

BRASIL

mineral

MINERAÇÃO - METALURGIA - SIDERURGIA

Ano XXXV - Agosto de 2019 - Nº 393 - R\$ 15,00 - ISSN 0102-4728

**As Gerações
podem viver
sem as Minas?**

• 4º MINERAÇÃO &X COMUNIDADES • PREVIEW EXPOSIBRAM

Armazenamento de testemunhos – orientações das boas práticas internacionais

Daniel Bortowski Carvalho (1), Gláucia Cuchierato (2), Ana Carolina Chieregati (3)

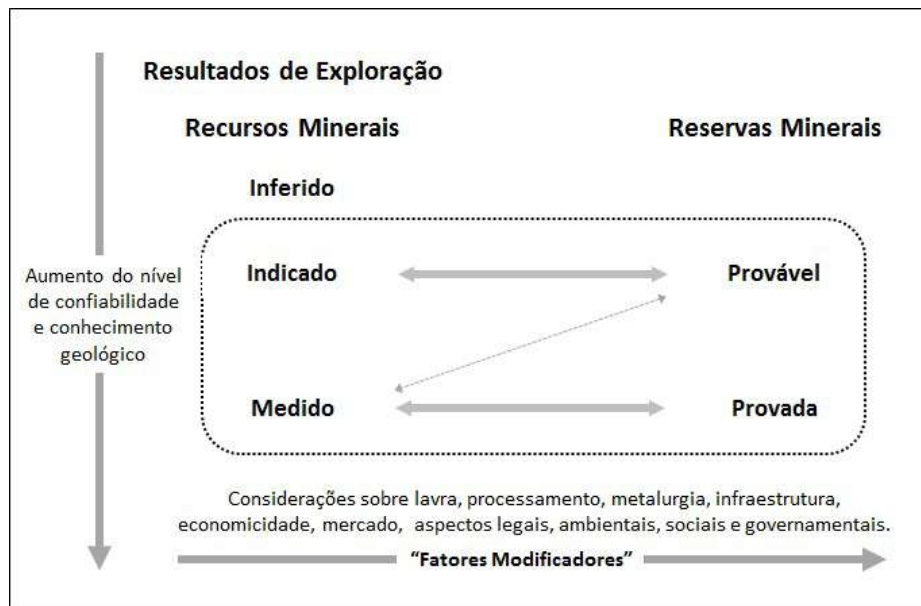


Figura 1 – Relação entre resultados de exploração, recursos e reservas minerais. Fonte: CBRR (2015), tradução da figura original - CRIRSCO (2006).

A qualidade e representatividade dos dados de um depósito mineral ou de uma área potencialmente mineralizada frequentemente é objeto de muita discussão entre técnicos e acadêmicos, principalmente quando a commodity em questão trata-se de metais raros e base, por serem minérios que possuem variáveis importantes a serem consideradas para sua avaliação e extração econômica.

Várias metodologias vêm sendo desenvolvidas e empregadas em diversos projetos e empresas de mineração de todo o mundo, quanto aos parâmetros de avaliação, estabelecimento do modelo geológico-metalogenético, controles de qualidade de teores e reconciliação de minério, sem, entretanto, um consenso quanto ao melhor método que promova redução de custos – o que parece algo ainda difícil de ser alcançado, se for possível. Em geral, profissionais qualificados responsáveis pela condução dos trabalhos planejam atividades que reflitam o máximo de qualidade, clareza e repetibilidade dos processos, amostras e dados obtidos, de modo que adequem as infor-

mações disponibilizadas às normas e condutas internacionais.

Considerada uma das melhores práticas para atingimento desta qualidade, pela possibilidade de obtenção e preservação de testemunhos, a sondagem rotativa diamantada, quando aplicável, apresenta inúmeras vantagens, dentre as quais amostragem mais representativa, contínua e homogênea, em relação às características do minério de interesse, ao intervalo mineralizado, profundidade de ocorrência, mineralogia, estruturas geológicas e quantidade do material coletado.

Apesar das atividades desempenhadas durante a sondagem promoverem a coleta de amostras de melhor qualidade, quando também ocorrem cuidados adicionais para evitar contaminação e enviesamento, através da aplicação de práticas e estudos de homogeneidade e erros de amostragem e de programas de controles e garantia de qualidade (QA/QC), outras questões também podem vir a comprometer a metodologia na maioria das mineradoras em atividade,

como os altos custos operacionais de campanhas de sondagem, de gerenciamento dos testemunhos e de gestão de riscos de acidentes de trabalho. Isto vem cada vez mais levantando dúvidas quanto à viabilidade de sua aplicação rotineira, com o questionamento sobre a possibilidade de outros métodos de amostragem e análise que possam ser empregados com a mesma qualidade requerida pelas normas vigentes.

Considerando os casos de fraudes históricas do setor mineral e as questões científicas, econômicas e técnico-operacionais, o presente artigo considera alguns pontos relevantes que façam o leitor refletir sobre a real necessidade de serem empregados os melhores procedimentos de amostragem e armazenamento seguro das informações obtidas em um site mineral.

Contexto histórico

Recentemente utilizada como roteiro em Hollywood¹, a mais famosa fraude de todos os tempos na mineração foi o alicerce para a estruturação dos instrumentos internacionais para declarações públicas de recursos e reservas minerais de empresas que captam investimentos no mercado financeiro.

A Bre-X Minerals Ltd., ponto central deste escândalo mundial, era uma companhia de mineração canadense fundada por David Walsh, listada na Alberta Stock Exchange (ASE) em 1989, cujas ações valiam apenas alguns centavos de dólares, detentora de alguns prospectos de pequeno porte no norte do Canadá. Em março de 1993, David Walsh associou-se com os geólogos John Felderhof (que assumiu o cargo de Gerente Geral), e Michael de Guzman (Geólogo Chefe), para a avaliação de uma ocorrência mineral de ouro em sistema venular hidrotermal, na porção nordeste de Bornéu, Indonésia, em local conhecido como "Busang" (NICHOLLS, 1999).

As sondagens foram iniciadas em setembro

¹ Filme GOLD (2016, Ouro e Cobiça), dirigido por Stephen Gaghan, escrito por Patrick Massett e John Zinman e estrelado por Matthew McConaughey.

CORE CASE

SABE O QUE A EXPOSIBRAM
TEM EM COMUM COM AS MAIORES
MINERADORAS DO MUNDO?
ESTAMOS LÁ.

Nossas caixas guardam os testemunhos
de sondagem de algumas das maiores
mineradoras do mundo.

Quer entender por quê? Venha conhecer
nossos produtos no Estande S29,
na Expositram 2019.

www.corecase.com

EXPOSIBRAM 2019
Belo Horizonte



CORE CASE
SUSTAINABLE CORE BOXES

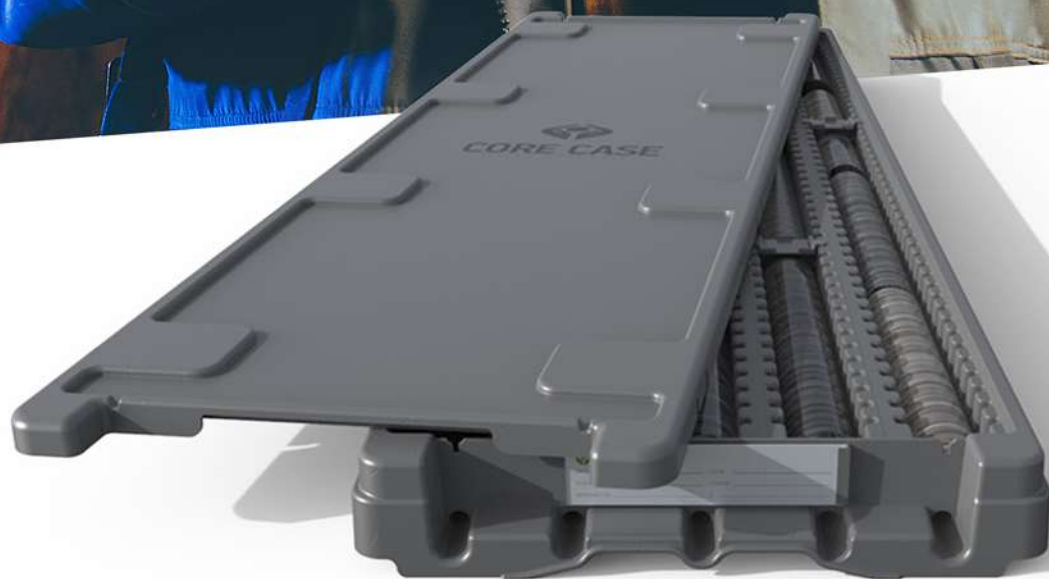




Figura 2 – Países pertencentes à Família CRIRSCO. Fonte: CRIRSCO (2019)

de 1993, com as análises realizadas em laboratórios da província de Kalimantan, na ilha de Bornéu. As primeiras sondagens não indicaram importantes resultados positivos nestes locais, e de 1994 a 1996 foram ampliados os alvos para outras localidades, onde foram obtidos novos acordos de direitos de exploração e contratos de trabalho com o governo indonésio, com a divulgação periódica de resultados cada vez mais promissores. Em abril de 1996, a empresa fez a oferta pública inicial (IPO - Initial Public Offering) – na Bolsa de Valores de Toronto (TSE – Toronto Stock Exchange), com o preço das ações da Bre-X negociadas a valores acima de US\$ 200 por ação. Em julho daquele ano, as estimativas das reservas foram divulgadas em 47 milhões de onças – comparativamente à maior reserva de ouro do mundo (Grasberg) que estava estimada em 64,2 milhões de onças, a jazida da Bre-X seria considerada a 2ª maior do mundo na época.

Após algumas tentativas de grandes empresas de mineração de ouro em atuarem na região (Barrick Gold Corporation e Placer Dome Inc.), com fortes intervenções junto ao governo indonésio durante todo o ano de 1996, surgiram, então, suspeitas de irregularidades, com anulação de contratos de trabalho em dezembro daquele ano e ameaças à credibilidade da companhia, culminando com a recomendação da expropriação da Bre-X em fevereiro de 1997, pelo próprio Ministro da Indonésia. No mês anterior (janeiro/1997), um grave incêndio no galpão de testemunhos e escritórios arrasaram com a materialidade das pesquisas minerais.

Ainda neste cenário, a Bre-X anunciou, em fevereiro de 1997, um acordo de joint venture,

com participação do governo (10%), de duas empresas nacionais (30%) e da Freeport-McMoran Copper and Gold Inc. (15%), sendo que a Bre-X manteve 45% do total de ações. Neste momento de fusão foi feito anúncio de atualização de recursos, validados pela consultoria internacional Kilborn SNC Lavalin em 70,95 milhões de onças de ouro. A acionista Freeport iniciou a due diligence, cujos primeiros resultados não indicavam os montantes anunciados pela Bre-X. Imediatamente, os diretores e acionistas foram comunicados e solicitaram a presença dos geólogos responsáveis. Antes da reunião ocorrer, o geólogo Michael de Guzman supostamente suicidou-se durante um voo de helicóptero, em 19/03/1997.

A consultoria Strathcona Mineral Services Limited foi, então, contratada para fazer a auditoria oficial, e, após finalizar a reanálise das amostras, afirmou em seu relatório que houve adulteração sem precedentes na história, com “the firm opinion that an economic gold de-

posit has not been identified in the Southeast Zone of the Busang property, and is unlikely to be” (NICHOLLS, 1999, p. 185). Dentre as inconsistências relatadas, a auditoria encontrou diversos problemas na preparação das amostras (como, por exemplo, todo o testemunho foi britado) e nas técnicas analíticas, mas o que mais reforçou a afirmação de adulteração foram as características mineralógicas do minério de ouro, indicado como gênese aluvionar ou placer, e não hidrotermal, como era o suposto modelo geológico genético original.

Apesar de já existirem algumas normas para padronização das definições de declarações de recursos e reservas minerais em diversos países naquela época – como o JORC (Australásia), SME (Estados Unidos), SAMREC (África do Sul) e NI 43-101 (Canadá), consolidados com a criação do CRIRSCO (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards) em 1994, foi após a fraude Bre-X que o tema ganhou notoriedade e preocupação internacional para questões relativas à classificação e declarações de ativos minerais, para aumento de credibilidade.

O CRIRSCO finalizou o primeiro modelo internacional de consolidação das terminologias e classificação em 2006, com a publicação do International Reporting Template for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (CRIRSCO, 2006). Com a publicação do Template, oficializou-se e consolidou-se internacionalmente a classificação já adotada pelo JORC e NI 43-101, através da Figura 1.

A partir de sua publicação, os países que almejavam participar do CRIRSCO produziram códigos aderentes ao Template, como foi o caso do Brasil, que estabeleceu a Comissão Brasileira de Recursos e Reservas (CBRR), constituída pela ABPM (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Mineral), ADIMB (Agência Brasileira de Desenvolvimento Tecnológico da

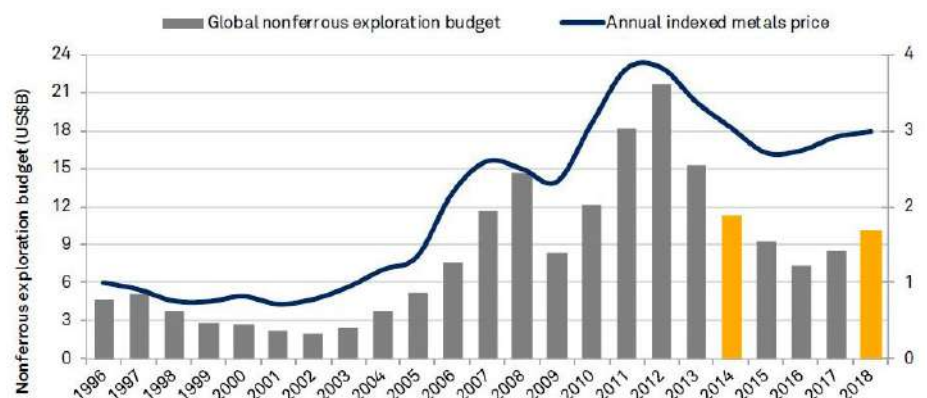


Figura 3 – Evolução mundial dos investimentos em minérios não-ferrosos, em US\$ bilhões. Fonte: S&P (2019)

Indústria Mineral) e IBRAM, com a finalidade de tornar-se o Comitê Nacional, reconhecido internacionalmente para a formatação do código brasileiro. Em novembro de 2015, na reunião anual internacional do CRIRSCO, que aconteceu em Brasília, este Comitê aceitou formalmente a adesão do Brasil, tornando-se o 9o país membro. Atualmente, os países signatários ao CRIRSCO são indicados na Figura 2.

Contexto econômico

O orçamento global do ano de 2018 foi estimado em US\$ 10,1 bilhões investidos em exploração mineral de metais não ferrosos, com crescimento de 19% ao ano, comparado com o investimento de US\$ 8,5 bilhões em 2017, de acordo com o relatório World Exploration Trends, apresentado pelos profissionais da S&P Global Market Intelligence durante a Convenção Anual do PDAC (Prospectors and Developers Association of Canada) em Toronto, em março de 2019 (S&P, 2019). Destaca-se, ainda, que há otimismo no setor, onde espera-se que os valores de investimentos serão aumentados nos próximos anos, às taxas de crescimento de 5 a 10%.

A Figura 3 mostra os valores investidos em



Figura 4 – Distribuição dos investimentos em pesquisa mineral no mundo em 2017. Fonte: S&P (2018)

exploração de metálicos não ferrosos desde 1996, com a comparação do índice de preços de metais, com destaque para os grandes ciclos e uma tendência de recuperação do mercado. A Figura 4 ilustra os principais destinos do investimento em exploração mineral, ao redor do mundo, em 2017 (S&P, 2018).

Definições das condutas internacionais

Os códigos internacionais são os instru-

mentos que apresentam as orientações e recomendações de boas práticas para a Declaração Pública de Resultados de Exploração, Recursos Minerais e Reservas Minerais. A padronização destes códigos é uma das grandes vantagens da adoção desta metodologia e sistematização, o que torna equivalente e dinâmica sua aplicação e adequação em todo o globo. Com a padronização, é possível a comparação entre projetos similares e o estabelecimento de benchmarking,

UMA PARCERIA QUE TRAZ 180 ANOS DE EXPERIÊNCIA EM PROCESSAMENTO MINERAL PARA O BRASIL

ALIMENTADORES // BRITAGEM // DESAGUAMENTO // AMOSTRAGEM // ATRIÇÃO
EQUIPAMENTOS COMPACTOS E MODULARES



//mclanahan.com
sales@mclanahan.cl
+56 2 32239729



ENGECAMPO
Engenharia Industrial

//engecampo.com.br
engecampo@engecampo.com.br
+55 31 2115-2410



Figura 5 – Exemplo de armazenamento de amostras de testemunhos de sondagem totalmente inadequado.

pela mesma abordagem apresentada, com alta qualidade de informações, cada vez mais requerida por investidores e o mercado financeiro.

Todos os códigos baseiam-se em três princípios de fundamental importância (CBRR, 2015, p.4):

Materialidade Exige que uma Declaração Pública contenha todas as informações relevantes que investidores e seus consultores possam vir a solicitar e que possam, de forma razoável, esperar encontrar em uma Declaração Pública, para fazer um julgamento equilibrado e fundamentado a respeito dos Resultados de Exploração, Recursos Minerais e Reservas Minerais

declaradas. Onde a informação relevante não for apresentada, deve ser fornecida uma explicação para justificar a sua exclusão.

Transparência Exige que o leitor de uma Declaração Pública seja provido com informações suficientes, cuja apresentação deve ser clara e sem ambiguidades, para que este compreenda o relatório e não seja mal orientado por esta informação ou pela omissão de informações materiais que sejam de conhecimento do Profissional Qualificado.

Competência Exige que a Declaração Pública se baseie no trabalho realizado por

profissionais devidamente qualificados, experientes e sujeitos a um código de ética e regras de conduta profissionais vinculativas.

Em que pesem as recomendações dos códigos sobre a materialidade, diz-se que as informações apresentadas e publicadas devem ser relevantes, para que atendam aos interesses de investidores e consultores e permitam que seja feito o julgamento equilibrado e fundamentado sobre o risco inerente ao negócio. O armazenamento dos dados e informações (físicas – como testemunhos de sondagem e amostras – e digitais) deve ser feita de forma segura, controlada e definida por metodologias e critérios reconhecidos e validados.

Quanto à transparência, as informações devem ser apresentadas de forma clara, eficaz, sem ambiguidade, em quantidade suficiente para que haja compreensão de seu conteúdo, para que não haja enganos ou equívocos e o leitor não seja mal orientado pela informação ou pela omissão de informações que sejam apenas de conhecimento especializado.

A competência é atribuída aos profissionais que conduzem, planejam, supervisionam, executam e assinam as declarações públicas. Este profissional deve ter experiência e liberdade de definição das melhores técnicas e metodologias em exploração, avaliação e operação mineira, com consciência de que terá que justificar suas escolhas aos seus pares, quanto às suas teorias sobre a gênese, tipo de depósito mineral e contexto geológico ou outras disciplinas de sua expertise.

Para ser um Profissional Qualificado (PQ), termo definido para o Brasil, o profissional da indústria mineral deve registrar-se na CBRR ou em uma Organização Profissional Reconhecida (OPR) pelo CRIRSCO, ter no mínimo 10 (dez) anos de experiência profissional, sendo destes no mínimo 5 (cinco) anos de experiência relevante no estilo de mineralização, tipo de depósito considerado e na atividade sobre a qual a pessoa pretende assumir a responsabilidade, incluindo pelo menos 3 (três) anos em posição de responsabilidade (CBRR, 2015).

Outros nomes conhecidos para estes profissionais são:

- Competent Person - JORC (Australasia) / SME (USA) / SAMREC (Africa do Sul) / PERC (Europa Ocidental) / CRIRSCO
- Qualified Person (QP) - NI 43-101 (Canadá) / CIM Standards Definitions (Canadá) / SEC SK1300 (Canadá)
- Persona Competente (PC): Código CM 20235 (Chile), CCRR (Colômbia)

A sigla CP, usada muitas vezes incorretamente, é atribuída à categoria de Chartered Pro-

fissional pela OPR Australiana AusIMM (Australasian Institute of Mining and Metallurgy).

Os códigos internacionais – como orientadores de boas práticas de mercado – não fazem recomendações específicas quanto à densidade de dados e informações, do espaçamento ou malha de sondagens, número de amostras, inserção de ferramentas de controle (QA/QC) ou quaisquer outras métricas, nem definem formas de cálculo ou nível de confiabilidade/incerteza associados às estimativas. Toda a decisão sobre como e quais os dados serão coletados (ou aceitos por validação de dados históricos) é do Profissional Qualificado, de acordo com sua experiência na mineralização, habilidades técnicas e julgamento profissional.

Durante as etapas de aquisição de dados, é recomendada uma série de práticas que permitam a auditabilidade do projeto, tais como a adoção de procedimentos operacionais em todas as etapas, que possibilitam redução e controle de erros durante o processo de sondagem, descrição de testemunhos, amostragem, preparação de amostras e análises laboratoriais, acondicionamento e armazenamento, dentre outros, para

atribuição de credibilidade e confiabilidade e quais parâmetros utilizados para controles, validações e verificações.

A categoria em que o projeto é classificado (se como resultado de exploração, recurso ou reserva) é sempre variável conforme o grau de confiança das informações geológicas para o depósito mineral, com a quantidade e qualidade dos dados disponíveis, bem como sua interpretação, e o nível de detalhamento técnico e econômico do projeto.

Amostragem

Amostragem pode ser definida como uma sequência de operações que tem por objetivo retirar uma parte significativa, ou amostra, de um dado universo. Conforme GY (1998 apud CHIEREGATI 2007), o único objetivo da amostragem é reduzir a massa de um lote (L) sem inserir mudanças significativas em suas outras propriedades. As amostras geralmente são constituídas por uma série de frações, ou incrementos, retirados do universo, ou lote, a instantes diferentes. O universo é o conjunto de todos os resultados possíveis de uma dada variá-

vel aleatória, e a amostra é um conjunto reduzido de observações tomadas desse universo. De acordo com CHIEREGATI (2007), o principal objetivo de qualquer processo de amostragem é selecionar uma amostra representativa (ou seja, acurada e precisa), cujo teor desconhecido é denominado *as*. A estimativa *as* deve fornecer um estimador preciso e não-enviesado do teor real e desconhecido *aL* do lote *L*. Nem sempre é fácil cumprir este objetivo, já que um lote de material sempre contém certa quantidade de heterogeneidade *e*, quanto maior a heterogeneidade do material, mais difícil a operação de amostragem e maiores os erros gerados.

Um plano de amostragem adequado é aquele que concilia os custos de amostragem com a precisão requerida para os resultados, visto serem elementos diretamente proporcionais. Porém, de nada importa ter um resultado analítico com várias casas decimais se a amostra analisada é viesada ou insuficientemente representativa. Melhorias na sensibilidade, precisão e reprodutibilidade das análises não são limitadas pela qualidade do equipamento ou pela habilidade dos analistas, mas pela dificuldade de se submeterem

FREIOS INDUSTRIAIS

EXPERIÊNCIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA

Desenvolvimento contínuo e segurança para sua empresa.



FREIOS ELETRO-HIDRÁULICOS



FREIOS ELETRO-MAGNÉTICOS



ELDRO®



FREIOS HIDRÁULICOS



GRAMPOS DE ANCORAGEM



www.emh.com.br

Av. Solferina Ricci Pace, 635 | CEP 30664-000 - Belo Horizonte/MG
Tel.: 55 31 3385.6009 | Fax: 55 31 3385.6609





Figura 6 – Exemplos de caixas e procedimentos adequados para o armazenamento de testemunhos de sondagem (imagens de arquivo cedidas pela empresa CORE CASE).

à análise amostras representativas, particularmente em concentrações baixas ou muito baixas, como é o caso do minério de ouro, por exemplo (FERREIRA, 1989 apud CHIEREGATI, 2007).

Por muito tempo os especialistas (CHIEREGATI, 2007; PITARD, 2009; ESBENSEN & MINKKINEN, 2004; ESBENSEN et al. 2012; DS 3077, 2013) têm dado uma enorme atenção aos problemas teóricos e, principalmente, práticos da amostragem de materiais contendo metais preciosos. Quantidades relativamente pequenas de material podem envolver grandes quantidades de dinheiro, e assim, os problemas de precisão e acurácia logo se tornam a preocupação principal. Provavelmente não existe outro material para o qual a precisão e a acurácia da amostragem sejam tão críticas quanto para os metais preciosos, em especial o ouro, que ocorre na natureza de diferentes maneiras, apresentan-

do dificuldades de amostragem que devem ser estudadas e resolvidas de um modo particular para cada caso a fim de se evitar ao máximo os erros de amostragem.

Existe uma característica singular associada a cada tipo de material, o qual é determinante crítico a toda a amostragem – a heterogeneidade (GY 1998; PITARD, 1993; ESBENSEN & MINKKINEN, 2004). Materiais heterogêneos interagem com qualquer procedimento de amostragem usual, sendo este representativo ou não, causando diversos tipos de erros de amostragem com diferentes manifestações, quantificados no total como o Erro Total de Amostragem (ETA). É comum que o ETA contribua especificamente para o Erro Analítico Total (EAT), o qual deve ser sempre considerado no total dos cálculos de estimativa de erros. Os fatores primários de influência em relação a amostragem são tanto os

procedimentos de coleta das amostras quanto a heterogeneidade. Além disso, deve-se ter grande atenção para os procedimentos de armazenamento dos dados obtidos pela amostragem. Estes muitas vezes podem ser utilizados no futuro devido ao avanço tecnológico, descoberta e invenção de novos métodos de análises. Caso os dados estejam inadequadamente armazenados, mesmo o melhor procedimento de tratamento e análise dos dados pode gerar erros não diretamente causados pela amostragem em si, mas pelo mal acondicionamento. Esse fato é muito comum de se observar em galpões de testemunhos de sondagem, tanto no caso das caixas contendo as rochas quanto as polpas de amostras já analisadas em laboratório.

A amostragem é o aspecto mais importante de uma empresa de exploração ou mineração. A amostragem determina o valor (ou falta de) dos esforços das empresas, e parte importante deste processo é a verificação da qualidade e a garantia da precisão dos resultados obtidos a partir das amostras obtidas. As recomendações sobre o processo de amostragem descritas no Guia Brasileiro da CBRR (CBRR, 2015, p.32) são:

- Descrição do tipo de amostra e método de coleta de amostra (de mão, trincheira, canal, fragmento, testemunho, sondagem rotativa, ou de circulação reversa; amostra de grande volume, etc.).
- Discussão da qualidade da amostra, tamanho, representatividade (recuperação amostral, amostragem enviesada, contaminação ou perda seletiva, e quaisquer outros fatores que possam resultar em enviesamento das amostras).

- A quantidade e a qualidade dos dados amostrais são fundamentais para a confiabilidade das estimativas de recursos e devem ser bem documentados. Deve ser dada especial atenção a esta informação.

O Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum publicou, no final de 2018, o CIM Mineral Exploration Best Practice Guidelines (CIM, 2018), com as seguintes recomendações relacionadas à amostragem:

- Todos os programas de amostragem devem ser realizados com cuidado e diligência, usando práticas de amostragem cientificamente estabelecidas, projetadas e testadas para garantir que os resultados sejam representativos e confiáveis.

- Um geólogo deve supervisionar a coleta de amostras e assegurar que a cadeia de custódia das amostras seja estabelecida e registrada. A supervisão da preparação de amostras para análise deve garantir que qualquer trabalho de funcionários, contratados ou consultores, seja feito por equipes treinadas e competentes

e que os programas apropriados de QA / QC e os procedimentos de segurança sejam seguidos.

- Sempre que várias pessoas executam tarefas similares ou quando os dados foram coletados durante um período de tempo, o geólogo deve usar um sistema de verificações e controles que garanta a qualidade e consistência dos dados que estão sendo produzidos.

- Os procedimentos de preparação de amostras usados em cada programa de exploração mineral devem ser apropriados para os objetivos específicos do programa.

- Quando o volume de amostras de campo individuais é reduzido antes do envio para um laboratório para análise, procedimentos de divisão não enviesados para obtenção de subamostras representativas devem ser testados, verificados e depois aplicados.

- Os procedimentos de preparação de amostras devem ser apropriados ao material que está sendo testado e aos elementos que estão sendo analisados.

- Frações representativas do material devem ser retidas por um período de tempo, a ser determinado pelo geólogo, política da empresa ou exigência regulatória.

Cadeia de Custódia

Um dos mais relevantes itens das condutas internacionais sobre a materialidade – para garantia de precauções contra fraude, negligência e erros de processo – compreendem:

- As medidas tomadas para garantir a segurança de amostra e cadeia de custódia devem ser documentadas.

- Retenção de rejeito de amostra, polpas e

testemunho remanescente (CBRR, 2015, p.35).

Um dos componentes fundamentais para a garantia de qualidade do processo de amostragem é a segurança das amostras desde a coleta até a análise, e é de responsabilidade do profissional qualificado a observação desta cadeia de custódia, obtida através do estabelecimento de protocolos bem definidos e implantados. Evidentemente o nível de segurança e exigências deve ser adequado às características locais, como localização (projetos greenfield, brownfield, nearmine, operação), instalações, bem como ao tipo de depósito / mineralização.

Também faz parte deste item o controle de lotes e seus respectivos despachos, com indicação dos responsáveis por todas as etapas, incluindo controle da empresa transportadora, funcionários e responsáveis pelo recebimento das amostras nos laboratórios, externo ou interno.

Acondicionamento e Armazenamento

Com relação aos cuidados a serem tomados quanto à preservação de materialidade, os instrumentos internacionais, como CIM (2018) indicam que os programas de exploração devem reter e arquivar uma fração representativa do material dos testemunhos de sondagem para referência futura. Quando da necessidade de utilização por contra-provas, duplicatas, auditorias e ensaios metalúrgicos, importante documentar o motivo pelo qual não foi retido, com fotografia e descrição pormenorizada dos intervalos mineralizados.

Os galpões de testemunho devem ter controle de acesso, organização de todo o acervo e vigilância permanente. O arquivamento do material

pulverizado, contra-provas, padrões certificados, brancos devem ser controlados por profissional responsável, para evitar manipulação acidental ou fraudulenta. Cada empresa estabelece seu prazo de guardar materialidade – amostras, certificados, testemunhos, sendo que é vital a preservação das informações em junior companies. Em geral, as empresas descartam testemunhos de intervalos não mineralizados, furos negativos e aqueles de porções já lavradas que não sejam representativos da geologia regional.

Uma parte do processo de qualidade dos dados que muitas vezes é negligenciado pelas empresas e profissionais das mineradoras e das geociências, diz respeito aos procedimentos de acondicionamento e armazenamento final dos testemunhos de sondagem. Assim como o banco de dados digital precisa ser muito bem gerenciado e armazenado nos devidos sistemas e softwares, que ganham cada vez mais investimentos, os testemunhos físicos também precisam ser adequadamente guardados nas caixas, galpões de testemunhos e litotecas, principalmente porque para estes materiais não há como fazer backup, e refazer os furos é um processo altamente oneroso e trabalhoso para as empresas.

Contudo, não raro se observa situações totalmente inapropriadas do ponto de vista científico, seja pela estrutura física dos galpões, equipe técnica mal treinada e, principalmente, devido ao uso de caixas de testemunhos susceptíveis a rápida degradação (Figura 5). É impressionante que ainda hoje existam empresas que invistam milhões de dólares em campanhas de sondagem e exijam enormes esforços técnicos quanto às questões ligadas a qualidade da perfuração, meio ambiente e segurança do

Liderando as mudanças. Valorizando o conhecimento.



Exploração Mineral

Targeting, Supervisão e Estudos completos



Geometalurgia e Ore Sorting

Estudos, Projeto e Testes



Certificação de Recursos e Reservas

Auditorias, QAQC, Modelagem e Classificação



Estudos Técnicos-econômicos

Avaliações, Projetos Conceituais e de Viabilidade



Geotecnologias

BigData, Machine Learning, RV, RA, IDE e Simulações

trabalho, porém sejam totalmente descuidados nesta fase do processo.

Seja por critérios de custo e facilidade de obtenção dos produtos, por pragmatismo dos tomadores de decisão ou por qualquer outra razão, muitas vezes a escolha pelo tipo de caixa de armazenamento de testemunhos de sondagem acaba comprometendo a qualidade dos dados, em especial quando as caixas são passíveis de se deteriorarem pela ação das intempéries e insetos, sendo comum o desmoronamento das pilhas de caixas que, conseqüentemente, faz com que os testemunhos de intervalos e furos diferentes se misturem entre si. Esta situação é comumente observada com o uso de caixas de madeira, mas também pode ocorrer com caixas de metal que se oxidam, com caixas de papelão encerado e cartão plástico corrugado que não suportam o peso dos testemunhos, e até mesmo com caixas plásticas de má qualidade, que podem quebrar ou empenar.

Quando ocorrem os desmoronamentos e os testemunhos se misturam, muitas vezes é impossível reorganizá-los nas caixas, sendo comum a perda de intervalos ou até mesmo de todo o furo de sondagem. Ou seja, não somente há um grande prejuízo com o valor do investimento da sondagem desperdiçada, assim como também se perde preciosas informações sobre o depósito mineral, podendo acarretar, inclusive, na exclusão das informações do banco de dados, a depender do nível de exigência do profissional que auditar os dados. Desta maneira, fica explícito que muitas vezes as empresas e profissionais de geologia e pesquisa mineral optam pelas caixas de testemunho de sondagem sem procederem a uma simples avaliação de custo-benefício, onde ficaria evidente a necessidade do emprego de produtos mais confiáveis visando minimizar os riscos de perdas. Considerando que, independente do tipo e marca da caixa, o valor desse produto não representa nem 5% do custo do metro de sondagem, é sempre recomendável que se utilize dos melhores produtos disponíveis no mercado no que tange à resistência, durabilidade, ergonomia e meio ambiente (Figura 6).

Considerações finais

De tempos em tempos, é retomado o debate sobre a real necessidade das empresas revisarem os procedimentos de armazenamento e conservação dos testemunhos de sondagem em suas unidades operacionais. Tal polêmica se deve principalmente ao alto custo demandado com infraestrutura, mão-de-obra, manutenção predial e questões de segurança do trabalho. Além disso, geralmente as mineradoras possuem áreas restritas próximas à operação da mineradora ou projeto de pesquisa, e o estabelecimento de instalações mais afastadas

para essa finalidade acarretaria em mais despesas associadas ao deslocamento de pessoal, equipamentos e materiais.

Visando equalizar esses problemas, algumas possibilidades vêm sendo consideradas, tais como o uso de escâneres para fotografar e digitalizar os testemunhos em 360º, a avaliação quanto ao descarte de testemunhos em zonas caracterizadas como estéril, ou mesmo critérios para a determinação de um percentual máximo de conservação dos testemunhos pelas empresas. Contudo, não é fácil vencer geólogos e técnicos quanto a esses procedimentos que acarretam na eliminação permanente do material rochoso.

Nesse interim, alguns defendem que, após a descrição, aquisição de dados, amostragem e escaneamento digital, não haveria mais a necessidade de manter armazenados os testemunhos físicos. Porém, a maioria dos profissionais das áreas das geociências defende que seria um “crime” do ponto de vista científico o descarte definitivo das rochas, tanto na zona mineralizada quanto na zona de estéril. Estes argumentam que tanto o conhecimento geológico quanto o avanço tecnológico evoluem com o decorrer do tempo, e que o intervalo que hoje é considerado como estéril no futuro pode ser viabilizado como minério, devido ao emprego de novos métodos de análise e extração de minérios e à variação do preço das commodities. Da mesma forma, mesmo que o tema não seja a mineralização em si, muito do conhecimento de um site ou mesmo de uma região pode ser perdido se novas técnicas de análise estrutural, geocronológica, geoquímica, entre outras, vierem a surgir e necessitarem dos testemunhos para que possam ser testadas.

Sendo assim, cabe esta decisão aos auditores quanto à exigência do armazenamento e conservação dos testemunhos de sondagem em seus galpões e litotecas, considerando que estes seguem o estabelecido pelas normas internacionais que são empregadas durante a auditoria e avaliação dos recursos e reservas minerais das empresas. Como tais normas ainda reivindicam que os testemunhos sejam mantidos, é muito pouco provável que os procedimentos em relação a este tema sejam alterados, mesmo com o uso de escâneres ou demais tecnologias de arquivamento fotográfico e/ou digitalização.

Enfatiza-se que este é um tema de grande importância para o setor mineral, por ser, efetivamente, a prova da materialidade da sua existência, valor e viabilidade técnica e econômica. □

Referências Bibliográficas

CBR. *Guia CBR para Declaração de Resultados de Exploração, Recursos e Reservas Minerais*. Brasília, 2015.

Disponível em: http://www.cbr.org.br/docs/guia_declaracao.pdf

CHIEREGATI, A. C. 2007. *Reconciliação pró-ativa em empreendimentos mineiros*. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Escola Politécnica da USP. São Paulo, 201p. (Tese de Doutorado).

CHIEREGATI, A. C.; PIGNATARI, L. E. C.; PITARD, F. F.; DELBONI JR., H. *Proactive reconciliation as a tool for integrating mining and milling operations*. *International Journal of Mining Science and Technology*, v. 29, p. 239-244, 2019.

CIM. *Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum - Mineral Resource and Mineral Reserve Committee. CIM Mineral Exploration Best Practice Guidelines*, nov/2018. Disponível em: <https://mrmr.cim.org/media/1080/cim-mineral-exploration-best-practice-guidelines-november-23-2018.pdf>

CRIRSCO. *Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards*. CRIRSCO Website, 2019. Disponível em: <http://www.crisco.com/welcome.asp>.

CRIRSCO. *International Reporting Template for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves*. 2006. 41 p.

DS 3077. 2013. *Representative Sampling – Horizontal Standard*. www.ds.dk.

ESBENSEN, K. H. & P. MINKKINEN. 2004. (Eds). *Special Issue: 50 years of Pierre Gy's Theory of Sampling. Proceedings: First World Conference on Sampling and Blending (WCSB1). Tutorials on Sampling: Theory and Practice. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, vol. 74, Issue 1, 236 p.

ESBENSEN, K. H., PAOLETTI, C. & MINKKINEN, P. 2012. *Representative sampling of large kernel lots – I. Theory of Sampling and variographic analysis*. *Trends in Analytical Chemistry (TrAC)*, p.154-165.

GY, P. 1998. *Sampling for analytical purposes*. 1st ed., translated by A.G. Royle, John Wiley & Sons, West Sussex, England.

NICHOLLS, C. C. *The Bre-X Hoax: A South East Asian Bubble*. *The Canadian Business Law Journal*, v. 32, n. 173-222, 1999.

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, USA.

PITARD, F.F. 2009. *Pierre Gy's theory of sampling and C.O. Ingamell's Poisson process approach*. *Esbjerg: Aalborg University*, 309p. (Tese de Doutorado).

S&P. *World Exploration Trends*. PDAC Special Edition, March 2018. Toronto: (2018.). Disponível em: https://www.spglobal.com/_assets/images/marketintelligence/research-images/world-exploration-trends.jpg

S&P. *World Mining Exploration Trends*. PDAC Special Edition, March 2019. Toronto: (2019). Disponível em: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/documents/world-exploration-trends-march-2019.pdf>

(1) Geólogo (Unisinos), Mestre em Geologia (Unisinos), Doutor em Geologia (UFRGS), Diretor da Core Case, email: daniel@corecase.com.br

(2) Geóloga (USP), Mestre em Recursos Minerais (IGC-USP), Doutorado em Engenharia Mineral (PMI-EPUSP), Diretora da GeoAnsata, email: glaucia@geoansata.com.br

(3) Engenheira de Minas (USP), Mestre e Doutora em Engenharia Mineral (PMI-EPUSP), Professora Doutora (PMI-EPUSP), email: ana.CHIEREGATI@gmail.com