

Reconciliação ilusória: A importância da amostragem na confiabilidade das estimativas

Thammiris Mohamad El Hajj ; Ana Carolina Chieregati ; Homero Delboni Jr. e Luiz Eduardo Campos Pignatari



Figura 1 – Pá utilizada para amostragem de pilhas

Os problemas teóricos e, principalmente, práticos da amostragem de materiais contendo metais preciosos foram objetos de estudo. Estes metais, geralmente estimados em partes por milhão, contêm um valor agregado muito grande. Assim, a acurácia e a precisão na amostragem são de fundamental importância.

A garantia de acurácia e precisão exigida para um bom aproveitamento desta classe de bens minerais é obtida através de um bom controle nas seguintes etapas: coleta ou seleção da amostra, preparação da amostra e análise da amostra (Grigorieff, 2002).



Figura 2 – Perfuratriz Furukawa Modelo HCR 1500

Na coleta manual de amostras por meio de pá, além da variabilidade existente entre as partículas, os erros de amostragem são influenciados pela disposição das partículas no interior da pilha. Em consequência, a precisão da amostragem manual não pode ser estimada, tornando-a pouco confiável.

Em um empreendimento mineiro, as estimativas utilizadas para se realizar a avaliação econômica da jazida, o planejamento de lavra e a previsão de desempenho da operação são baseadas em amostras, que posteriormente geram os resultados de reconciliação.

Em se tratando de metais preciosos, os métodos de amostragem e reconciliação são questionados, dada a dificuldade de se estimar a representatividade da amostra e, consequentemente, a confiabilidade dos resultados de reconciliação.

No contexto da indústria mineral, a reconciliação pode ser definida como uma comparação entre as estimativas dos modelos e a produção da usina. Ela é uma ferramenta poderosa para detectar problemas na produção ou na operação e, geralmente, fornece o diagnóstico para a resolução desses problemas. Ou seja, permite que o engenheiro de minas avalie a consistência entre a produção real e a produção estimada pelos modelos. Nesse sentido, a reconciliação pode ser vista como um teste de qualidade das estimativas de massa e teor.

A reconciliação continua sendo um dos

mais convincentes métodos de se demonstrar precisão do modelo de recursos, boas práticas de operação e, consequentemente, saúde financeira da operação para os investidores (Crawford, 2004). Entretanto, o impacto econômico de más práticas de amostragem e reconciliação tem sido subestimado pelas empresas mineradoras. A estimativa incorreta de teores, baseada em amostras incorretas, gera sérios problemas de reconciliação, que implicam em enormes perdas anualmente (Pitard, 2008). Assim, a previsibilidade de qualquer operação mineira, desde a estimativa de recursos até a produção do metal, depende de boas práticas de reconciliação, que por sua vez, dependem de práticas adequadas de amostragem, capazes de gerar amostras representativas.

Metodologia

Os dados necessários para a realização do presente trabalho foram obtidos durante exaustiva campanha de amostragem realizada no mês de fevereiro na Mineração Maracá.

A Amostragem na Mineração Maracá

A amostragem de curto prazo realizada em Maracá é manual e utiliza o material fragmentado proveniente de perfuratriz Furukawa modelo HCR1500, que gera dois produtos, um de material fino e outro de médios e grossos. Da pilha frontal, de médios e grossos, são retirados 12 incrementos radialmente ao cone formado e da pilha de finos é retirado um único incremento, o que gera uma amostra composta por 13 incrementos. A Figura 1 apresenta a pá utilizada para a amostragem das pilhas e a Figura 2 mostra o modelo da perfuratriz utilizada para amostragem.

Campanha de Amostragem

A malha de amostragem principal foi de 10 x 10 m e todos os furos da malha de amostragem foram realizados com 5 m de profundidade, e o furo central com 10 m de profundidade. Sugeriu-se realizar um furo de sonda o mais próximo possível do furo central, com amostras a cada 2,5 m, visando à comparação entre perfuratrizes e ao cálculo da variação do

Resumo

Na indústria mineral, reconciliação pode ser definida como a prática de comparar a massa e o teor médio de minério previstos pelo modelo geológico com a massa e teor gerados na usina de beneficiamento ou planta metalúrgica. Esta prática tem se mostrado cada vez mais importante, pois, quando corretamente executada, aumenta a confiabilidade do modelo de curto prazo e reduz substancialmente perdas na operação. No entanto, a utilidade da reconciliação depende da qualidade e confiabilidade dos dados de entrada. Uma boa reconciliação pode ser ilusória. Em muitos casos, erros cometidos em determinado ponto do processo são compensados por erros cometidos em outros pontos da operação, resultando em uma reconciliação excelente. Entretanto, esse fato mascara os erros do sistema que, mais cedo ou mais tarde, podem vir à tona. Frequentemente os erros de amostragem podem levar a uma análise errônea do sistema de reconciliação, gerando consequências graves à operação, principalmente quando a lavra alcança regiões mais pobres ou mais heterogêneas do depósito. Como uma boa estimativa só é possível com práticas corretas de amostragem, a confiabilidade dos resultados de reconciliação depende da representatividade das amostras que os geraram. Este trabalho analisa as práticas de amostragem na Mineração Maracá para fins de reconciliação. Os resultados mostram que a reconciliação aparentemente ótima entre mina e usina na realidade é ilusória, consequência da compensação de diversos erros de amostragem no planejamento de curto-prazo.

Palavras-chave: Reconciliação; Amostragem; Representatividade.

erro de amostragem com a profundidade do furo. No entanto, devido à dificuldade de se movimentar a perfuratriz de sonda rotativa para a mina, pois esta estava sendo utilizada pelo grupo de exploração, apenas no domínio ANX realizou-se o furo de sonda sugerido. A decisão de realizar a sondagem no bloco ANX se deve ao fato de que este domínio é o mais complexo e heterogêneo da jazida, ou seja, o domínio geológico crítico.

Nos domínios restantes, diante da impossibilidade de se realizar a sondagem, sugeriu-se usar uma perfuratriz com uma única descarga de material ou que gerasse um volume maior de amostra que o volume gerado pela perfuratriz da malha principal. Neste trabalho,

optou-se pelo uso da perfuratriz Atlas Copco ROC L8 (Figura 4).

A Figura 3 mostra o esquema da malha de amostragem, para a campanha realizada.

Depois de selecionar a área a ser amostrada, a geologia passava as informações do local ao setor de topografia, que realizava a marcação dos locais de cada furo. Os locais dos furos eram indicados por estacas, para que o operador pudesse realizar a perfuração.

Cada furo apresentado na Figura 3 (malha de amostragem) gerou duas amostras (A e B). A primeira amostra (Amostra A) foi coletada usando o procedimento padrão de amostragem manual com pá (apresentado no item 5.1). Após coletada a Amostra A (de aproximadamente



Garante sua Produtividade Protege as zonas de impacto!

Heavy tonnages, tramp metals, and other jagged materials can put your load zones at risk.

Protect them! Trust the dependable, tough Impact Saddle™ from Richwood. The busiest mines in the world rely on the strength of Impact Saddles™.



Selas de Impacto™

Call today for experienced assistance with your application.
Telephone: 27-3062-8050

Distributors in Brasil:
POLITEC
GLOBAL SOURCING
politecbrazil.com.br

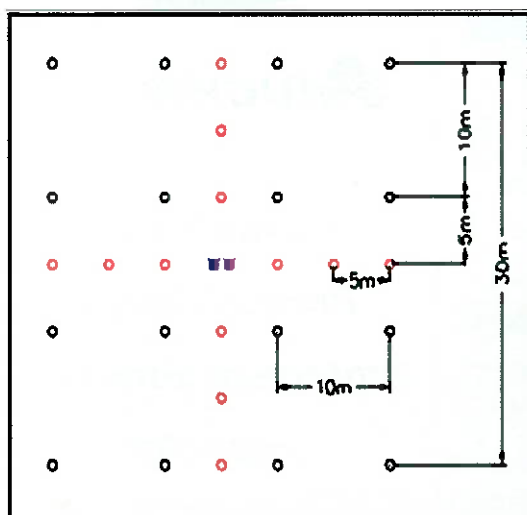


Figura 3 – Malha de amostragem.



Figura 4 – Perfuratriz Atlas Copco ROC L8

10 kg), todo o restante do material (aproximadamente 190 kg) – grossos e finos – foi recolhido. Para se evitar contaminação e otimizar a recuperação do material, antes do início da perfuração realizava-se a limpeza da área de cada furo, retirando-se material grosseiro com enxada. Como nesse tipo de amostragem, a perda mais significativa de material se deve aos finos, cobriu-se a área ao redor de cada furo com uma lona grande o suficiente para a coleta da maior parte do material proveniente dos furos.

O restante do material recolhido era homogeneizado e quarteado em um quarteador do tipo Jones (Figura 6), de modo a gerar uma nova Amostra B de 20 a 25 kg. Todas as amostras foram devidamente ensacadas e identificadas e ambas passaram pelo mesmo processo no laboratório físico, com posterior análise química para ouro, cobre, enxofre e ferro.

Procedimentos Laboratoriais

A Figura 7 mostra o fluxograma de processamento das amostras no laboratório físico:

As análises químicas para ouro foram realizadas pelo método de fire assay, e os procedimentos de laboratório utilizados foram os mesmos

em relação aos métodos padrões comumente utilizados em laboratórios para este tipo de experimento.

Apresentação, análise e discussão dos resultados

Os anexos A, B, C e D mostram os resultados para o ouro das Amostras A (coleta manual por pá) e B (coleta total da amostra remanescente) para as campanhas de amostragem nos blocos GNS, BTO, QSRT/GNS e ANX respectivamente. A Tabela 2 contém um resumo desses dados, apresentando os resultados médios. Os erros relativos referem-se ao erro gerado ao se coletar a Amostra A de 13 incrementos em relação à amostra representada por todo o material do furo (Amostra B).

Com base nos resultados apresentados, podem ser feitas as seguintes observações: com exceção do domínio ANX, não há erro sistemático significativo entre Amostra A e Amostra B, visto que a média do erro varia de -0,29% a -4,71%, o que significa que as amostras são acuradas comparativamente a Amostra B; no caso do domínio ANX, há um erro sistemático significativo (-7,7%), entre Amostra A e Amostra B. Este valor significa que, para o domínio em questão, as amostras manuais de 13 incrementos apresentam valores 7,7% menores que os valores da amostra total.

Portanto as amostras manuais não são acuradas para o teor de ouro. Entretanto, nota-se que, para todos os domínios litológicos, a

Tabela 2 – Teores de ouro, em g/t, e erros relativos para cada domínio geológico.

Lithology	Mean and Standard Deviation	Sample A Grade	Sample B Grade	Absolute error	Relative error (%)
GNS Au	m = mean	0,482	0,473	0,009	-0,29%
	s = std deviation	0,286	0,19	0,205	43,36%
BTO Au	m = mean	0,295	0,306	-0,01	-4,71%
	s = std deviation	0,197	0,182	0,098	20,33%
QSRT/GNS Au	m = mean	0,222	0,231	-0,009	-3,59%
	s = std deviation	0,087	0,071	0,045	18,76%
ANX Au	m = mean	0,419	0,463	-0,044	-7,69%
	s = std deviation	0,256	0,307	0,074	10,07%



Figura 5 – Pilha cônica gerada pela perfuratriz.



Figura 6 – Quarteador Jones e amostras prontas para análise.

média do erro de amostragem é negativa, o que significa que a amostra coletada por pá manual tende a subestimar o teor de ouro do bloco.

O Domínio ANX

O domínio ANX (Anfibólio-Xisto) é constituído de rocha de granulação média, com xistosidade pouco desenvolvida, composta por cristais de anfibólio (60%) de cor verde, orientados em matriz formada por quartzo e feldspato. Conforme citado anteriormente, o domínio é considerado o mais complexo e heterogêneo da jazida e por esta razão foi o escolhido para se realizar a sondagem rotativa.

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados das amostras coletadas pela Furukawa, pela ROC L8 e pela sonda rotativa a cada 2,5 m de profundidade no centro do bloco ANX. Não foi realizada amostragem padrão de 13 incrementos nos furos centrais para o domínio ANX, tendo sido coletada toda a amostra. As Amostras B e B' para este domínio referem-se ao quarteamento da amostra total (grossos, médios e finos) coletada pela Furukawa e pela L8. No caso da sonda rotativa, as Amostras B e B' referem-se aos resultados das duas metades dos testemunhos de sondagem, as quais foram analisadas separadamente.

As três últimas colunas das Tabelas 3 e 4 mostram os erros de estimativa das amostras coletadas pela Furukawa e pela ROC L8 em relação aos testemunhos de sondagem para cada intervalo de 2,5 m de profundidade, bem como para a profundidade total (10 m).

Os resultados das tabelas permitem observar que o trabalho executado no domínio ANX mostra que, em realidade, tanto as amostras geradas pela Furukawa quanto as geradas pela L8 superestimam o teor real de ouro e de cobre. Os erros de estimativa da Furukawa foram de 75,5% para o ouro e 32,4% para o cobre. Os erros de estimativa da ROC L8 foram de 34,8% para o ouro e 14,2% para o cobre.

Os resultados apresentados nas tabelas anteriores devem ser validados por meio de análises granuloquímicas, que permitem avaliar a influência da composição da amostra com massas não proporcionais de fragmentos médios, grossos e finos no teor resultante.

A campanha de amostragem incluiu a realização de três furos de 5 m de profundidade no bloco ANX. Os furos foram realizados com a Furukawa na região central do bloco. As tabelas 5 e 6 apresentam os resultados obtidos, onde:



FORNAC

Fornac é solução em fundidos.

MOAGEM



BRITAGEM



A Fornac oferece ao mercado soluções que contribuem para a melhoria da produtividade através do desenvolvimento de peças personalizadas com tecnologia, compromisso e qualidade.

Moagem

- Moinho de Impacto, martelos e barras.
- Revestimento para moinhos.
- Spoutfeeder.
- Rolos e pistas para moinhos verticais.
- Peças em aço refratários para fornos de cimento e rastreadores.

Britagem

- Britadores e rebritadores de mandíbulas, gnosféricos e giratórios (Hyd).
- Moinhos de impacto (de barras, martelos e rotores).
- Moinhos de Rolos e MMD.
- Alimentadores e grelhas vibratórias.
- Lavador de rosca.
- Chutes, bicas e silos.
- Equipamentos de corte e penetração do solo.

Tabela 3 – Teores de ouro e erros de estimativa das amostras coletadas no centro do bloco ANX.

Central Hole	Sample B Au grade (g/t)	Sample B' Au grade (g/t)	Au mean (g/t)	Absolute error (B-B')	Relative error (%)	Driller	Estimate error (%)	Grade g/t all hole (mean)	Estimate error (mean)
20-F1	0,33	0,33	0,33	0,00	0,30%	Furukawa	52,30%	0,486	75,50%
20-F2	0,68	0,60	0,64	0,08	13,25%		72,40%		
20-F3	0,59	0,60	0,60	-0,01	-1,49%		109,60%		
20-F4	0,37	0,36	0,37	0,00	1,10%		60,20%		
20-L1	0,16	0,17	0,17	-0,01	-4,65%	ROC L8	-23,30%	0,366	32,40%
20-L2	0,34	0,59	0,46	-0,26	-43,15%		24,10%		
20-L3	0,48	0,47	0,47	0,02	4,09%		66,20%		
20-L4	0,35	0,37	0,36	-0,02	-5,16%		56,90%		
20-S1	0,26	0,18	0,22	0,07	40,66%	Sonda Rotativa		0,277	
20-S2	0,34	0,41	0,37	-0,07	-17,36%				
20-S3	0,31	0,26	0,29	0,05	18,77%				
20-S4	0,22	0,23	0,23	-0,01	-3,86%				

Tabela 4 – Teores de cobre e erros de estimativa das amostras coletadas no centro do bloco ANX.

Central Hole	Sample B Cu grade (%)	Sample B' Cu grade (%)	% Cu mean (%)	Absolute error (B-B')	Relative error (%)	Driller	Estimate error (%)	Grade % all hole (mean)	Estimate error (mean)
20-F1	0,31	0,30	0,30	0,01	3,02%	Furukawa	-9,20%	0,513	34,80%
20-F2	0,64	0,65	0,64	-0,01	-1,54%		38,70%		
20-F3	0,66	0,67	0,67	-0,01	-2,08%		82,50%		
20-F4	0,47	0,41	0,44	0,06	13,32%		22,20%		
20-L1	0,19	0,19	0,19	0,00	0,53%	ROC L8	-42,80%	0,435	14,20%
20-L2	0,43	0,43	0,43	0,00	-0,93%		-7,90%		
20-L3	0,66	0,69	0,67	-0,03	-3,94%		84,00%		
20-L4	0,42	0,48	0,45	-0,05	-11,13%		24,70%		
20-S1	0,39	0,27	0,33	0,12	44,85%	Sonda Rotativa		0,381	
20-S2	0,43	0,50	0,46	-0,08	-14,97%				
20-S3	0,37	0,36	0,37	0,02	4,48%				
20-S4	0,36	0,36	0,36	0,01	1,96%				

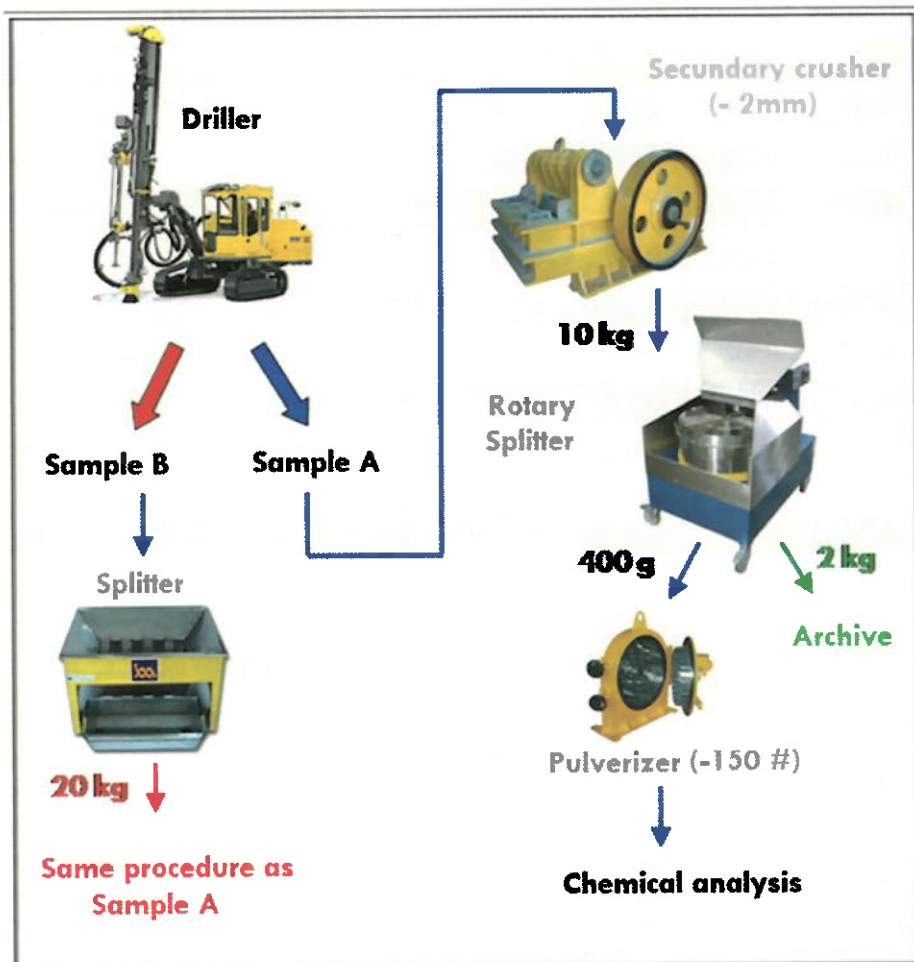


Figura 7 – Fluxograma de processamento das amostras no laboratório físico.

• A Amostra 20-1 representa o todo o material do furo (grossos, médios e finos) coletado por meio de sacos plásticos dispostos nas descargas da perfuratriz. As Amostras 20-1-A e 20-1-B foram obtidas por quarteamento da amostra total e apresentaram massas de 2.982 g e 2.583 g respectivamente.

• A Amostra 20-2 representa o todo o material do furo (grossos, médios e finos) coletado por meio de lonas dispostas sob as descargas da perfuratriz. As Amostras 20-2-A

e 20-2-B foram obtidas por quarteamento da amostra total e apresentaram massas de 2.959 g e 2.972 g respectivamente.

• A Amostra 20-3 representa a amostra padrão da empresa com 13 incrementos, apresentando uma massa de 5.642 g.

A Figura 8 mostra a porcentagem retida simples para cada amostra individualmente e para a média das Amostras 20-1-A e 20-1-B. As figuras 9 e 10 mostram a variação de teor de ouro e cobre por faixa de tamanho para cada

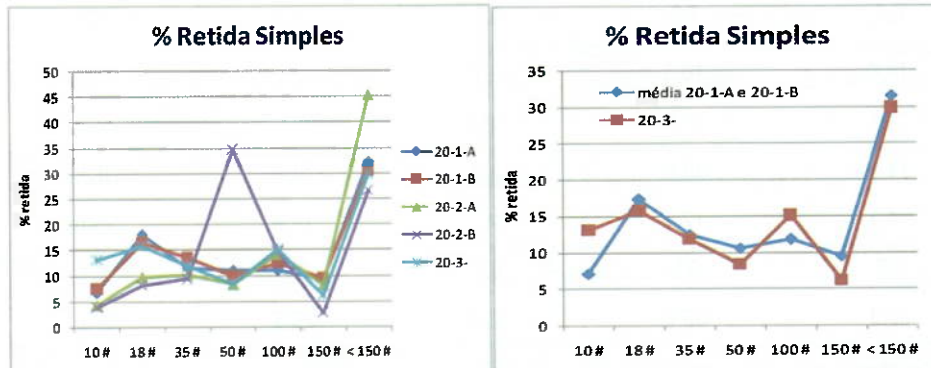


Figura 8 – Porcentagem retida simples por fração granulométrica.

Durável, robusto e extremamente confiável, mesmo nas aplicações mais severas.

Schenck Process Group –
Competência na Indústria de Mineração



Especialistas em Equipamentos Vibratórios e muito mais. As peneiras vibratórias Schenck Process são capazes de processar todos os materiais utilizados na Mineração – sejam eles de grande ou pequena granulometria; finos, úmidos ou secos, para o minério de ferro, carvão e todos os tipos de minérios.

Schenck Process Equipamentos Industriais Ltda.
T +55 11 3152-5450, process@schcnckprocess.com.br
www.schcnckprocess.com.br

we make processes work



Tabela 5 – Teores de ouro e cobre resultantes das análises granulométricas para o domínio ANX.

Opening		20-1-A		20-1-B		20-2-A		20-2-B		20-3-A	
#	mm	Au g/t	Cu %	Au g/t	Cu %	Au g/t	Cu %	Au g/t	Cu %	Au g/t	Cu %
10 #	2,000	1,002	0,897	1,056	0,889	0,954	0,918	0,881	0,884	0,119	0,147
18 #	1,000	1,017	0,825	1,080	0,806	0,795	0,755	0,760	0,767	0,148	0,169
35 #	0,500	0,596	0,542	0,645	0,488	0,686	0,554	0,724	0,561	0,142	0,148
50 #	0,297	0,600	0,448	0,518	0,392	0,586	0,490	0,917	0,977	0,135	0,128
100 #	0,149	0,494	0,593	0,953	0,592	0,447	0,608	0,896	1,087	0,142	0,185
150 #	0,100	0,684	1,086	0,641	0,963	0,526	0,857	0,599	0,731	0,144	0,251
< 150 #	0,000	2,214	1,652	1,905	1,727	1,403	1,572	1,550	1,544	0,355	0,429
teor médio		1,219	1,021	1,158	0,998	0,978	1,077	1,041	1,077	0,203	0,245

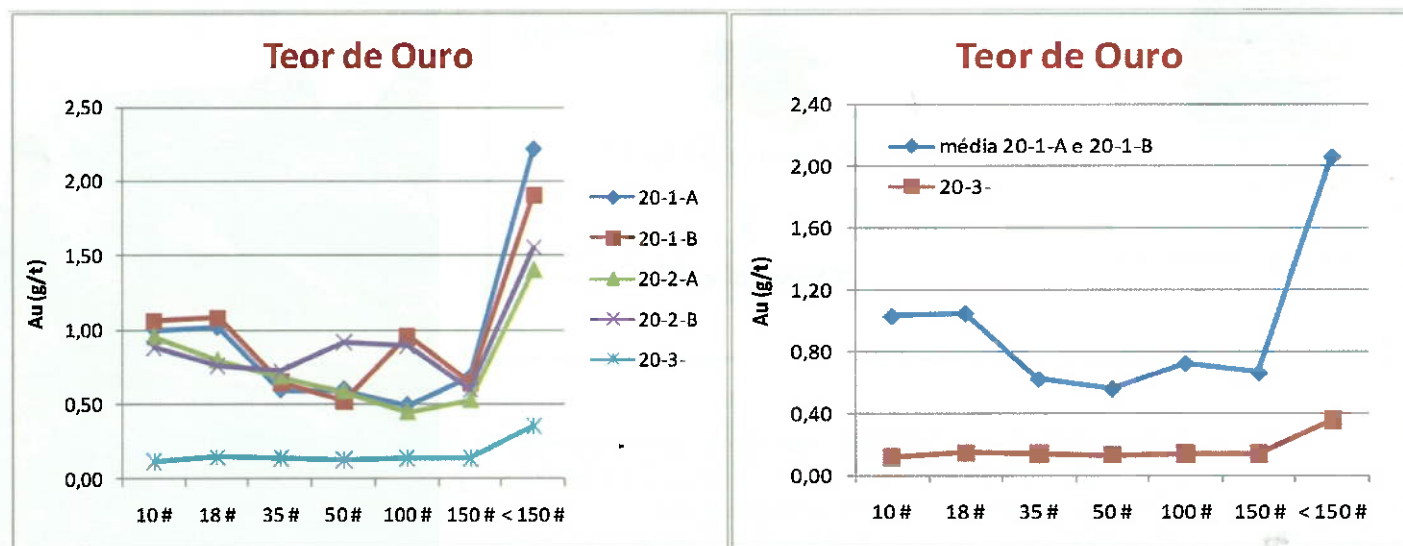


Figura 9 – Teor de ouro por fração granulométrica.

Tabela 6 – Distribuições granulométricas resultantes das análises granulométricas no domínio ANX.

Opening		% retained				
#	mm	20-1-A	20-1-B	20-2-A	20-2-B	20-3-
10 #	2,000	6,7	7,5	4,3	3,8	13,1
18 #	1,000	18,0	16,5	9,7	8,2	15,7
35 #	0,500	11,5	13,5	10,1	9,4	11,8
50 #	0,297	11,1	10,0	8,2	34,8	8,3
100 #	0,149	11,1	12,4	14,2	14,6	15,0
150 #	0,100	9,3	9,5	8,2	2,7	6,1
< 150 #	0,000	32,3	30,6	45,3	26,6	29,9
Total		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

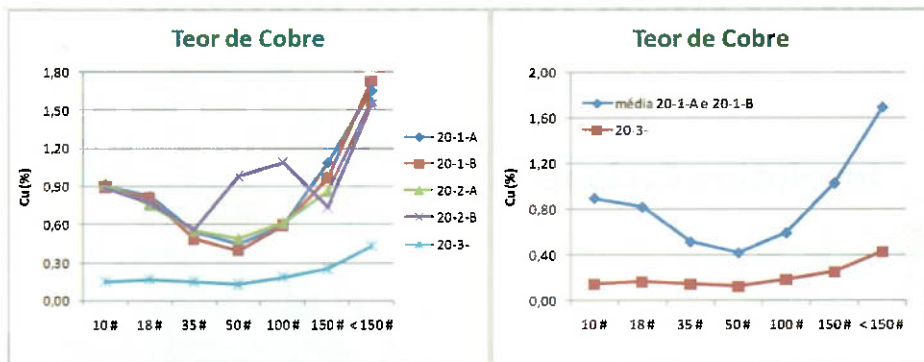


Figura 10 – Teor de cobre por fração granulométrica

amostra individualmente e para a média das Amostras 20-1-A e 20-1-B.

Vale lembrar que, entre as três amostragens realizadas, o método de coleta da amostra 20-1 foi o mais adequado e, portanto, a amostra 20-1 foi considerada como referência para este estudo comparativo.

Os resultados obtidos permitem fazer as seguintes observações:

1) Não é possível comparar os teores das Amostras 20-1 e 20-2 com os da Amostra 20-3, visto que esta última apresentou valores muito mais baixos. De acordo com a equipe de amostragem, este fato foi devido a uma grande oscilação de teores em diferentes regiões do bloco estudado.

2) Todas as amostras apresentaram variação similar de teores nas diversas frações granulométricas, com maiores teores de cobre e ouro na fração mais fina.

3) A amostra composta por 13 incrementos apresentou uma porcentagem maior de fragmentos grossos (13,1% contra 7,1% da amostra total) e uma porcentagem similar de fragmentos finos (29,9% contra 31,5% da amostra total). Isto significa que a amostra composta tende a apresentar um teor relativamente menor de cobre e de ouro, em se comprando com a amostra total coletada pela Furukawa. Portanto, a amostra composta tende a subestimar a amostra total.

4) Levando-se em consideração que a Furukawa tende a superestimar o teor do bloco em 75,5% para ouro e 34,8% para cobre (Tabelas VI e VII), os resultados das análises granulométricas indicam uma compensação das estimativas, levando a resultados satisfatórios, mas ilusórios, de reconciliação.

Conclusões

A análise dos resultados deste trabalho permite afirmar que uma reconciliação bem-sucedida pode ser ilusória. No caso estudado, erros cometidos no processo de amostragem

de pilhas de pó de perfuratriz foram compensados por erros provenientes do tipo de perfuratriz utilizada para amostragem, resultando em reconciliações satisfatórias.

A amostra A, composta por 13 incrementos, tende a subestimar o teor do furo, especialmente no caso do ouro. Os resultados do estudo realizado com a sonda rotativa no furo central mostram a tendência tanto da Furukawa quanto da ROC L8 de superestimar o teor do furo comparativamente a sonda.

O processo de amostragem que vem sendo realizado na Mineração Maracá se mostra, portanto, inadequado para fins de reconciliação. A tendência de superestimativa da Furukawa é compensada pela tendência de subestimativa da amostra composta por 13 incrementos, o que leva a resultados satisfatórios de reconciliação. O impacto econômico dessa deficiência não pode ser subestimado, pois os erros intrínsecos ao processo de amostragem são, neste caso, mascarados, e podem futuramente resultar em análises errôneas da matriz de reconciliação da operação mineira, especialmente quando a lavra atingir regiões mais pobres ou mais heterogêneas do depósito. Demonstra-se, assim, a importância da amostragem nos resultados da reconciliação da Mineração Maracá.

Observa-se que os erros de estimativa devidos à composição da amostra de 13 incrementos não são tão significativos quanto os erros devidos ao tipo de perfuratriz, portanto, maior atenção deve ser dada à perfuratriz utilizada para a amostragem de curto prazo. Neste caso, pode-se usar um sistema de amostragem automática e perfuratriz com circulação reversa como a Sandvik DI620, que conta com sistema automático de amostragem e quarteamento (Figura 11).

A opção de se trabalhar com o sistema de amostragem automática e circulação reversa apresenta diversas vantagens que podem superar em muito o custo de adquiri-la. Segundo

KÜTTNER

Tecnologias para Beneficiamento de Minérios



Peneira Vibratória (IFE)



Peneira vibratória de tela móvel (IFE)



Jigagem via úmido com ALLJIG e via seco com ALLAIR (All Mineral)



Concentração de finos de minério com ALLFLUX (All Mineral)



Planta de Beneficiamento de Minério de Ferro com Jigagem

Kuttner do Brasil

Telefone: (31) 3399 7200

Telefax: (31) 3399 7300

kuttner@kuttner.com.br

www.kuttner.com.br

fundicao@kuttner.com.br

www.kuttner.com.br

Uma empresa do Grupo

Küttner GmbH & Co. KG

www.kuettner.de

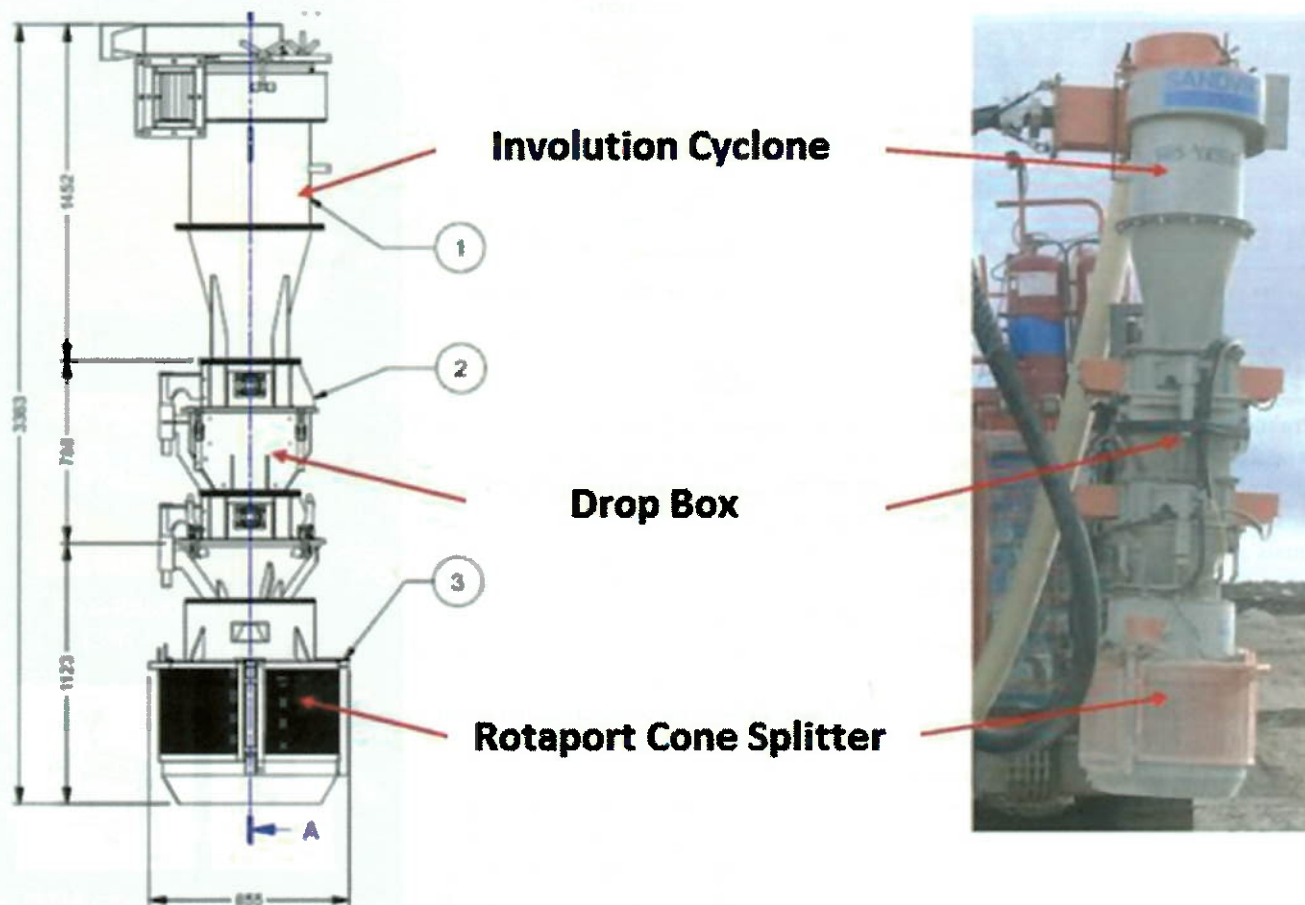


Figura 11 – Sistema automático de amostragem e quartejamento da Sandvik.

Pitard (2008), algumas dessas vantagens são:

1) Ausência de subfuração: a ausência de subfuração permite a delimitação correta da amostra. A eliminação desse erro de amostragem é uma vantagem econômica que pode representar de 5 a 15% do total da receita do empreendimento.

2) Possibilidade de se perfurar diversas bancadas ao mesmo tempo: o controle de teor em múltiplas bancadas pode ser feito ao mesmo tempo, o que resulta em um melhor planejamento de curto e médio prazo.

3) Possibilidade de se perfurar em determinado ângulo escolhido: a possibilidade de se perfurar em determinado ângulo permite melhor amostragem de veios de minério sub-verticais. O sistema de circulação reversa tem essa flexibilidade, o que leva a uma melhor avaliação do bloco.

4) Contaminação e perdas são menores: os fragmentos de rocha ficam protegidos dentro da broca até o ciclone, minimizando a contaminação ascendente, refluxo e perdas de material nas fraturas.

5) Possibilidade de se perfurar em bancadas longe do desmonte: com o sistema de cir-

culação reversa, pode-se amostrar blocos que não estão sendo preparados para o desmonte. Com um bom planejamento de amostragem, essa medida é uma maneira de se economizar tempo.

6) Amostragem não interfere na produção: o aumento no tráfego de equipamentos pela mina pode ser minimizado com bom planejamento. A amostragem por circulação reversa não deve interferir com a produção da mina.

7) Controle de teor mais preciso e acurado.

Dentre as desvantagens de se implantar o sistema mencionado, pode-se citar o custo adicional, além do aumento de tráfego na mina, o que, dependendo de como estão desenvolvidos os acessos as bancadas, pode ser um grande inconveniente. No entanto, “é altamente recomendado que as empresas de mineração analisem de perto a viabilidade de se implantar um sistema de amostragem automático de circulação reversa para o controle de teor, ao invés de prender-se as velhas práticas que podem levar a grandes problemas de reconciliação no futuro” (Pitard, 2008). □

Referências

- Crawford, G.D. 2004. Reconciliation of reserves: part 2. *Pincock Perspectives*, nº 50, jan/04, págs.1-4. Pincock, Allen & Holt, Colorado. Disponível em: <<http://www.pincock.com/perspectives/Issue50-Reconciliation-2.pdf>>.
- Pitard, F.F. 2008. Blasthole Sampling for Grade Control – The Many Problems and Solutions. In: *Sampling. Conference*, Perth, Australia, 2008.
- Grigorieff, A.; Costa, J.F.C.L. & Koppe, J. O problema de amostragem manual na indústria mineral. *REM: Revista Escola de Minas*, vol. 55, nº 3. 2002. págs. 229-233, jul/set. Escola de Minas, Ouro Preto.
1. Engenheira de Minas, aluna do programa de Pós Graduação em Engenharia Mineral da Escola Politécnica da USP. Email: thammiris.poli@gmail.com
2. Professora, Dra., Escola Politécnica da USP. Email: ana.chieregati@gmail.com
3. Professor, Dr., Escola Politécnica da USP. Email: hdelboni@usp.br
4. Gerente Cooperativo, Yamana Gold Inc. Email: lpignatari@yamana.com

BRASIL • mineral

MINERAÇÃO - METALURGIA - SIDERURGIA - PETRÓLEO

Ano XXIX - Abril de 2012 - N° 316 - R\$ 25,00 - ISSN 0102-4728

Mineração de Grande Porte

SAMARCO

Mineração de Médio Porte

MIRABELA

Mineração de Pequeno Porte

VITERBO

Metalurgia

CBMM

Siderurgia

GERDAU



AS EMPRESAS DO ANO DO SETOR MINERAL 2012