

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo

ISSN 0104-0553

BT/PMI/239

**Reconciliação Pró-Ativa em
Empreendimentos Mineiros**

**Ana Carolina Chierigati
Homero Delboni Júnior**

São Paulo - 2007

O presente trabalho é uma versão abreviada da tese de doutorado apresentada por Ana Carolina Chierigati, sob a orientação do Prof. Dr. Homero Delboni Júnior, "Reconciliação Pró-Ativa em Empreendimentos Mineiros" com defesa realizada em 18/04/2007, na EPUSP.

A íntegra da tese encontra-se à disposição dos interessados com o autor e na Biblioteca do Depto. de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Chierigati, Ana Carolina

Reconciliação pró-ativa em empreendimentos mineiros / Ana Carolina Chierigati, Homero Delboni Júnior. -- São Paulo : EPUSP, 2007

17 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo ; BT/PMI/239)

1. Empreendimentos mineiros 2. Minas – Brasil 3. Ouro (Capacidade) I. Delboni Júnior, Homero II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo III. Título IV. Série
ISSN 0104-0553

ANA CAROLINA CHIEREGATI

HOMERO DELBONI JR.

**RECONCILIAÇÃO PRÓ-ATIVA EM
EMPREENHIMENTOS MINEIROS**

Edição abreviada da tese apresentada à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Doutor em
Engenharia.

SÃO PAULO

2007

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
1.1 As Fontes de Erros.....	6
1.2 Reconciliação × Prognosticação.....	7
2. TRABALHOS EXPERIMENTAIS.....	8
2.1 Amostrador Setorial.....	9
2.2 Metodologia de Amostragem.....	11
3. RESULTADOS.....	11
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	13
5. DISCUSSÕES.....	15
6. CONCLUSÕES.....	15
REFERÊNCIAS.....	17

RESUMO

As práticas de reconciliação consistem na comparação entre as quantidades e teores de minério estimados pelos modelos da jazida e as quantidades e teores de minério produzidos na usina de beneficiamento. O resultado dessas comparações é geralmente um grupo de fatores que são aplicados a estimativas futuras, na tentativa de melhorar a previsão do desempenho de uma operação. Atualmente, a prática comum de reconciliação baseia-se na definição do *mine call factor* (MCF) e sua aplicação às estimativas dos modelos de recursos e de controle de teor. O MCF expressa a diferença entre a produção prevista pelos modelos e a produção registrada na usina e, portanto, sua aplicação permite uma correção nas estimativas dos modelos. Esta é uma prática de reconciliação reativa. Entretanto, a aplicação desses fatores às estimativas dos modelos pode mascarar as causas dos erros responsáveis pelas discrepâncias observadas. As causas reais de qualquer variância só podem ser identificadas analisando-se as informações referentes a cada variância e, em seguida, modificando metodologias e processos. Este é o conceito de prognosticação, ou reconciliação pró-ativa, um processo iterativo de recalibração constante das entradas de dados e dos cálculos. Portanto, a prognosticação permite uma correção das metodologias de coleta de dados, e não simplesmente uma correção das estimativas dos modelos. O presente trabalho analisa as práticas de reconciliação realizadas em uma mina de ouro no Brasil e sugere um novo protocolo de amostragem, com base nos conceitos de prognosticação.

PALAVRAS-CHAVE: Reconciliação. Prognosticação. Amostragem.

ABSTRACT

Reconciliation is the practice of comparing the tonnage and average grade of ore predicted from resource and grade control models with the tonnage and grade generated by the processing plant. The result is usually a group of factors, which are applied to future estimates in an attempt to better predict how the operation may perform. The common practice of reconciliation is based on definition of the *mine call factor* (MCF) and its application to resource or grade control estimates. The MCF expresses the difference, a ratio or percentage, between the predicted grade and the grade reported by the plant. Therefore, its application allows to correct model estimates. This practice is named reactive reconciliation. However, the use of generic factors that are applied across differing time scales and material types often disguises the causes of the error responsible for the discrepancy. The root causes of any given variance can only be identified by analyzing the information behind any variance and, then, making changes to methodologies and processes. This practice is named prognostication, or proactive reconciliation, an iterative process resulting in constant recalibration of the inputs and the calculations. The prognostication allows personnel to adjust processes so that results align within acceptable tolerance ranges, and not only to correct model estimates. This study analyses the reconciliation practices performed at a gold mine in Brazil and suggests a new sampling protocol, based on prognostication concepts.

KEY-WORDS: Reconciliation. Prognostication. Sampling.

1. INTRODUÇÃO

O empreendimento mineiro é caracterizado por uma seqüência de operações que envolvem disciplinas estanques e provenientes de áreas distintas de conhecimento. A crescente complexidade das operações unitárias individuais, bem como a necessária integração entre cada etapa, requerem um enfoque sistêmico, para que se obtenham níveis adequados de aproveitamento de recursos não-renováveis e desempenho econômico.

Nesse contexto inserem-se as práticas de reconciliação, que consistem na comparação entre as quantidades e teores de minério estimados pelos modelos da jazida e as quantidades e teores de minério produzidos na usina de beneficiamento. Grandes discrepâncias entre esses valores são um problema comum em diversas minas de ouro e de metal básico no mundo, fazendo-se necessária a adoção de estratégias que minimizem esse problema.

Historicamente, a reconciliação tem sido realizada de maneira reativa, i.e., comparando-se os valores de produção com os valores estimados pelos modelos e aplicando-se fatores, tais como o *mine call factor* (MCF), a estimativas futuras, na tentativa de melhorar a previsão do desempenho de uma operação. Entretanto, conforme observou Morley (2003), esta não é melhor prática industrial de reconciliação. Uma prática correta de reconciliação deve ser realizada de maneira pró-ativa, i.e., identificando as causas das variâncias observadas e modificando as metodologias de coleta de dados e os processos. Só assim podem ser tomadas ações que reduzam a variância a um nível aceitável.

A reconciliação é vista por muitos como um teste de qualidade das estimativas dos modelos, porém, sem uma amostragem adequada, capaz de gerar dados confiáveis, qualquer análise estatística perde o sentido. Quando uma amostra é extraída de uma massa maior de minério, ocorrem os erros de amostragem. Um ato correto de amostragem requer que todas as partículas pertencentes a um determinado lote tenham a mesma chance de ser extraídas. Este tipo de amostragem denomina-se amostragem não-enviesada. Devido à falta de conhecimento dos fundamentos da teoria de amostragem, muitas empresas perdem milhões por ano com problemas de reconciliação, traduzidos na precária otimização das operações de lavra e de beneficiamento, balanços metalúrgicos enviesados, concentrados subestimados, etc. Estudos demonstram que mesmo pequenas melhorias na amostragem resultam em melhorias significativas nos resultados de uma operação.

Os equipamentos de amostragem, ou amostradores, por sua vez, devem ser projetados de modo a garantir amostras não-enviesadas. E as técnicas de amostragem devem se basear em teorias que permitam minimizar os erros de amostragem, garantindo a coleta de amostras representativas. Nesse sentido, as técnicas estatísticas e geoestatísticas são uma ferramenta poderosa, pois permitem analisar os erros associados à amostragem utilizando variogramas e funções auxiliares.

O trabalho apresentado a seguir tem por objetivo desenvolver um sistema integrado de reconciliação pró-ativa, fundamentado no processo iterativo de análise de variâncias e correção de metodologias de coleta de amostras. Com base nesse sistema, são propostas alterações no protocolo de amostragem de um empreendimento mineiro, visando diminuir os erros de amostragem, aumentar a confiabilidade nos dados e melhorar as estimativas do modelo de recursos.

1.1 As Fontes de Erros

Uma reconciliação bem-sucedida pode ser ilusória. Em muitos casos, erros cometidos em algum ponto do processo são compensados por erros cometidos em outro ponto, resultando em reconciliações excelentes (Crawford, 2004). Porém, isto mascara os enviesamentos do sistema, que, mais cedo ou mais tarde, podem vir à tona.

A primeira, e mais óbvia, fonte de erros é a amostragem. Em certos casos, amostragens de furos de desmonte podem consistentemente subestimar ou superestimar o teor real de um corpo de minério. O enviesamento da amostragem é provavelmente o erro mais difícil de se medir e, certamente, merece uma consideração especial. Segundo Gy (1998), “a heterogeneidade é vista como a única fonte de todos os erros de amostragem” e é a única condição na qual um conjunto de unidades pode ser observado na prática.

A qualidade dos resultados de reconciliação depende da qualidade e da confiabilidade das amostras coletadas e do processo utilizado para gerar as estimativas dos modelos da jazida. A confiabilidade nos resultados de uma amostragem, por sua vez, depende das características da mineralização, da qualidade da amostragem, da preparação e da análise das amostras, e pode ser avaliada através da variabilidade do teor das amostras (precisão) e da acurácia dos resultados (enviesamento). A variabilidade dos resultados da amostragem pode ser dividida em três causas

principais: (1) a heterogeneidade constitucional do material, (2) os erros de amostragem, incluindo os erros de preparação, e (3) os erros de análise. É de extrema importância compreender e quantificar esses erros, de modo que os resultados finais possam ser usados com confiança nos cálculos de reconciliação (Noppé, 2004).

1.2 Reconciliação × Prognosticação

A reconciliação é uma atividade desenvolvida na maior parte das empresas de mineração e pode ser definida como a comparação entre uma medição e uma estimativa, ou seja, entre a produção e a estimativa de produção. Divide-se o teor de metal produzido pelo teor estimado pelo modelo da jazida, e o resultado dessa comparação é um fator chamado de *mine call factor* (MCF), aplicado a futuras estimativas do modelo.

Entretanto, esta não é a melhor prática industrial de reconciliação, pois o principal objetivo de qualquer sistema de reconciliação não deve ser o de gerar fatores utilizados para corrigir estimativas, mas o de permitir ajustes nos processos de modo que os resultados estejam sempre dentro de limites aceitáveis.

A prognosticação é uma alternativa à reconciliação, e consiste em se coletar e analisar dados críticos, que são usados para calibrar estimativas em um processo iterativo. Os erros são analisados com a finalidade de se tomarem ações corretivas para assegurar que a diferença entre os valores estimados e os valores reais seja mínima. Desta maneira, as estimativas tornam-se previsões – ou prognósticos – e podem formar uma base para a tomada de decisões, assegurando que o que acontecerá no futuro corresponde ao que foi planejado no presente. Portanto, a prognosticação permite uma correção das metodologias de coleta de dados, e não simplesmente uma correção das estimativas dos modelos.

Práticas adequadas de reconciliação só são possíveis se houver informações de desempenho de todas as operações de lavra e de beneficiamento de minérios, informações estas que devem ser baseadas em dados de qualidade. Portanto, a otimização dos métodos de amostragem é de essencial importância para o desenvolvimento de um sistema confiável de reconciliação, pois é de uma amostragem correta que resultam dados de qualidade.

2. TRABALHOS EXPERIMENTAIS

Segundo Crawford (2004), a reconciliação não deve simplesmente avaliar os modelos de recursos e de controle de teor com base no produto final. Na prática, cada etapa da operação deve ser examinada sequencialmente: do modelo de recursos para a mina, da mina para a usina, e da usina para a metalurgia ou produto final. O presente trabalho está focado na segunda etapa de reconciliação, ou seja, na etapa de comparação entre os teores da lavra (ou de controle de teor) e os teores alimentados na usina.

As estimativas para o planejamento de curto prazo são, em geral, baseadas em perfurações adicionais e em amostragens de frentes de lavra. Na maioria dos casos, utiliza-se amostragem do pó de perfuratriz proveniente dos furos de desmonte, o que apresenta duas vantagens principais: (a) o espaçamento entre os furos de desmonte é pequeno, resultando em uma densidade de amostragem relativamente alta por tonelada de material, e (b) já que os furos têm que ser perfurados de qualquer maneira, não há custo adicional de perfuração. Entretanto, na maioria das vezes as amostras coletadas dos furos de desmonte são pobres, e o material recuperado apresenta segregação de partículas, não sendo representativo da amostra total (Schofield, 2001). A precisão de amostragens de furos de desmonte geralmente é baixa, mas o problema mais sério é o enviesamento das amostras causado pela segregação de densidade e de tamanho das partículas. Uma das principais causas desse enviesamento é a perda de finos, o que pode levar a uma subestimativa ou a uma superestimativa do teor do minério (Snowden, 1993).

De acordo com François-Bongarçon & Gy (2002), uma amostra é correta se qualquer fragmento do lote tiver a mesma probabilidade de ser selecionado. Esta condição garante o não-enviesamento da amostra, visto que qualquer viés iria anulá-la. Assim, fica possível formalizar o conceito de representatividade de uma amostra: uma amostra é considerada representativa quando as duas seguintes condições forem satisfeitas: a amostra é acurada (correta ou não-enviesada) e precisa (suficientemente reproduzível). Na prática, os métodos corretos de coleta de amostras não são tão simples. Mas como o risco de enviesamento é inaceitável, devemos procurar utilizar amostradores e procedimentos de amostragem corretos. Qualquer amostrador ou procedimento eventualmente incorreto deve ser substituído, pois, neste caso, não se pode garantir o não-enviesamento das amostras e, conseqüentemente, sua representatividade.

O procedimento de coleta de amostras anteriormente realizado na mina em estudo, para o planejamento de curto prazo, era a amostragem manual por pá. Eram retirados 4 incrementos da pilha de material depositado ao redor de cada furo de desmonte a ser amostrado, compondo uma amostra com massa aproximada de 3 kg. Além da perda de finos durante a perfuração, a inconformidade da amostragem manual por pá com a teoria da amostragem reside no fato de a mesma não ser probabilística, pois pressupõe que as partículas dispostas nas porções inalcançáveis pela pá apresentam as mesmas características de qualidade das partículas dispostas nas porções mais externas e superficiais da pilha. Assim, nesse tipo de amostragem, além da variabilidade existente entre as partículas, os erros de amostragem são influenciados pela disposição das partículas no interior do lote. Em consequência, a precisão da amostragem manual não pode ser estimada, tornando-a não confiável (Grigorieff et al., 2002).

2.1 Amostrador Setorial

O procedimento experimental adotado neste trabalho objetivou minimizar os erros anteriormente descritos, desenvolvendo um amostrador que pudesse diminuir a perda de finos e aumentar a representatividade das amostras. A alternativa escolhida foi a utilização de um amostrador setorial estacionário, proposto por Pitard (1993), colocado ao redor do furo de desmonte. Este tipo de amostrador minimiza os riscos de contaminação do material e os erros cometidos na amostragem manual. Ao amostrador proposto por Pitard, foi sugerida uma modificação visando minimizar a perda de finos, um problema constante na amostragem de furos de desmonte. Essa modificação consistiu em adicionar uma cúpula semi-esférica ao amostrador, de modo que todo o material proveniente do furo pudesse ser coletado, diminuindo, assim, o enviesamento das amostras. A cúpula foi construída em material acrílico e possui a forma de uma semi-esfera, respeitando as condições de correção de extração da amostra. O amostrador setorial proposto está ilustrado na Figura 1.

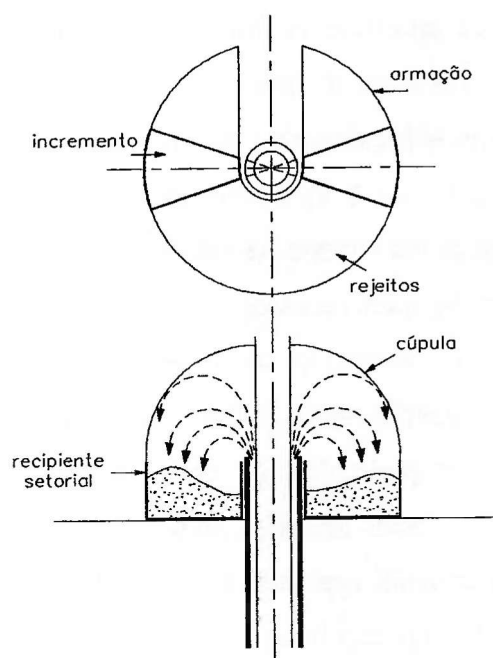


Figura 1 – Amostrador setorial com cúpula para captação de finos.

O amostrador setorial é encaixado à lança da perfuratriz e gera duas amostras, uma por recipiente, cada uma pesando, em média, 3 kg. Os recipientes setoriais são dispostos em dois quadrantes do amostrador e suas arestas são alinhadas com o centro do furo. Cada recipiente coleta um setor da amostra, em forma de pizza, e o restante do material é descartado. Este amostrador é dimensionado de modo que a amostra coletada seja correta, seguindo a teoria de amostragem de Pierre Gy. O equipamento deve dar chances iguais de seleção para todas as partículas do lote e, também, deve amostrar todo o comprimento do furo. A Figura 2 mostra o amostrador encaixado à lança da perfuratriz.

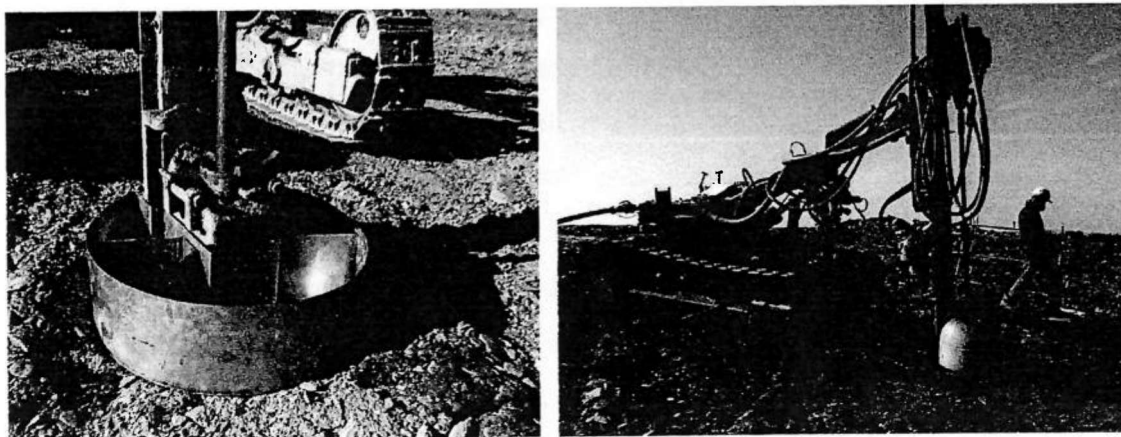


Figura 2 – Amostrador setorial acoplado à lança da perfuratriz.

2.2 Metodologia de Amostragem

A metodologia de amostragem foi baseada nos conceitos de reconciliação pró-ativa – ou prognosticação – de Morley, cujos passos tomados sequencialmente seguiram um processo iterativo de alterações nos métodos de amostragem, visando a diminuição dos erros de estimativa e das variâncias dos erros de amostragem. Nesse processo, as alterações realizadas entre cada passo visaram melhorar a qualidade das amostras, aumentando, portanto, sua representatividade.

O método de reconciliação consistiu em comparar os teores das amostras coletadas na usina (*head samples*) com os teores das amostras coletadas na mina (*grade control samples*). Pela definição de Crawford (2004), esta é a segunda etapa da reconciliação, também chamada *mine-to-mill*. A amostragem na usina foi efetuada nas linhas de britagem, antes da etapa de moagem. As amostras foram coletadas nos transportadores de correia, a intervalos de tempo regulares, consistindo de material equivalente a 1 m de correia e pesando em média 50 kg cada. As amostras coletadas na mina foram provenientes dos furos de desmonte, utilizando o amostrador setorial descrito no item anterior.

O total de amostras submetidas ao laboratório de preparação e análise química, incluindo as amostras da mina e da usina, foi de 480 amostras. Todas as amostras foram preparadas e analisadas no mesmo laboratório, seguindo o mesmo procedimento de secagem, quarteamento e rebritagem. De cada amostra foram retiradas 3 alíquotas de aproximadamente 50 g cada para análise de ouro, arsênio e enxofre. A média ponderada das 3 alíquotas representou o teor do furo, e a média dos teores dos furos ponderada pela respectiva profundidade representou o teor médio do bloco.

3. RESULTADOS

A seguir são apresentados os passos seguidos, as alterações no protocolo de amostragem e os objetivos da reconciliação pró-ativa, discutindo tanto os acertos quanto os erros cometidos. Para a visualização do processo como um todo, as informações são apresentadas em forma de tabela, com os passos mostrados cronologicamente da primeira à última linha.

Tabela I – Etapas da reconciliação pró-ativa aplicada a um empreendimento mineiro.

passo	origem dos dados	alteração realizada	objetivos	resultados
1	mina	substituição da amostragem por pá manual pelo amostrador setorial	minimizar o erro de delimitação e de extração da amostra	diminuição da variância do erro de amostragem
2	mina	inserção de borracha de vedação na cúpula do amostrador	minimizar o enviesamento das amostras causado pela perda de finos	diminuição da variância do erro de amostragem
	usina	inclusão da etapa de amostragem na britagem	calcular o erro de estimativa	valor pouco representativo, baseado em 2h de amostragem na usina (5% do bloco)
3	usina	coleta de um maior número de amostras na britagem	aumentar a confiabilidade na estimativa da britagem	valor mais representativo, porém não ideal (70% da massa do bloco amostrada)
4	mina	exclusão da borracha de vedação e furação com mais água	eliminar o possível enviesamento causado pela borracha e diminuir a perda de finos	piora na estimativa devido à lavagem dos finos; aumento do enviesamento
	usina	coleta de um maior número de amostras na britagem	aumentar a confiabilidade na estimativa da britagem	valor mais representativo (90% da massa do bloco amostrada)
5	mina	re-inserção da borracha de vedação, furação sem água	minimizar o enviesamento causado pela lavagem dos finos	diminuição da média e da variância do erro; melhoria na estimativa de teor
	usina	menor intervalo entre coleta de amostras	aumentar a confiabilidade na estimativa da britagem	valor mais representativo (100% da massa do bloco amostrada)

A Figura 3 mostra, para cada bloco, a diferença entre os teores estimados pela aplicação do MCF às estimativas do modelo e os teores estimados pelos novos métodos de amostragem na mina e na usina.

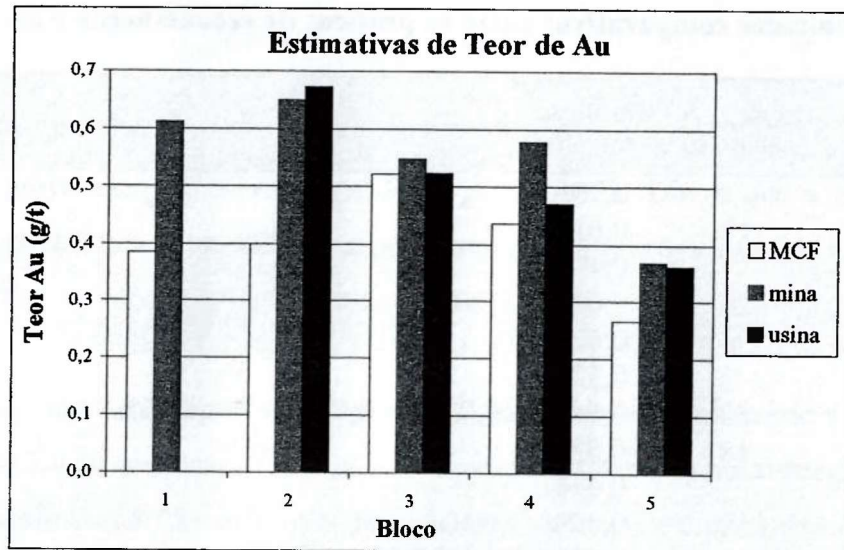


Figura 3 – Gráfico comparativo dos teores de ouro estimados pelos diversos métodos.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Segundo Isaaks e Srivastava (1989), antes de submeter quaisquer dados à análise estatística ou geoestatística, é de essencial importância verificar sua qualidade e, se necessário, excluir os dados pouco confiáveis. A informação extraída de uma série de dados, bem como qualquer inferência sobre a população que os originou, só podem ser tão boas quanto os dados originais. Os autores sugerem os seguintes passos para eliminar erros grosseiros e produzir dados de melhor qualidade: (1) organize os dados e analise os valores extremos, procurando estabelecer a autenticidade desses valores; (2) plote os valores extremos em um mapa, verificando se eles seguem uma tendência ou se estão isolados (*outliers*), atentando aos valores extremos isolados; (3) verifique possíveis erros de coordenadas, organizando e examinando os valores extremos; (4) verifique a localização dos dados no mapa.

Seguindo a sugestão dos autores, os resultados das análises químicas das amostras foram analisados individualmente, tendo sido excluídos os *outliers* e os dados pouco confiáveis, após análise detalhada da caderneta de campo, onde constavam informações sobre as amostras coletadas e os problemas eventualmente encontrados para cada uma. A Tabela II mostra os resultados obtidos para cada bloco e para cada etapa de amostragem. Nota-se que as linhas referentes ao MCF representam o teor de ouro estimado a partir da aplicação do *mine call factor* às estimativas do modelo, procedimento comum às práticas de reconciliação reativa.

Tabela I – Etapas da reconciliação pró-ativa aplicada a um empreendimento mineiro.

passo	origem dos dados	alteração realizada	objetivos	resultados
1	mina	substituição da amostragem por pá manual pelo amostrador setorial	minimizar o erro de delimitação e de extração da amostra	diminuição da variância do erro de amostragem
2	mina	inserção de borracha de vedação na cúpula do amostrador	minimizar o enviesamento das amostras causado pela perda de finos	diminuição da variância do erro de amostragem
	usina	inclusão da etapa de amostragem na britagem	calcular o erro de estimativa	valor pouco representativo, baseado em 2h de amostragem na usina (5% do bloco)
3	usina	coleta de um maior número de amostras na britagem	aumentar a confiabilidade na estimativa da britagem	valor mais representativo, porém não ideal (70% da massa do bloco amostrada)
4	mina	exclusão da borracha de vedação e furação com mais água	eliminar o possível enviesamento causado pela borracha e diminuir a perda de finos	piora na estimativa devido à lavagem dos finos; aumento do enviesamento
	usina	coleta de um maior número de amostras na britagem	aumentar a confiabilidade na estimativa da britagem	valor mais representativo (90% da massa do bloco amostrada)
5	mina	re-inserção da borracha de vedação, furação sem água	minimizar o enviesamento causado pela lavagem dos finos	diminuição da média e da variância do erro; melhoria na estimativa de teor
	usina	menor intervalo entre coleta de amostras	aumentar a confiabilidade na estimativa da britagem	valor mais representativo (100% da massa do bloco amostrada)

A Figura 3 mostra, para cada bloco, a diferença entre os teores estimados pela aplicação do MCF às estimativas do modelo e os teores estimados pelos novos métodos de amostragem na mina e na usina.

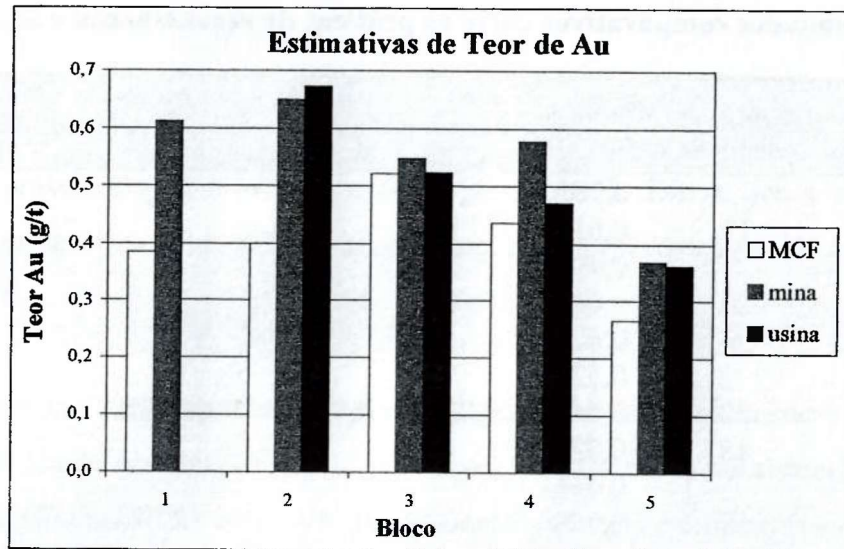


Figura 3 – Gráfico comparativo dos teores de ouro estimados pelos diversos métodos.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Segundo Isaaks e Srivastava (1989), antes de submeter quaisquer dados à análise estatística ou geoestatística, é de essencial importância verificar sua qualidade e, se necessário, excluir os dados pouco confiáveis. A informação extraída de uma série de dados, bem como qualquer inferência sobre a população que os originou, só podem ser tão boas quanto os dados originais. Os autores sugerem os seguintes passos para eliminar erros grosseiros e produzir dados de melhor qualidade: (1) organize os dados e analise os valores extremos, procurando estabelecer a autenticidade desses valores; (2) plote os valores extremos em um mapa, verificando se eles seguem uma tendência ou se estão isolados (*outliers*), atentando aos valores extremos isolados; (3) verifique possíveis erros de coordenadas, organizando e examinando os valores extremos; (4) verifique a localização dos dados no mapa.

Seguindo a sugestão dos autores, os resultados das análises químicas das amostras foram analisados individualmente, tendo sido excluídos os *outliers* e os dados pouco confiáveis, após análise detalhada da caderneta de campo, onde constavam informações sobre as amostras coletadas e os problemas eventualmente encontrados para cada uma. A Tabela II mostra os resultados obtidos para cada bloco e para cada etapa de amostragem. Nota-se que as linhas referentes ao MCF representam o teor de ouro estimado a partir da aplicação do *mine call factor* às estimativas do modelo, procedimento comum às práticas de reconciliação reativa.

Tabela II – Resultados comparativos entre as práticas de reconciliação e de prognosticação.

bloco	origem dos dados	número de amostras	teor médio Au (g/t)	média do erro m(SE)	variância do erro s ² (SE)	erro de estimativa de teor PROGNOSTICAÇÃO	erro de estimativa de teor RECONCILIAÇÃO
1	MCF	12	0,385	*	*	*	*
	mina		0,612				
2	MCF	20	0,400	-0,024	0,054	3,5%	40,6%
	mina		0,649				
	usina	6	0,673				
3	MCF	20	0,522	0,029	0,053	4,6%	0,38%
	mina		0,548				
	usina	18	0,524				
4	MCF	59	0,436	0,103	0,040	22,7%	7,4%
	mina		0,578				
	usina	49	0,471				
5	MCF	72	0,265	-0,011	0,028	1,7%	26,9%
	mina		0,369				
	usina	22	0,363				

* Não houve amostragem na usina e, conseqüentemente, não há um valor de referência para o cálculo dos erros.

Analisando a tabela anterior, nota-se que as práticas de reconciliação reativa não nos permitem prever e/ou controlar os erros de estimativas do modelo e, portanto, não são capazes de auxiliar adequadamente o planejamento de lavra de um empreendimento mineiro. A reconciliação pró-ativa, ou prognosticação, por sua vez, ajudou a compreender alguns dos erros cometidos durante os processos de coleta de amostras. A compreensão desses erros tornou possível a alteração de metodologias visando minimizá-los, e este fato, por si só, pode ser considerado como uma vantagem da prognosticação. Sabendo que a variância do erro de amostragem representa a precisão ou reprodutibilidade das amostras, e que a média do erro de amostragem representa a acurácia ou enviesamento das amostras, a seqüência cronológica mostrou uma melhoria nas estimativas, traduzida pela diminuição da variância do erro de amostragem (de 0,054 para 0,028), pela diminuição da média do erro de amostragem (de -0,024 para -0,011) e pela diminuição dos erros de estimativa do teor de ouro (de 3,5% para 1,7%).

A exceção, não menos importante que a regra, é feita ao bloco 4, que, apesar de exaustivamente amostrado, apresentou erros acima do esperado. A provável causa desse enviesamento foi o aumento, particularmente para este bloco, da quantidade de água utilizada na perfuração, com o intuito de diminuir a geração e a conseqüente expulsão dos finos. Na realidade, o que ocorreu foi uma 'lavagem' dos finos para dentro do furo e, assim, a primeira condição de representatividade de uma amostra não foi satisfeita: a condição de não-enviesamento. As estatísticas, felizmente, confirmam que sem dados de qualidade, qualquer análise perde o sentido.

5. DISCUSSÕES

Sabe-se que a primeira, e mais óbvia, fonte de erros é a amostragem, e que o enviesamento da amostragem é provavelmente o erro mais difícil de se medir. Diz-se que a variância do erro global de estimativa deve-se em 80% à amostragem, 15% à preparação e 5% à análise química (Grigorieff, 2002).

O método de prognosticação apresentado procurou, primeiramente, minimizar a perda de finos e otimizar os métodos de amostragem na lavra. O dimensionamento de um sistema de amostragem deve objetivar a eliminação de erros possíveis de ser eliminados e a minimização dos erros que não podem ser eliminados, de modo a se obter a precisão e a acurácia desejadas. Portanto, foram sugeridas alterações em metodologias e processos visando a minimização desses erros.

Como visto anteriormente, uma amostra é representativa quando ela é correta (acurada) e suficientemente reproduzível (precisa). Como as práticas de reconciliação baseiam-se em resultados de amostragem, um método de reconciliação pró-ativa deve sempre ter por objetivo aumentar a representatividade das amostras, maximizando, portanto, sua acurácia e precisão. Os resultados das práticas de prognosticação apresentados neste trabalho mostraram, cronologicamente, o aumento da representatividade das amostras, traduzido por:

1. Maior acurácia: diminuição da média do erro de amostragem $m(SE)$.
2. Maior precisão: diminuição da variância do erro de amostragem $s^2(SE)$.

6. CONCLUSÕES

Mesmo conhecendo os conceitos da Teoria da Amostragem, nem sempre se consegue realizar, industrialmente, o teoricamente correto. A amostragem de ouro, em especial, tem suas peculiaridades, principalmente no que diz respeito à segregação entre as partículas e à dificuldade em se reduzir a massa de uma amostra sem causar alterações significativas em seu teor. Os problemas com a amostragem de ouro são ampliados quanto menor o teor de ouro, quanto mais marginal o depósito e quanto mais irregular a distribuição do ouro na rocha. Este trabalho estudou um depósito de ouro de baixo teor, utilizando amostras provenientes do pó de perfuratriz, onde a precisão de amostragem é baixa e, em geral, há enviesamento das amostras.

Portanto, partiu-se da pior situação e procurou-se desenvolver uma metodologia de amostragem que, no mínimo, permitisse conhecer os erros envolvidos nos processos, de modo que os resultados finais pudessem ser usados conscientemente nos cálculos de reconciliação. A qualidade desses resultados depende da qualidade e da confiabilidade dos dados de entrada. E, portanto, especial atenção foi dada à geração de dados confiáveis, ou amostras representativas, procurando seguir as regras básicas de seleção de amostras corretas.

Como uma alternativa à reconciliação reativa, foi introduzido o método de reconciliação pró-ativa, ou prognosticação, o qual se baseia no processo iterativo de análise e correção de metodologias de coleta de amostras, com o objetivo de tornar mínima a diferença entre as estimativas e as medições. Os resultados obtidos mostraram que:

1. Com a diminuição das variâncias dos erros, aumentou-se a precisão da amostragem.
2. Com a diminuição das médias dos erros, aumentou-se a acurácia da amostragem.
3. Com o aumento da precisão e da acurácia da amostragem, aumentou-se a representatividade das amostras e, conseqüentemente, a confiabilidade nos dados de entrada.

Conclui-se, portanto, que a prognosticação pode trazer benefícios significativos a um empreendimento mineiro. É evidente que os erros de amostragem estão longe de ser eliminados por completo, mas um passo inicial foi dado, e as melhorias foram demonstradas. A minimização dos erros que não podem ser eliminados, bem como a aplicação de protocolos capazes de eliminar os restantes, são as ferramentas que nos permitem criar um modelo cujas estimativas sejam previsões, ou prognósticos, assegurando que os resultados futuros correspondam ao planejamento presente.

REFERÊNCIAS

- CRAWFORD, G.D. 2004. Reconciliation of reserves: part 2. Pincock Perspectives, n°50, jan/04, págs. 1-4, Pincock, Allen & Holt, Colorado. Disponível em: <<http://www.pincock.com/perspectives/Issue50-Reconciliation-2.pdf>>.
- FRANÇOIS-BONGARÇON, D. & GY, P. 2002. Critical aspects in mill and plants: a guide to understanding sampling audits. In: Journal of the South African IMM, vol. 102, n° 8, South Africa.
- GRIGORIEFF, A. 2002. Desenvolvimento de um novo protocolo de amostragem de carvão mineral. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia, PPGEM, UFRGS, Porto Alegre.
- GY, P. 1998. Sampling for analytical purposes. 1st ed., translated by A.G. Royle, John Wiley & Sons, West Sussex, England.
- ISAAKS, E.H. & SRIVASTAVA R.M. 1989. The sample data set. In: An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, cap. 6, págs. 107-139, New York.
- MORLEY, C. 2003. Beyond reconciliation: a proactive approach to using mining data. In: Large Open Pit Mining Conference, 5th, págs. 185-192, Kalgoorlie, Australia.
- NOPPÉ, M. 2004. Reconciliation: importance of good sampling and data QA-QC. In: Mining and Resource Geology Symposium, Queensland, Australia. Disponível em: <<http://www.snowdengroup.com/Files/GradeControl-1.pdf>>.
- PITARD, F.F. 1993. Pierre Gy's sampling theory and sampling practice: heterogeneity, sampling correctness, and statistical process control. 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, Florida.
- SCHOFIELD, N.A. 2001. The myth of mine reconciliation. In: Mineral Resource and Ore Reserve Estimation: the AusIMM Guide to Good Practice, págs. 601-610, Ed. A.C. Edwards, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne, Australia.
- SNOWDEN, V. 1993. Comparative 3-D resource modeling approaches at Macraes deposit in New Zealand and their reconciliation with production. In: Applications of Computers in the Mineral Industry, págs. 42-45, University of Wollongong, New South Wales, Australia.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PMI/001 - Características Geométricas da Escavação Mecânica em Mineração: Exemplo de Escavadora de Caçamba de Arraste - ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/002 - Prospecção Geoquímica Experimental na Ocorrência de Ouro Ta perá Grande - PAULO BELJAVSKIS, HELMUT BORN
- BT/PMI/003 - Estudo de Processo de Dupla Flotação Visando o Beneficiamento do Minério Carbonático de Fosfato de Jacupiranga - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/004 - Desenvolvimento de um Equipamento Não-Convencional em Beneficiamento Mineral: A Célula Serrana de Flotação Pneumática - RICARDO NEVES DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/005 - Ajuste de Modelos Empíricos de Operação de Ciclones - HOMERO DELBONI JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/006 - Contribuição ao Estudo dos Explosivos Permissíveis - AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/007 - Contribuição ao Dimensionamento de Pilares em Minas Subterrâneas de Manganês - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/008 - Exploração Mineral: Conceitos e Papel do Estado - LUIZ AUGUSTO MILANI MARTINS, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/009 - Otimização do Projeto de Pátios de Homogeneização Através do Método da Simulação Condicional - FLAVIO MOREIRA FERREIRA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/010 - Considerações Gerais sobre Desmonte de Rocha: Análise de Custo - Índice de Produtividade e Otimização da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/011 - Aglomeração de Rejeitos de Fabricação de Brita para sua Reciclagem - ARTHUR PINTO CHAVES, BRADDLEY PAUL
- BT/PMI/012 - Método de Dimensionamento de Peneiras para a Classificação Granulométrica de Rochas ou Minérios - FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/013 - Processo de Beneficiamento para Obtenção de uma Carga Mineral Nobre a partir do Fosfogesso - WALTER VALERY JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/014 - Estudo da Carboxi-Metil-Celulose como Aglomerante para Pelotização - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/015 - A Influência do Amido de Milho na Eficiência de Separação Apatita/Minerais de Ganga Via Processo Serrana - LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/016 - Beneficiamento de Criolita Natural - Estado da Arte - HENRIQUE KAHN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/017 - Estudo da Variação do Índice Energético Específico - W_i , segundo a Granulometria do Ensaio, Obtida através de um Moínho de Bolas Padrão, em Circuito Fechado - MARIO SHIRO YAMAMOTO, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/018 - Fluorita - FERNANDO FUJIMURA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/019 - O Aproveitamento de Recursos Minerais: Uma Proposta de Abordagem a Nível Nacional - CELSO PINTO FERRAZ, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/020 - Comparação de duas Metodologias - A de Bieniawski e a de Panek, para Dimensionamento de Tirantes em Galerias Subterrâneas de Seção Retangular em Camadas Estratificadas - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/021 - Caracterização de Maciços Rochosos através de Envoltórios de Resistência por Tratamento Estatístico utilizando Dados de Laboratório do IPT Simulando Condições Geotécnicas do Maciço - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/022 - Avaliação de Impactos Ambientais na Mineração de Combustíveis Fósseis Sólidos - GILDA CARNEIRO FERREIRA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/023 - O Lado Nocivo do Elemento Quartzo no Desgaste Abrasivo de Mandíbula de Britadores - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/024 - Conceitos Básicos de Iluminação de Minas Subterrâneas - SÉRGIO MEDICI DE ESTON, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/025 - Sistema Computadorizado para Ajuste de Balanço de Massas e Metalúrgico - ANTONIO CARLOS NUNES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/026 - Caracterização Mineralógica/Tecnológica das Apatitas de alguns Depósitos Brasileiros de Fosfato - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN

- BT/PMI/027 - Classificação de Maciços quanto à Escarificabilidade - GUILHERME DE REZENDE TAMMERIK, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/028 - Análise Comparativa de Métodos de Amostragem de Depósitos Auríferos - FÁBIO AUGUSTO DA SILVA SALVADOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/029 - Avaliação da Qualidade de Corpos Moedores para o Minério Fosfático de Tapira - MG - GERALDO DA SILVA MAIA, JOSÉ RENATO B. DE LIMA
- BT/PMI/030 - Contribuição ao Estudo da Cominação Inicial à Partir da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/031 - Análises Químicas na Engenharia Mineral - GIULIANA RATTI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/032 - Usos Industriais da Atapulga de Guadalupe (PI) - SALVADOR LUIZ MATOS DE ALMEIDA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/033 - Minerais Associados às Apatitas: Análise de sua Influência na Produção de Ácido Fosfórico e Fertilizantes Fosfatados - ROBERTO MATTIOLI SILVA, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/034 - Beneficiamento dos Caulins do Rio Capim e do Jari - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/035 - Dimensionamento de Suportes em Vias Subterrâneas - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/036 - Estudos da Modelagem Matemática da Moagem com Seixos para Talco de Diversas Procedências - MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/037 - Mecânica de Rochas Aplicada ao Dimensionamento do Sistema de Atirantamento em Minas Subterrâneas - LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO
- BT/PMI/038 - Geometria de Minas a Céu Aberto: Fator Crítico de Sucesso da Indústria Mineral - FÁBIO JOSÉ PRATI, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/039 - Substituição do Aço por Polímero e Compósitos na Indústria Automobilística do Brasil: Determinantes e Consequências para o Mercado de Minério de Ferro - WILSON TRIGUEIRO DE SOUSA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, ANTONIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/040 - Aplicação de uma Metodologia que Simule em Moinho de Laboratório Operações Contínuas de Moagem com Seixos para Talco - REGINA COELI CASSERES CARRISSO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/041 - A Indústria Extrativa de Rochas Ornamentais no Ceará - FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/042 - A Produção de Fosfato no Brasil: Uma Apreciação Histórica das Condicionantes Envolvidas - GILDO DE A. DE SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/043 - Flotação em Coluna - Estado de Arte - JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/044 - Purificação de Talco do Paraná por Flotação e Alvejamento Químico - IVAN FALCÃO PONTES, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/045 - Pequena Empresa - A Base para o Desenvolvimento da Mineração - GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/046 - Máquinas de Flotação - ROGÉRIO CONTATO GUIMARÃES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/047 - Aspectos Tecnológicos do Beneficiamento do Carvão de Candiota (RS) - ANTONIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/048 - Efeito das Dimensões de Provetas no Dimensionamento de Espessadores - ELDON AZEVEDO MASINI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/049 - Água no Processamento Mineral - RODICA MARIA TEODORESCU SCARLAT, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/050 - Drenagens Ácidas do Estéril Piiritoso da Mina de Urânio de Poços de Caldas: Interpretação e Implicações Ambientais - VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/051 - "Caracterização Tecnológica de Minérios Auríferos. Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Jazida de Salamangone, AP." - MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/052 - Ensino de Engenharia de Minas - WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/053 - Redistribuição de Tensões e Desenvolvimento da Zona Clástica em Túneis Circulares - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/054 - Projeto de Barragem para Reservação de Mistos de Minerais Pesados Rejeitados pelo Beneficiamento de Cassiterita na Mina do Pitinga - MARCELO PIMENTEL DE CARVALHO, EDER DE SILVIO, LINDOLFO DE SILVIO
- BT/PMI/055 - A Segurança e a Organização do Trabalho em uma Mineração Subterrânea de Carvão da Região de Criciúma - Santa Catarina - DORIVAL BARREIROS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/056 - Diagnóstico de Lixiviação para Minérios de Ouro - VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES

- BT/PMI/057 - O Estado da Arte em Tratamento de Minérios de Ouro - RONALDO DE MOREIRA HORTA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/058 - Vias Subterrâneas em Rocha - Escavação por Explosivos - WILDOR THEODORO HENNIES, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/059 - Aumento da Seletividade na Separação da Fluorita/Calcita/Barita/Apatita por Flotação. Jazida de Mato Preto - PR - MONICA SPECK CASSOLA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/060 - Desenvolvimento de Processo para Extração de Gálio do Licor de Bayer por Resinas de Troca - Iônica de Poli (Acrilamidoxima) - WALDEMAR AVRITSCHER, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/061 - Estudo de Aspectos Geomecânicos Aplicados ao Projeto de Minas Subterrâneas - EDUARDO CÉSAR SANSONE, LINEU A. AYRES DA SILVA
- BT/PMI/062 - Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo - OMAR YAZBEK BITAR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/063 - Avaliação Técnica dos Processos de Cianetação/Adsorção da Mina de Fazenda Brasileiro - ÁUREA MARIA DIAS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/064 - A Nova Configuração da Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil - YARA KULAIF, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/065 - Estudos de Flotação em Coluna com Finos de Fosfato da Ultrafertil em Escala Piloto - JOSÉ PEDRO DO NASCIMENTO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/066 - Flotação da Apatita da Jazida de Tapira - MG - LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/067 - Minerais Industriais: Conceituação, Importância e Inserção na Economia - FRANCISCO REGO CHAVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/068 - Atividades Micro-Sísmicas e a Ruptura de Rochas - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/069 - Metodologia para Caracterização Tecnológica de Matérias Primas Minerais - LÍLIA MASCARENHAS SANT'AGOSTINO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/070 - Aplicação de Modelos Numéricos ao Projeto de Escavação por Explosivos de Túneis e Galerias - LUIZ CARLOS RUSILO, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/071 - O Estado da Arte da Cianetação de Minérios Auríferos - ROBERTO GOULART MADEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/072 - Revisão da Indústria Mineral de Titânio - ANTÔNIO HELENO DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/073 - Sistematização de Casos de Instabilidades em Encostas Rochosas no Município de Santos, Através de Nova Metodologia de Avaliação de Estabilidade - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/074 - A Minero-Metalurgia e suas Ligações com a Geologia e suas Engenharias de Minas, Metalúrgica e Química - RICARDO ALVARES DE CAMPOS CORDEIRO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/075 - A Redução da Umidade de Minérios de Ferro com o Emprego de Microondas - FERNANDO LEOPOLDO VON KRÜGER, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/076 - Estimativa de Parâmetros do Modelo Cinético de Moagem - CLÁUDIO FERNANDES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/077 - A Bauxita e a Indústria do Alumínio - JOSÉ CRUZ DO CARMO FLÔRES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/078 - Técnicas de Tratamento de Minérios para Reciclagem de Vidro - CLEUSA CRISTINA BUENO MARTHA DE SOUZA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/079 - Comparação entre Cylpebs e Bolas na Moagem Secundária da Samarco Mineração - JOAQUIM DONIZETTI DONDA, ANTONIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/080 - Calcários Dolomíticos da Região de Ouro Preto para usos na Metalurgia e como Rochas Ornamentais - MARCÍLIO DIAS DE CARVALHO, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/081 - Estudo de Reoxidação e Redução de Ferro Contido em Caulins - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/082 - Recuperação do Gálio Existente no Licor de Bayer de Poços de Caldas por Flotação Iônica: Estudo dos Coletores - ANA MARGARIDA MALHEIRO SANSÃO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/083 - Contribuição ao Conhecimento de Argilas de Cuba - GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WIL DOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/084 - Determinação da Rugosidade da Superfície de Descontinuidades Rochosas - JOSÉ MARGARIDA DA SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/085 - Serragens de Granitos para Fins Ornamentais - ANTONIO STELLIN JR
- BT/PMI/086 - Evolução Magmática e Modelo Metalogenético dos Granitos Mineralizados da Região de Pitinga, Amazonas, Brasil - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN

- BT/PMI/087 – Considerações sobre o Dimensionamento de Equipamentos de Carga e Transporte em Mineração a Céu Aberto – IESO DO COUTO COUTINHO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/088 – Tratamento do Minério de Transição de Cobre e Ouro de Igarapé Bahia, Carajás, PA – DACILDO RODRIGUES DE SOUZA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/089 – Variáveis que Interferem nos Problemas Ambientais Gerados Durante os Desmontes de Rochas – VALDIR COSTA E SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/090 – Caracterização Mineralógica do Minério de Cobre e Ouro Secundário de Igarapé Bahia – LUIS RODRIGUES ARMÔA GARCIA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/091 – O Topázio na Região de Ouro Preto: Minas do Vermelho e Capão do Lana – JAIR MAZON JÚNIOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/092 – A Mineralização Aurífera de Fazenda Brasileiro – BA Aspectos Geológicos e Planejamento de Lavra – MARCO ANTONIO DE MORAES SILVA, HELMUT BORN
- BT/PMI/093 – Estudo dos Mecanismos de Adsorção em Meio Ácido dos Metais Chumbo e Zinco em uma Turfa de Jacaré – RJ – MARIA DIONÍSIA COSTA DOS SANTOS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/094 – Cartografia de Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos no Município de Embu – RMSP – CÉLIA MARIA GARIBLADI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/095 – Revisão da Teoria para Projeto de Taludes Heterogêneos em Minas a Céu Aberto – FLÁVIO MOREIRA FERREIRA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/096 – Estratégias para Remediação de um Sítio Contaminado por Metais Pesados: Estudo de Caso – JOSÉ ÂNGELO SEBASTIÃO ARAUJO DOS ANJOS, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/097 – Estudo dos Elementos Abrasivos de Fios Diamantados para a Lavra de Granitos do Ceará – FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/098 – Caracterização Mineralógica do Depósito de Terras no Complexo Alcalino – Carbonatítico de Barra do Itaipirapua (SP/PR) – Área de Detalhe I – Maria de Lourdes Lorenzi, Henrique Kahn
- BT/PMI/099 – Considerações sobre a Seleção de Equipamentos para o Transporte de Minérios – ALEXANDRE DE SANT'ANNA, WILDORE THEODORO HENNIES
- BT/PMI/100 – Desgaste Abrasivo em Britadores de Mandíbulas – NILSON MAR BARTALINI, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/101 – Viabilidade do Emprego de Finos de Basalto em Concreto Compactado a Rolo – KLEBER DA SILVA MENDES, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/102 – Sistema Especialista para o Processamento de Minérios de Ouro – VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/103 – Desenvolvimento de Eletrodos de Pasta de Carbono Modificados com a Resina Poliamidoxima (ES -346) para a Determinação Potenciométrica de Gálio – MARCO ROGÉRIO BARRIOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/104 – Desenvolvimento de Processo para o Aproveitamento do Feldspato Contido em Finos de Pedreira de Nefelina Sienito – PAULO FERNANDO ALMEIDA BRAGA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/105 – Os Recursos Minerais e a Economia Internacional: Uma Reavaliação das Teorias – FRANCISCO REGO CHEVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/106 – Importância dos Aspectos Geológico-Geotécnicos em Obras Implantadas na Serra do Mar – Uma Metodologia de Manutenção Preventiva – ORIOVALDO CUNHA MARTINEZ, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/107 – Lixiviação e Adsorção em Fazenda Brasileiro – CVRD: Uma Questão de Produtividade – ÁUREA MARIA DIAS GOMES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/108 – Análise Quantitativas por Difração de Raios-X em Engenharia Mineral – Aplicação dos Métodos de Rietveld e do Padrão Interno – GABRIELA CAMPOS FRONZAGLIA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/109 – Avaliação das Principais Causas de Acidentes em Barragens de Contenção de Rejeitos Devido a Fatores Geológicos e Geotécnicos – FERNANDO IVAN VÁSQUEZ ARNEZ, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/110 – Problemas Relacionados a Tensões Naturais Durante a Lavra de Rochas Ornamentais – HUGO ANTONIO MERCONCHINI VEGA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/111 – Sistemas de Classificação na Análise da Estabilidade de Taludes em Maciços Brandos – ANDREA CRISTINA Y. DE MATTOS, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/112 – Metodologia para Amostragem de Material Particulado em Suspensão (MPS) – IVO TORRES DE ALMEIDA, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/113 – Viabilização da Recuperação de Ouro de Minério Primário por Lixiviação em Pilha Mediante o uso de Britadores não Convencionais: Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Mina de Almas -Paiol, TO – SALOMÃO SOLINO EVELIN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/114 – Aplicação de Aditivos Químicos à Filtragem de Polpas de Minerais – LUIZ GUSTAVO ESTEVES PEREIRA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO

- BT/PMI/115 – Proposta de Gerenciamento Ambiental de uma Área Degradada nos Municípios de Mauá e Ribeirão Pires – Região Metropolitana de São Paulo – ÁLVARO GUTIERREZ LOPEZ, LUIZ ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/116 – Experiência de Gerenciamento da Reforma e Adequação de um Moinho de Bolas de 4000 HP para nova Aplicação – AROLDI DUTRA GARCIA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/117 – Efeitos da Viscosidade no Processo de Deslamagem com Microciclones em Polpa Não-Newtoniana de Rocha Fosfática – MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/118 – Caracterização Tecnológica de Depósitos de Cromita da Província de Camagüey, República de Cuba – JULIÁN ANDRÉS MÉNDEZ GARCÉS, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/119 – Garimpo de Ouro no Brasil: Desafios da Legalização – MARIA LAURA TAVEIRA DA MOTA GERALDES DE CARVALHO BARRETO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/120 – Contribuição ao Projeto de Reatores de Ácido Fosfórico para Processamento de Concentrados Apatíticos Brasileiros – ROBERTO MATTIOLI SILVA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/121 – Lixiviação em Pilhas de Minérios Oxidados de Cobre – GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA, ELTON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/122 – Produção de Agregado como Alternativa para Produtores de Corretivo de Solo da Grande Curitiba – PLÍNIO CRISTIANO CAMBOIM DE OLIVEIRA, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/123 – A Competitividade da Mineração Nacional com Ênfase no Minério de Ferro – GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/124 – Aplicação de Turfa na Recuperação de Solos Degradados pela Mineração de Areia – JOSÉ GUILHERME FRANCHI, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/125 – Aproveitamento de Materiais Fosfáticos Marginais para a Produção de Fertilizantes Organo-Fosfatados – CARLOS ALBERTO IKEDA OBA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/126 – Abordagem Participativa na Gestão de Recursos Minerais – CARLOS C. PEITER, ROBERTO C. VILLAS BÔAS
- BT/PMI/127 – A Importância dos Condicionantes Geológicos-Geotécnicos na Recuperação de Áreas Degradadas por Lavra de Minas a Céu Aberto – RICARDO DEGUTI DE BARROS SILVA, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/128 – Determinação de Indicadores de Impactos Ambientais Cumulativos Decorrentes da Mineração de Areia no Vale do Paraíba Através de Geoprocessamento – EDER LUIZ SANTO, LUIS HENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/129 – Tecnologia de Corte de Rocha Ornamental com Fio Helicoidal – FERNANDO FUJIMURA, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/130 – Diagnóstico da Degradação do Meio Físico e Proposição de Medidas de Recuperação em Áreas de Mineração Abandonadas na Bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo – MARIA MARTA TEIXEIRA VASCONCELOS, LUIS ENRIQUE SANCHEZ
- BT/PMI/131 – A Integração Competitiva do Setor Mineral Brasileiro no Cenário Internacional Estudo de Caso: O Setor de Aços Especiais Inoxidáveis – MANOEL RODRIGUES NEVES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/132 – Contribuição à Implantação de um Novo Pólo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil – GILDO DE ARAÚJO SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/133 – Metodologia Construtiva do Poço de Produção da Mina Fazenda Brasileiro – LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/134 – Aproveitamento de Finos Gerados nas Ferragens de Mármore e Granitos – IVAN FALCÃO PONTES, ANTÔNIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/135 – Aspectos Hidrodinâmicos na Flotação de Partículas Grossas – WENDEL JOHNSON RODRIGUES, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/136 – Aproveitamento de Rejeitos de Pedreiras de Santo Antônio de Pádua – RJ para Produção de Brita e Areia – SALVADOR LUIZ DE MATOS DE ALMEIDA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/137 – Análise Crítica do Desenvolvimento de Processos de Cianetação em Tanques Agitados – RINALDO PEDRO NARDI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/138 – A Utilização de Finos de Pedreira em Solo-Cimento Ensacado – EDILSON PISSATO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/139 – Dessulfuração de Finos de Carvão de Santa Catarina por Concentradores Centrífugos – ANTÔNIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/140 – Estereoquímica de Polissacarídeos e sua Influência na Seletividade da Separação Apatita/Calcita por Flotação Aniônica Direta – JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/141 – Avaliação do Desempenho Ambiental – Proposta Metodológica e Diretrizes para Aplicação em Empreendimentos Cíveis e de Mineração – FRANCISCO NOGUEIRA DE JORGE, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/142 – Formação de Barreira Geoquímica para o Abatimento de Drenagens Ácidas de Estéril Piritoso – VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ

- BT/PMI/143 – Técnicas de Preparação de Areia para uso na Construção Civil – WILLIAM WHITAKER, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/144 – Inovação Tecnológica e Setores da Indústria: O Contexto da Indústria Extrativa e de Transformação Mineral – MARIA HELENA MACHADO ROCHA LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/145 – Determinação e Análise Estatística dos Índices Físicos de Pedras Ornamentais Brasileiras – ANTONIO STELLIN JUNIOR, EDUARDO CESAR SANSONE, MARIA RENATA MACHADO STELLIN
- BT/PMI/146 – Avaliação de Impacto Ambiental de Projetos de Mineração no Estado de São Paulo: A Etapa de Acompanhamento – ELVIRA GABRIELA C. S. DIAS, LUIS E. SÁNCHEZ
- BT/PMI/147 – Contribuição ao Estudo do Corte de Rochas por Jato D'Água Abrasivo – CARLOS TADEU LAUAND, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/148 – Competitividade na Exploração Mineral – Um Modelo de Avaliação – JOSÉ GUEDES DE ANDRADE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/149 – Caracterização Tecnológica do Depósito de Terras Raras de Catalão I, GO. Áreas: Córrego do Garimpo e Lagoa Seca – MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/150 – Contribuição ao Método de Determinação do Índice de Abrasividade de Bond (A. i.) à Luz de Outros Materiais Metálicos – JOSÉ BRUNO NETO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/151 – Fabricação de Termofosfato Utilizando Fosfogesso – REYNALDO ARBUE PINI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/152 – Desenvolvimento de Tecnologia Eletrohidráulica Aplicada a Desmonte de Rochas em Áreas Urbanas – CARLOS MAGNO MUNIZ E SILVA, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/153 – Novo Método de Caracterização Tecnológica para Cominuição de Minérios – ANA CAROLINA CHIEREGATI, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/154 – Desenvolvimento de Processo do Projeto Rocha Sã em Pitinga, AM – EDER DE SILVIO, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/155 – Aplicação dos Finos Gerados pela Produção de Pedras Britadas Graníticas no Concreto Pré-Misturado em Substituição às Areias Naturais – LIGIA NEVES, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/156 – Técnica de Simulação Numérica de Escavação Subterrânea por Computador – MÁRCIO DELCHIAO NIEBLE, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/157 – Jato de Água Abrasivo para Corte e Gravação de Materiais Friáveis – WILDOR THEODORO HENNIES, CARLOS TADEU LAUAND, GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS
- BT/PMI/158 – Desativação de Empreendimentos Mineiros: Estratégias para Diminuir o Passivo Ambiental – JOSÉ BAPTISTA DE OLIVEIRA JÚNIOR, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/159 – Previsão de Desempenho do Circuito de Moagem SAG da MSF a Partir do Índice de Quebra – FERNANDO KARAM DELBIM, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/160 – A Poluição das Águas em Mineração de Calcário – MARCIA ADRIANI JORGE SIQUEIRA, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/161 – Aplicação de Métodos Computacionais no Planejamento para Extração de Rocha Ornamental em Maciços Rochosos – MARCELO FILIPOV, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/162 – Proposições para Investigação de Parâmetros Controladores da Contaminação do Subsolo e das Águas Subterrâneas – MARILDA TRESSOLDI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/163 – Fundamentos Teóricos para a Análise dos Mercados de Matérias-Primas Minerais – YARA KULAIF, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/164 – Análise Comparativa do Desempenho de Ciclonas com base em Simulações Prévia e Ensaios em Escala Industrial – FLÁVIO AUGUSTO PESCE STOROLLI, HOMERO DELBONI JR.
- BT/PMI/165 – Flotação de Gálio a Partir do Licor de Bayer – LUIZ PAULO BARBOSA RIBEIRO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/166 – Avaliação de Técnicas de Instrumentação para o Monitoramento de Deformações nas Escavações Subterrâneas – MOUSTAFA HAMZE GUILART, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/167 – Aplicações do Mapa de ISO-Velocidades – WILSON SIGUEMASA IRAMINA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/168 – Dureza Knoop em Rochas para Revestimento: Correlação com Desgaste Abrasivo – EDUARDO BRANDAU QUITETE, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/169 – Aplicação de Impelidores de Alta Eficiência na Indústria Mineral – SÉRGIO PETER HAUSER, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/170 – Recuperação de Partículas Minerais Finas e Ultrafinas de Cassiterita – PRISCILA CORREIA DE FIGUEIREDO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/171 – Concentração de Minerais com Jigue Centrífugo Kelsey – JAIME HENRIQUE BARBOSA DA COSTA, HOMERO DELBONI JÚNIOR

- BT/PMI/172 – Caracterização Tecnológica do Carvão das Camadas Barro Branco e Bonito para Fins Energéticos na Região de Criciúma – SC – ROSIMERI VENÂNCIO REDIVO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/173 – Desenvolvimento de Processo para Produção de Gálio Metálico a Partir do Licor de Bayer da Companhia Brasileira de Alumínio – CBA – WALDEMAR AVRITSCHER, ELDON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/174 – A Influência de Aditivos Químicos na Moagem de Minério de Nióbio – MARCUS VINICIUS PELAIS BENOTI, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/175 – Considerações Sobre o Aproveitamento dos Rejeitos de Produção do Carvão Catarinense – CLAUDIO BENETON ZILLI, ELDON AZEVEDO MANSINI
- BT/PMI/176 – Contabilidade Ambiental: Ensaio de Aplicação a uma Empresa Extrativa de Carvão Mineral – SERGIO BRUCHCHEN, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/177 – Análise de Parâmetros do Monitoramento Ambiental da Mina do Trevo – Siderópolis – SC – CLEUSA CREPALDI, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/178 – Avaliação da Eficiência de uma Zona Alagadiça (Wetland) no Controle dos Metais Chumbo, Cádmio, Cobre e Zinco: O Caso da Metalurgia da Plumbum em Santo Amaro da Purificação/BA – JOSÉ ÂNGELO SEBASTIÃO ARAÚJO DOS ANJOS, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/179 – Caracterização Tecnológica de Produtos de Beneficiamento de Minério de Ni-Cu-Co de Fortaleza de Minas, MG – ELIANA SATIKO MANO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/180 – A Importância dos Fatores Ambientais na Reutilização de Imóveis Industriais em São Paulo – ANNA CAROLINA MARQUES AYRES DA SILVA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/181 – Medições do Material Particulado em Chaminé e das Partículas Totais em Suspensão no Ar Ambiente: O Caso da Empresa Colorminas – MARCOS BIANCHINI, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/182 – Implantação de Modelos de Gestão para a Segurança e Saúde no Trabalho Mineral – CRISTIANE QUEIROZ BARBEIRO LIMA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/183 – Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Estudo de um Modelo Sistêmico para as Organizações do Setor Mineral – DORIVAL BARREIROS, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/184 – Contribuição ao Estudo de Ruptura de Taludes em Barragens de Contenção de Rejeitos Devido ao Desenvolvimento de Subpressões – GERSON RIBEIRO DE SOUZA JÚNIOR, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/185 – Estabilidade de Taludes: O Papel da Proteção Superficial – FÁBIO CANZIAN, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/186 – Utilização de uma Água Residuária da Extrusão de Alumínio na Neutralização de Efluentes Ácidos da Mineração de Carvão – JULIANO NATAL, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/187 – Aplicação da Realidade Virtual no Planejamento de Lavra – RICARDO CABRAL DE AZEVEDO, GIORGIO FRANCISCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/188 – Influência da Composição Química da Água no Desempenho da Flotação de Fluorita com Ácidos Graxos – VALMIR MACHADO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/189 – Retrospectiva Histórica, Diagnóstico e Possibilidades da Mineração de Carvão na Região de Criciúma – SALOMÃO ROMAN DA SILVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/190 – Determinação e Análise Estatística de Propriedades Tecnológicas de Pedras Ornamentais Brasileiras – EDUARDO CÉSAR SANSONE, ANTONIO STELLIN JÚNIOR, MARIA RENATA STELLIN
- BT/PMI/191 – Avaliação do Emprego de Filito como Carga em Plastisol – ALCIDIO PINHEIRO RIBEIRO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/192 – Caracterização Tecnológica e Mineralógica do Minério de Fosfato de Salitre, MG – ANDRÉ BORGES BRAZ, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/193 – Avaliação Econômica de Projetos de Mineração, Envolvendo Decisões de Investimento sob Condições de Incerteza – JORGE LUIZ FARIA GARCIA, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/194 – Planejamento de Serragem de Rochas Ornamentais – MARIA RENATA MACHADO STELLIN, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/195 – Interação do Software de Mineração com Sistemas ERP – RENATO MASTRELA, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/196 – Controle de Qualidade na Lavra em Minas de Calcário para Cimento – SÍLVIA LÊDA TORRES DE FARIAS, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/197 – Estudo Tecnológico de Materiais Industriais (Caulim) – Caso Cubano – NAELCIO GOMES DE CARVALHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/198 – Métodos de Corte de Rochas com Jato de Água Abrasivo – GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/199 – Caracterização Tecnológica do Fosfogesso Gerado na Produção de Ácido Fosfórico – ROSANA MARIA DE MACEDO BORGES, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA

- BT/PMI/200 – Estudo da Influência da Densidade de Partículas no Desempenho de Ciclone – RAMON LINSINI FINKIE, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/201 – Caracterização Tecnológica do Quartzito Friável de Itutinga, MG, com Vista à Produção de Carbetos de Silício (Sic) – ARTHUR JARBAS CARDOSO DA SILVA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/202 – Avaliação da Poeira de Silica: Um Estudo de Caso em uma Pedreira na Região Metropolitana de São Paulo – GERRIT GRUENZNER, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/203 – Caracterização das Argilas da Bacia do Paraná, no Sul de Santa Catarina, para uso na Fabricação de Pisos Cerâmicos – MÁRCIO LUIZ GEREMIAS, HENRIQUE KANH, DOUGLAS GOUVEA
- BT/PMI/204 – Uma Leitura da Árvore de Causas no Atendimento de Demanda do Poder Judiciário: Um Fluxograma de Antecedentes – LEONIDAS RAMOS PANDAGGIS, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/205 – Reabilitação de Ecossistemas Degradados pela Mineração de Carvão a Céu Aberto em Santa Catarina, Brasil – ROBSON DOS SANTOS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/206 – Uso do Geoprocessamento para a Detecção de Sítios Contaminados – CLAUDOMIRO DOS SANTOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/207 – Aspectos Econômicos do Fechamento de uma Mineração – ANA LUCIA SILVA TAVEIRA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/208 – Emprego de Cascalho Aluvial como Agregado em Concreto – KLEBER DA SILVA MENDES, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/209 – Caracterização Tecnológica das Areias de Subaúma (Iguape – SP) para Utilização em Concretos – MAURICIO PETTINATO LUCIO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/210 – Uso de Finos de Pedreira no Preparo de Argamassas de Assentamento – LIZ ZANCHETTA D'AGOSTINO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/211 – Aspectos Estereoquímicos da Interação entre Apatita e Moléculas de Amido e sua Influência na Flotação – MARISA MARTINS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/212 – Tratamento de Efluentes Ácidos de Mina por Neutralização e Remoção de Metais – CARLYLE TORRES BEZERRA DE MENEZES, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/213 – Aplicação de *Softwares* de Mineração no Planejamento de Lavra de Pedreiras de Agregados para a Construção Civil – OSWALDO MENTA SIMONSEN NICO, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/214 – Comparação de Desempenho de Aglomerante Orgânico em Relação à Bentonita na Operação de Pelotização de Concentrados de Minério de Ferro Brasileiros de Diversas Procedências – SANDRA LUCIA DE MORAES, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/215 – Implantação de Controle de Qualidade na Lavra de Matérias Primas para a Indústria Refratária – Aplicação em uma Mina em Atividade – ANDERSON SOUSA SALIM, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/216 – Moldagem não Convencional de Corpos-de-Prova de Solos – LILZA MARA BOSCHESI MAZUQUI, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/217 – Engenharia da Qualidade na Mineração: Modelo de Controle Estatístico de Processo para Brita e Areia Industrial – AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/218 – Gestão de Passivos Ambientais Associados a Escorregamentos em Rodovias: Contribuições ao Cenário Metodológico – CÉLIA MARIA GARIBALDI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/219 – Avaliação do Programa de Proteção Respiratória em uma Mina Subterrânea de Ouro – ANTONIO VLADIMIR VIEIRA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/220 – Sequenciamento Otimizado de Lavra por Blendagem para Jazidas de Calcário – DANIEL DA SILVEIRA CHAUSSON, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/221 – Avaliação de Barragens de Rejeitos Através de Modelos Reduzidos – FERNANDO IVAN VÁSQUEZ ARNEZ, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/222 – Desempenho Ambiental e Processo de Comunicação: Estudo de Caso nos Setores Químico e Petroquímico – LUIZ ANTONIO CHIUOMO, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/223 – Gravação de Rochas Ornamentais com Jato D'Água Abrasivo – VALENA HENNIES LAUAND, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/224 – Avaliação de Métodos Empíricos de Projeto na Lavra Subterrânea: Estudo de Caso da Mina Vazante, Minas Gerais – HUGO ANTONIO MERCONCHINI VEGA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/225 – Avaliação da Exequibilidade da Utilização das Bactérias *Thiobacillus Ferrooxidans* e *Thiooxidans* para Recuperação de Zinco Contido em Poeiras de Aciaria Elétrica – REGINALDO BRAZ DOS SANTOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/226 – Projeções Ocupacionais e Reestruturação Produtiva na Mineração Paulista – ALEXANDRE DE SANT'ANNA, WILDOR THEODORO HENNIES

- BT/PMI/227 – O Uso de Aminas Graxas e seus Derivados na Flotação de Minérios Brasileiros – EULER ELIAS NEDER, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/228 – Mapa de Ruído como Ferramenta de Diagnóstico do Conforto Acústico da Comunidade – MICHIEL WICHERS SCHRAGE, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/229 – Corte de Rochas por Jato D'Água Abrasivo – CARLOS TADEU LAUAND, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/230 – Mapeamento Geotécnico da Grande João Pessoa – PB – LANUSSE SALIM ROCHA TUMA, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/231 – Tratamento de Efluentes da Drenagem Ácida de Mina de Carvão por Precipitação e Sedimentação – VALMIR ROMAN DA SILVEIRA, ELDON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/232 – Metodologia de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos Ocupacionais - REGINALDO PEDREIRA LAPA, WILSON SIGUEMASA IRAMINA
- BT/PMI/233 – Distribuição da Brita na Cidade de São Paulo - Efeitos das Restrições ao Tráfego de Veículos de Carga - ALBERTO DE BARROS AGUIRRE, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/234 – Escavação de Rochas com Furos de Grande Diâmetro na Mineração a Céu Aberto - RENAN COLLANTES CANDIA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/235 – Correlação entre a Massa Específica de Agregados Reciclados e suas Propriedades Físicas e Microestruturais - CARINA ULSEN, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/236 – Petróleo e Gás na Bacia do Paraná - FRANCISCO DE ASSIS PRADO GALHANO, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/237 - Exposição Ocupacional à Vibração em Mãos e Braços em Marmorarias no Município de São Paulo: Proposição de Procedimento Alternativo de Medição - IRLON DE ÂNGELO DA CUNHA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/238 - Aplicações de Cargas Minerais em Polímeros - ANTÔNIO BASTOS TORRES LIMA, HENRIQUE KAHN

- BT/PMI/227 – O Uso de Aminas Graxas e seus Derivados na Flotação de Minérios Brasileiros – EULER ELIAS NEDER, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/228 – Mapa de Ruído como Ferramenta de Diagnóstico do Conforto Acústico da Comunidade – MICHIEL WICHERS SCHRAGE, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/229 – Corte de Rochas por Jato D'Água Abrasivo – CARLOS TADEU LAUAND, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/230 – Mapeamento Geotécnico da Grande João Pessoa – PB – LANUSSE SALIM ROCHA TUMA, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/231 – Tratamento de Efluentes da Drenagem Ácida de Mina de Carvão por Precipitação e Sedimentação – VALMIR ROMAN DA SILVEIRA, ELDON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/232 – Metodologia de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos Ocupacionais - REGINALDO PEDREIRA LAPA, WILSON SIGUEMASA IRAMINA
- BT/PMI/233 – Distribuição da Brita na Cidade de São Paulo - Efeitos das Restrições ao Tráfego de Veículos de Carga - ALBERTO DE BARROS AGUIRRE, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/234 – Escavação de Rochas com Furos de Grande Diâmetro na Mineração a Céu Aberto - RENAN COLLANTES CANDIA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/235 – Correlação entre a Massa Específica de Agregados Reciclados e suas Propriedades Físicas e Microestruturais - CARINA ULSEN, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/236 – Petróleo e Gás na Bacia do Paraná - FRANCISCO DE ASSIS PRADO GALHANO, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/237 – Exposição Ocupacional à Vibração em Mãos e Braços em Marmorarias no Município de São Paulo: Proposição de Procedimento Alternativo de Medição - IRLON DE ÂNGELO DA CUNHA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/238 – Aplicações de Cargas Minerais em Polímeros - ANTÔNIO BASTOS TORRES LIMA, HENRIQUE KAHN