

A wide, dry, cracked reservoir or dam structure under a cloudy sky. The ground is dark and heavily fissured, indicating severe drought. In the background, there are power lines and some industrial structures.

REPROCESSAMENTO DE BARRAGENS DE REJEITOS – LINHAS
GERAIS PARA AVALIAÇÃO DESTA OPORTUNIDADE DE
NEGÓCIOS

Evandro Costa e Silva – Evandro.silva@vale.com

Mineração: minério x estéril x produto x rejeitos

Pode-se dizer, sem exageros, que uma operação mineira é:

- ✓ *Uma operação em que se movimenta uma grande quantidade de **estéril**, um volume razoável de **minério**, para a produção de um **pequeno volume de produtos** e um **volume considerável de rejeitos**.*
- ✓ *Nenhum empreendimento mineral se viabiliza sem que as questões de disposição de estéril e rejeitos sejam, técnica, economicamente, social e ambientalmente, adequadamente solucionadas.*



Definições

Mineração: Atividade econômica relacionada ao **aproveitamento racional** de jazidas minerais

Jazida ou Jazida Mineral: É toda massa individualizada de substância mineral (ou fóssil), aflorante ou existente no interior da crosta terrestre, e que tenha **valor econômico**

Depósito Mineral : Concentração de um ou mais minerais metálicos, que pode ser de interesse econômico a depender de estudos geológicos e do preço internacional de mercado do produto e dos custos associados à sua extração

Minério: Qualquer substância mineral da qual se pode extrair economicamente um ou mais metais. Por facilidade de nomenclatura o termo é comumente utilizado para designar qualquer matéria prima mineral.

Estéril: Solo ou rocha não mineralizada ou com mineralização inferior a níveis economicamente admissíveis

Beneficiamento (NRM-18): Para efeito das NRM entende-se por beneficiamento de minérios ao tratamento visando preparar granulometricamente, concentrar ou purificar minérios por métodos físicos ou químicos sem alteração da constituição química dos minerais. Ou etapa da atividade mineradora que se segue à Lavra do minério, com o objetivo de prepará-lo para a extração da substância valiosa nele contida (extração do metal, no caso dos minérios metálicos) ou produzir um produto final de valor comercial (no caso de minérios não metálicos ou carvão, por exemplo)

Rejeito (ABNT – NBR 10703): é o material resultante dos processos extrativos da mineração, que **não é aproveitado economicamente**, após passar por processo de beneficiamento.

Influência dos aspectos legais no desenvolvimento de projetos de mineração

- ▶ Segundo a **Lei 12.305** temos como disposto no seu Capítulo II Definições:

XV - Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de **esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis**, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

- ▶ Com base nessa Política, boas práticas de gestão de resíduos recomendam, tanto para a redução de impactos ambientais quanto de passivos ambientais e respectivos custos de reabilitação:

- Planejar a segregação adequada, de acordo com a destinação definida.
- Estabelecer a classificação dos resíduos para posterior reutilização, reciclagem ou utilização como insumo, seja na própria empresa, seja em outras.
- Planejar os tratamentos de acordo com os resíduos e sua destinação.

- ▶ Planejar os armazenamentos iniciais e finais para os resíduos. Segundo a Norma Regulamentadora de Mineração **(NRM) 19**, que dispõe sobre a disposição de estéril, rejeitos e produtos, tem-se que:

- ▶ **“O estéril, rejeitos e produtos devem ser definidos de acordo com a composição mineralógica da jazida, as condições de mercado, a economicidade do empreendimento e sob a ótica das tecnologias disponíveis de beneficiamento”.**

O que diz a legislação específica?

De acordo com a Resolução número 22/2002 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos em seu Art. 1º define:

- **Beneficiamento (NRM-18):** Para efeito das NRM entende-se por beneficiamento de minérios ao tratamento visando preparar granulometricamente, concentrar ou purificar minérios por métodos físicos ou químicos sem alteração da constituição química dos minerais.
- **Rejeito (ABNT – NBR 10703):** é o material resultante dos processos extrativos da mineração, que **não é aproveitado economicamente**, após passar por processo de beneficiamento.
- **Resíduos sólidos industriais (ABNT NBR-10004/87):** resíduos sólidos industriais são os resíduos em estado sólido e semissólido que resultam da atividade industrial, incluindo-se os lodos provenientes das instalações de tratamento de águas residuárias, os gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como os denominados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento em rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam, para isso, soluções economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível
- **Efluente líquido industrial (NBR 9800/1987):** é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanações de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico.

Contexto: O que acontece quando se trata os rejeitos como uma nova oportunidade de negócios?

- ▶ A tendência natural, para a maior parte dos projetos e operações atuais, é de um **aumento da geração e afinamento da distribuição granulométrica dos rejeitos** ao longo do tempo, não somente em função da natural e continuada redução dos teores dos minérios (hematitas itabiritos ricos itabiritos pobres) mas também pela necessidade de processos mais intensos de cominuição visando maiores graus de liberação na contínua busca da maximização da recuperação metalúrgica.
- ▶ No momento em que se decide, idealmente desde a fase de concepção do empreendimento, durante a fase de operação, ou mesmo em uma situação limite após o término das operações, tratar tanto os depósitos de rejeitos quanto as pilhas de estéril/minério marginal como **“recursos lavráveis futuros”** ou como uma **“extensão da vida útil do empreendimento”** a atenção e o tratamento dados a estes “recursos” mudam de maneira radical.
- ▶ Estes “novos recursos” devem ser tratados como “novos depósitos” e carecem da mesma atenção e boa parte dos profissionais, métodos, procedimentos e ferramentas necessários no desenvolvimento de qualquer novo projeto de mineração assim como abordagens específicas

E na “prática”?

Os “**rejeitos**” podem ter diferentes origens, dentre elas:

Falta de tecnologia ou capacidade dos clientes potenciais para a utilização do material que está sendo gerado no beneficiamento do minério:

- Ex.: finos de minério de ferro de alto teor antes do desenvolvimento dos processos de aglomeração – sinterização e pelletização – carga dos altofornos basicamente de material granulado e lump. A fração fina era removida na “lavagem” e disposta em barragens.

Restrições/limitações de capacidade de investimento nas fases iniciais do empreendimento:

- Ex. início de operação com o material granulado de alto teor (“direct shipping ore”) para posterior implantação do circuito de finos (concentração)

Limitações de processo ou dos circuitos de beneficiamento

- Ex. Restrições de energia (limitação do circuito de cominuição) ou água; limitações dos equipamentos de concentração (gravimetria)

Limitações do Sistema de logística associado ao pagamento de “prêmio” para o material granulado

- Ex. Preferência pelo transporte e comercialização do material granulado para maximizar a geração de caixa com a estocagem do material fino para future comercialização

Restrições da tecnologia de processo utilizada/dificuldade de acesso a reagentes e equipamentos/ problemas nas fases de comissionamento e ramp up resultando na perda excessiva de finos.

E na “prática”?



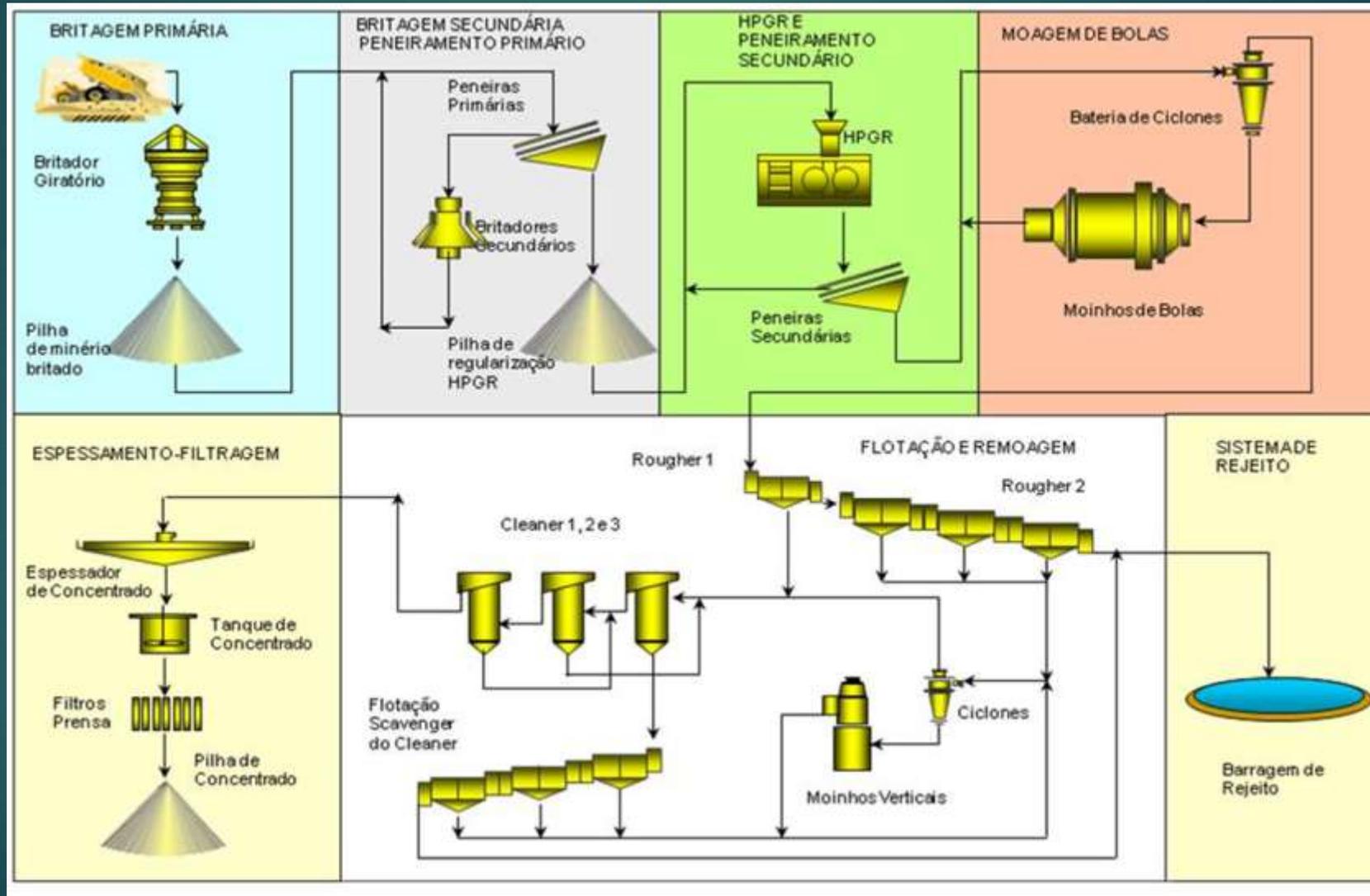
Características dos depósitos minerais “man made” – barragens/depósitos de rejeitos

- Limites do “corpo mineralizado” bem definidos;
- Facilidade de estimativa do volume total dos recursos e da qualidade média global;
- Simplicidade estrutural: ausência total de falhas, dobras, intrusivas, diques, etc....;
- Menor heterogeneidade espacial - facilidade de identificação de “direções preferenciais”;
- Conhecimento do “histórico” de formação do depósito;
- Conhecimento prévio das principais características dos minérios tais como mineralogia, teores, densidades, expectativa de distribuição granulométrica, - sem mesmo ter que desenvolver um programa de exploração.....;
- Material ~100% lavrável por desmonte mecânico – não existe necessidade de utilização de explosivos – redução dos custos de lavra;
- Oportunidade de utilização de métodos de lavra de alta produção, baixo custo e baixa demanda de mão-de-obra (dragagem, por exemplo);
- “Proximidade” de infraestrutura (água, energia, comunicação etc.), logística e mão-de-obra qualificada;
- Possibilidade de desenvolvimento de rotas de processo de baixo consumo de energia e baixo custo;
- Etc., etc., etc.,

Como gerir os sistemas de disposição de rejeitos visando um aproveitamento futuro?

- ▶ Uma gestão de rejeitos/resíduos bem elaborada e integrada buscará minimizar dentre outros aspectos:
 - Os volumes de rejeitos, resíduo e efluentes gerados e a serem armazenados;
 - As áreas de armazenamento e os respectivos custos de implantação, operação e futura reabilitação/eliminação de passivos ambientais;
 - Riscos operacionais atuais e futuros (estabilidade e confiabilidade dos depósitos);
 - Riscos de contaminação, impactos ambientais
 - Ônus para futuras gerações.
- ▶ Além disto, os rejeitos e resíduos dos empreendimentos minerais devem ser avaliados, não apenas para fins de atendimento à legislação e pressões sociais/ambientais do seu potencial de reaproveitamento, mas também como uma forma de potencial agregação de valor, quer pelo aumento das recuperações de produtos quer pela geração de subprodutos.
- ▶ A geração de subprodutos pode ser vista em vários casos não apenas como uma fonte de geração de valor (geração de “fluxo de caixa positivo”) mas também dentro de uma abordagem mais ampla como “custos evitados” tais como ampliação/construção de novas barragens, redução de custos de reabilitação ambiental/descomissionamento, por exemplo.

Avaliando uma oportunidade – reprocessamento dos rejeitos do Salobo

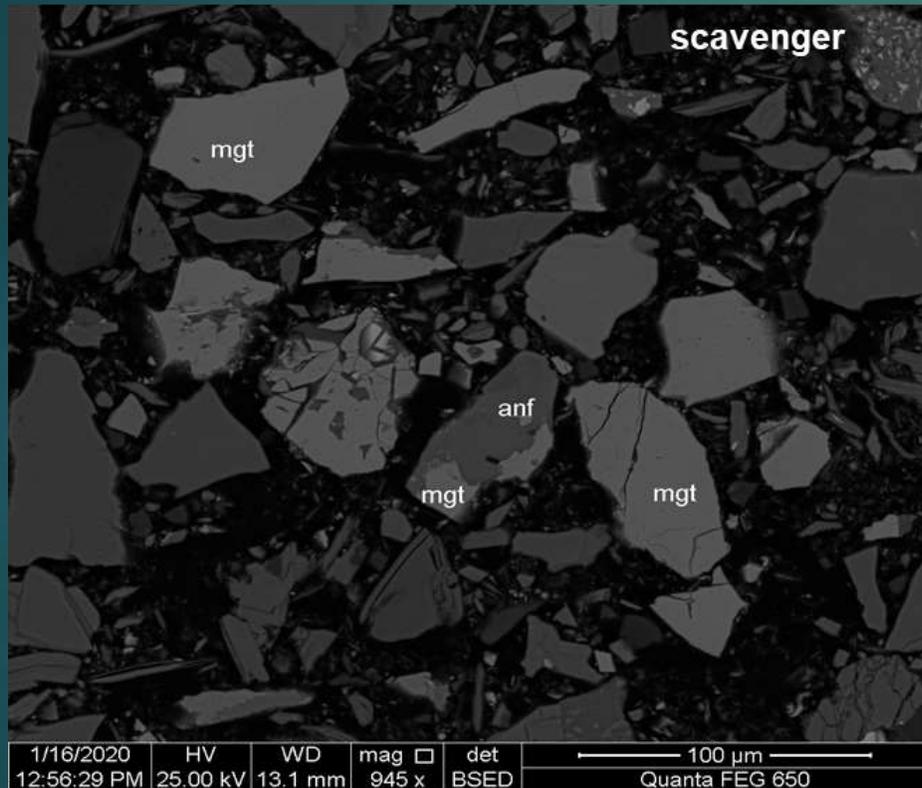


Caracterização dos rejeitos

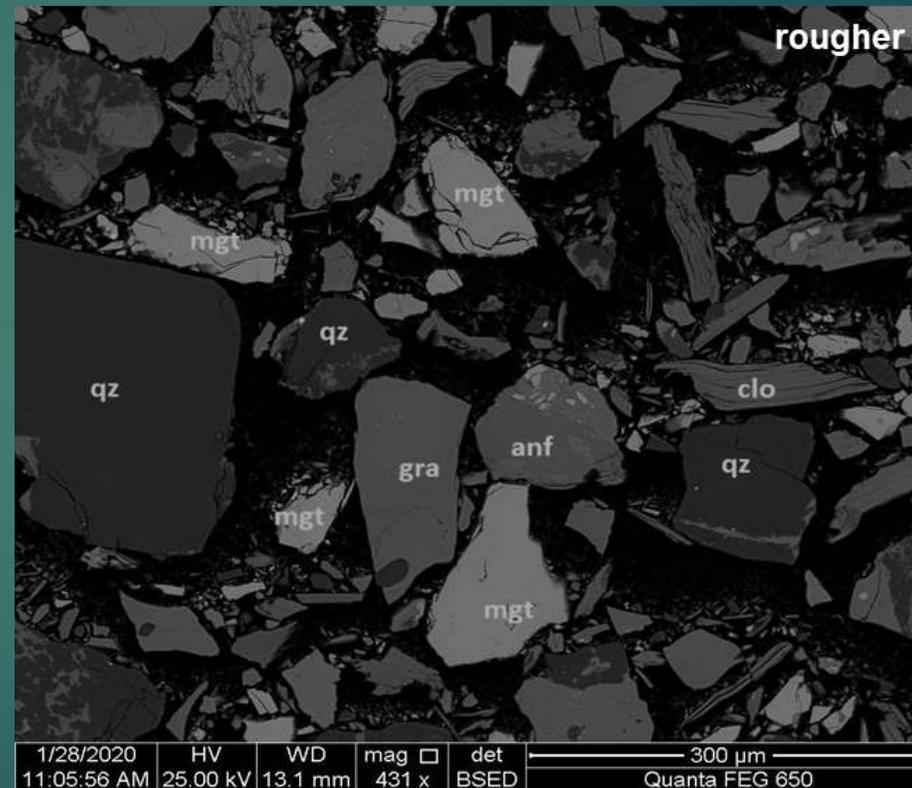
- Natureza do rejeito;
- Composição mineralógica por difração de raios x ou método comparável;
- Distribuição granulométrica incluindo a fração dos finos (siltes e argilas), isto é, “curva granulométrica completa”(NBR 7181/1984);
- Análise química global e por fração granulométrica;
- Determinação do grau de liberação;
- Massa específica dos grãos (“Densidade Real”) (NBR 6508/1984) da amostra global e por fração granulométrica
- Teor de sólidos presentes na polpa;
- W_i e A_i de Bond;
- Área superficial (“superfície específica” / “Blaine”);
- Determinação do potencial de geração de drenagem ácida (ensaios estáticos), se aplicável.
- Plasticidade e Líquidos (Atterberg Limits);
- Adensamento (índice de vazios);
- Condutividade/permeabilidade hidráulica;
- Parâmetros de resistência em condições drenadas e não drenadas (NBR 12770/1986);
- Ensaios de compactação (Proctor Normal – NBR 7182/1986);
- Teste de resistência ao cisalhamento sob condições drenadas e não drenadas

Caracterização dos rejeitos

Análise Mineralógica dos rejeitos



Rejeito Scavenger



Rejeito Rougher

Como avaliar estes “novos recursos”?

- Levantamento dos aspectos relativos à efetividade do direito mineral sobre os rejeitos estocados (especialmente se estocados em áreas de servidão);
- Execução de programa de sondagem/amostragem/plano de caracterização dos rejeitos;
- Cálculo de volumes (batimetria nos casos de barragens);
- Modelamento e estimativa de recursos;
- Avaliação geotécnica e hidrológica tanto dos rejeitos depositados como das estruturas para fins de modelamento/avaliação de estabilidade;
- Desenvolvimento/adequação de rota de processo considerando-se a melhor utilização das instalações e recursos existentes;
- Caracterização de produtos (ênfase no manuseio e desaguamento dos produtos) e rejeitos finais com definição de método de disposição final;

Elaboração de:

- Programas de produção e sequenciamento de lavra;
- Novos balanços de massa, água e energia;
- Plano diretor visando a integração entre a nova operação e as instalações existentes;
- Plano de lançamento de rejeitos finais Identificação e definição de novas áreas (e eventualmente, também novos métodos) para disposição final dos rejeitos após reprocessamento, caso necessário, ou identificação de áreas dentro dos depósitos atuais para o lançamento destes “novos rejeitos”;
- Estudos e Licenciamento ambiental;

Revisão dos planos de descomissionamento de instalações e estruturas – plano de fechamento de mina;

Revisão dos estudos de mercado/estudos de avaliação de desempenho de produtos junto aos clientes/novos clientes;

Definição do método de lavra, seleção e dimensionamento de equipamentos e instalações;

Conclusões

- ▶ Dado o cenário atual e futuro da mineração marcado, notadamente, por fortes pressões ambientais, sociais e regulatórias, pela depressão de preços e aumento de custos e pela crescente dificuldade da viabilização de novos empreendimentos (reposição de reservas via programas de exploração, elevados investimentos, prazos e restrições de acesso a recursos escassos como a água, por exemplo) faz-se necessário repensar o papel dos rejeitos em nossas operações.
- ▶ É necessário migrar de uma visão de “custo não evitável” para uma visão de “potencial de agregação de valor e sustentabilidade do negócio”.
- ▶ Avaliar, à exaustão, alternativas de “modelos de negócios” para o reprocessamento dos rejeitos estocados ou mesmo de reprocessamento dos rejeitos de forma concomitante com sua geração.
- ▶ Quanto mais cedo ocorrer esta mudança de visão e conceitos maiores serão os benefícios quer para as empresas, quer para a sociedade, quer para o meio ambiente.