	32,40	0,074	0,106	0,116
35	33,68	0,074	0,119	0,125
36	30,71	0,087	0,138	0,129
37	31,86	0,113	0,123	0,109
38	30,99	0,059	0,121	0,113
39	31,77	0,063	0,094	0,098
40	31,96	0,075	0,103	0,091
41	30,11	0,051	0,076	0,081
42	34,21	0,081	0,125	0,131
Média	31,49	0,065	0,091	0,092

RESUMO DOS RESULTADOS DOS TESTES NA CÉLULA PILOTO

Teste	Turnos	% sólidos	Tempo (min)	Teor Au Rejeito (g/t)		Variação Recup. %	Comentários
				Cel. piloto	Linha C Média		
1	17	40,16	11	0,111	0,110	-0,2	> % sólidos : piora
2	7	41,28	25	0,198	0,195	-0,6	> tempo não influuiu
3	17	39,10	22	0,114	0,115	0,2	> tempo não influuiu
4	11	33,73	11	0,115	0,143	5,6	< % sólidos : melhora
5	30	31,14	11	0,077	0,113	7,2	< % sólidos : melhora
6	4	29,02	11	0,071	0,128	11,4	< % sólidos : melhora
7	29	34,72	8	0,111	0,116	1,0	< tempo e < % sólidos : não melhora
8	36	29,71	8	0,104	0,125	4,2	< tempo e < % sólidos : melhora
9	37	30,97	6,5	0,086	0,103	3,4	< tempo e < % sólidos : melhora
10	25	30,96	15	0,078	0,109	6,2	> tempo e < % sólidos : melhora
11	74	34,94	11	0,080	0,095	3,0	< % sólidos : melhora
12	42	31,49	11	0,065	0,091	5,2	< % sólidos : melhora

Obs.: variação da recuperação calculada pela diferença da linha C e célula piloto, para um teor de alimentação de 0,5 g/t Au.

Varição na recuperação de Au x % Sólidos na alimentação da célula piloto



**Composição granulométrica da alimentação
das células scavenger**

Malha	% Retida	% Retida Acumulada	Teor Au (g/t)	Distribuição Au (%)
+65#	3,78	3,78	0,543	4,11
-65 +100#	4,01	7,79	0,391	3,14
-100 +150#	4,08	11,87	0,261	2,13
-150 +200#	4,41	16,28	0,231	2,04
-200 +270#	3,28	19,56	0,690	4,53
-270#	80,44	100,00	0,523	84,07