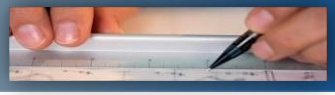
MOPE
PROCESSOS MINERAIS
Novas ideias para um novo tempo

ENGENHARIA CONCEITUAL

Fazer mais com menos

Nova tendência no Beneficiamento de Minérios

Junho 2017



INTRODUÇÃO
A defesa do conceito

MOPE é uma consultora especialista em processos minerais, há quase 15 anos atendendo o mercado latino-americano, principalmente Brasil e Chile.

Contamos com uma unidade de engenharia conceitual para atender a crescente demanda dos nossos Clientes, desde o desenvolvimento da rota de processos, particularmente os projetos baseados na Concentração Seletiva.

Oportunamente empregamos os originais conceitos desenvolvidos pela MOPE, desafiando paradigmas e critérios conservadores que, embora haja exceções, são correntemente utilizados pela engenharia retrograda e onerosa.

PROBLEMAS COMUNS DA ENGENHARIA CONVENCIONAL

DESAFIOS ATUAIS DA MINERAÇÃO

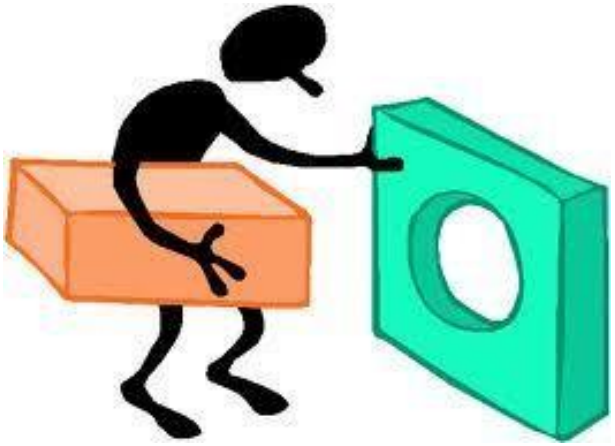
1. Minério mais pobre e difícil de beneficiar;
2. Preço de commodities muito oscilante;
3. Elevação de custos operacionais (energia elétrica, aço, água, etc.);
4. Arranjo “convencional” da usina não responde bem com minérios mais pobres;
5. Dificuldades de acompanhar a geometalurgia do depósito;
6. Falta de sistemas práticos de gestão, automação e controle;
7. Maior geração de rejeitos por causa do menor teor das jazidas;
8. Aspectos sócio-ambientais;
9. Baixas reservas e projetos de curta duração;
10. Dificuldades logísticas: ROM/usina; trabalhador/usina; produto/comprador;
11. Pouca sinergia entre diferentes mineradoras próximas ou complementares;
12. Tecnologia influenciada por grandes fornecedores externos;
13. Falta envolvimento da mineradora para soluções mais criativas;
14. Encarecimento do sistema EPCM / Retomada do “management” pelo Cliente (EPC)

UM SÉRIO PROBLEMA ATUAL DA ENGENHARIA

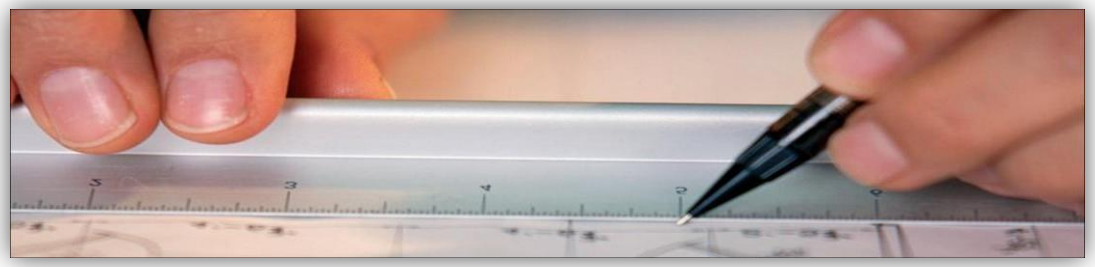
O fraco desempenho de muitos projetos de mineração recentemente implantados na América latina deve-se quase que fundamentalmente à insuficiente e prematura conclusão da fase de pesquisa e busca de melhores soluções para o projeto, onde este teria que ser melhor concebido, amadurecido e experimentalmente suportado.

O barato custa caro: Poupa-se dinheiro em HH de consultores especialistas para investir em “engenharia” comprada em “quantidade” de desenhos A1

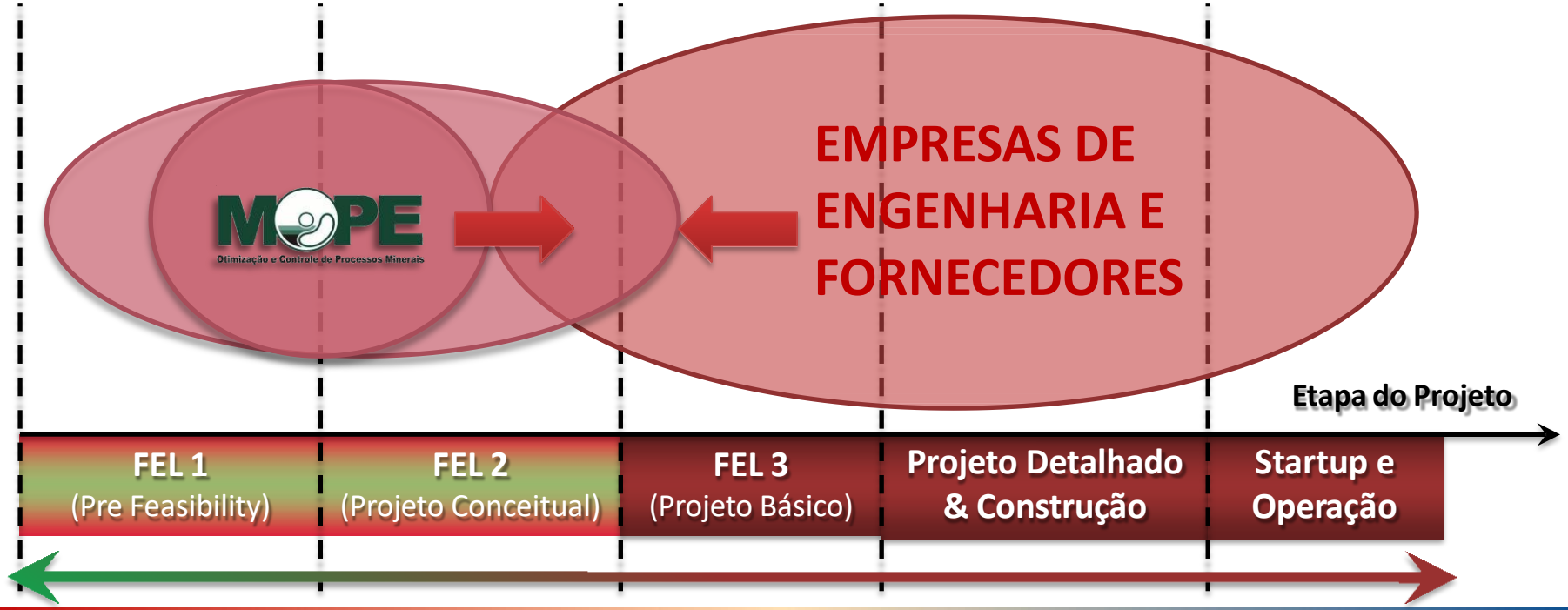
Embora haja exceções, algumas mineradoras chamam prematuramente a empresas de **engenharia** para entrar em cena, antes de concluir a concepção do projeto, deformando muitas boas iniciativas que ainda não possuem a devida maturidade na sua gestação.



MOPE – NA DEFESA DO CONCEITO



Para evitar a deformação de boas iniciativas, MOPE desenvolve a engenharia conceitual das suas próprias soluções criativas



O PROJETO DE ENGENHARIA

O **Projeto de Engenharia** é como um filho, concebido, engendrado, amamentado, educado e protegido até atingir maturidade, pela **Consultoria**.

A **Consultoria** não apenas cria o projeto, mas dá o seu DNA, a índole, a personalidade e os valores principais.

O projeto é estimulado para ser criativo e com personalidade, para não chegar enviesado até a sua maturidade.

A **Engenharia** é como o professor que preenche espaços, que dá conhecimentos e as bases para este projeto se desenvolver, com segurança técnica e normas de convivência, dentro da sociedade.

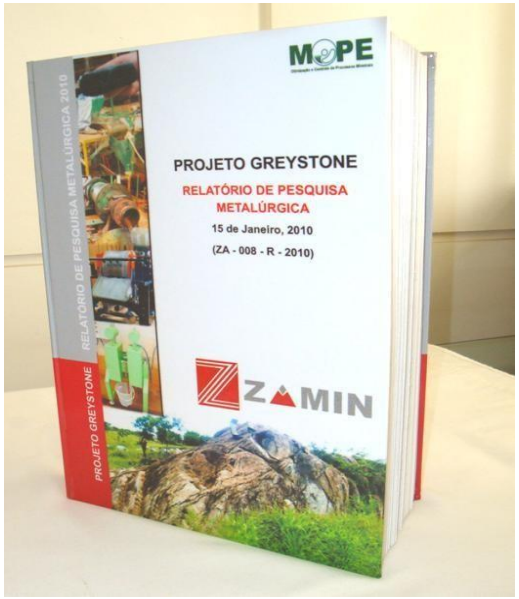
Um bom projeto deverá seguir estas fases

NASCE UMA BOA SOLUÇÃO

MOPE – AS FASES DE UM BOM PROJETO

Não se trata apenas de um assunto de modernidade, mas também da necessidade de resolver os sérios problemas que já existem na mineração e que, de persistir, poderão inviabilizar novos projetos, assim como obrigar a fechar muitas operações deficitárias.

- FUNDAMENTO TEÓRICO
- SUPORTE CONCEITUAL
- SUPORTE EXPERIMENTAL
- FERRAMENTAS DE CÁLCULO
- EXPERIÊNCIA PRÁTICA



MOPE – FUNDAMENTO TEÓRICO

O ***MODELO OPERACIONAL*** desenvolvido pelo Eng. Alexis Yovanovic desde 1987 foi publicado em dois livros de autoria própria e fornecem a base teórica para as soluções MOPE. Os dois livros, fundamentais para compreensão do Modelo Operacional, estão disponíveis para download em nosso site.

FUNDAMENTO TEÓRICO

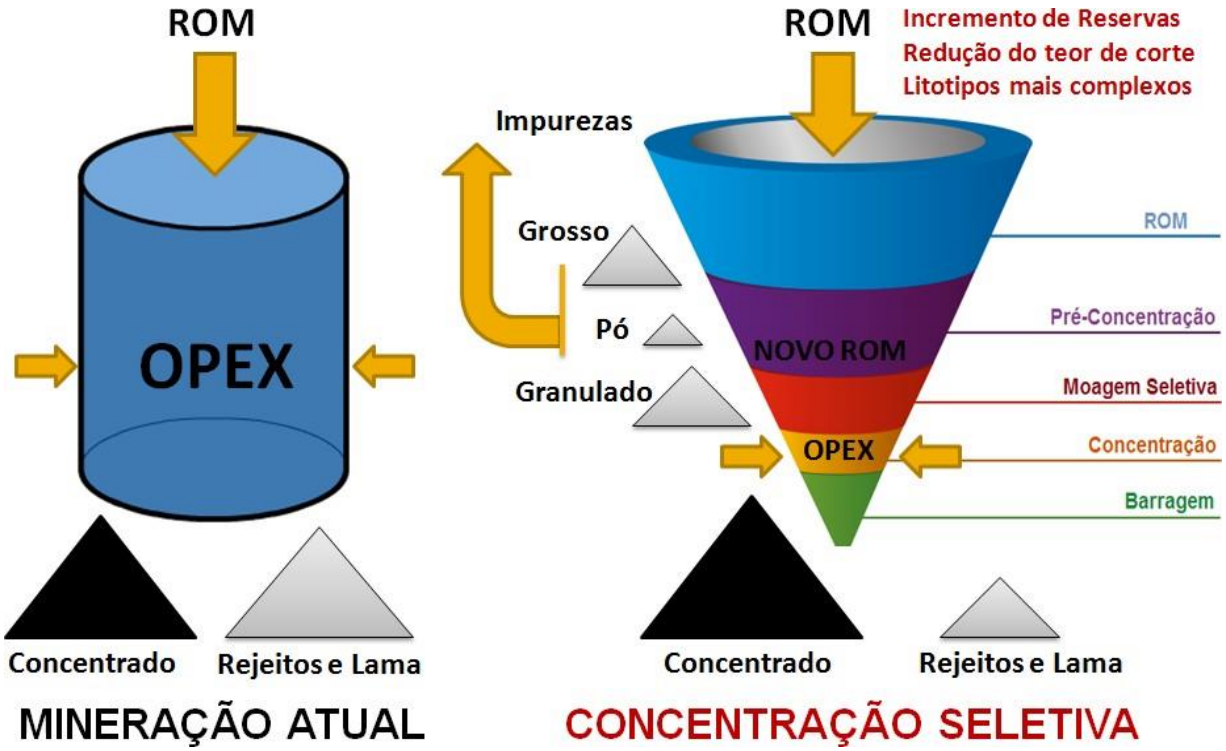
Dezenas de publicações nacionais e internacionais tem divulgado os conceitos da MOPE em congressos, seminários e revistas técnicas.

MOPE – SUPORTE CONCEITUAL

A **Concentração Seletiva**, aponta para a mínima Usina com a mínima geração de resíduos finos, focando na fragmentação seletiva e pré-concentração do minério, priorizando a liberação de ganga, poupando muito dinheiro nas Plantas Concentradoras e reduzindo os problemas ambientais.

SUPORTE CONCEITUAL

Nem sempre tudo o que sai da Mina deve chegar até as operações mais caras da concentradora.

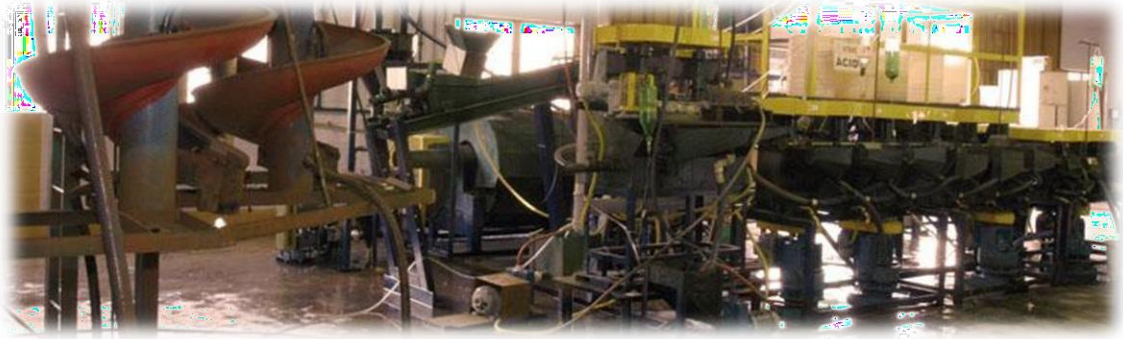


MOPE – SUPORTE EXPERIMENTAL

MOPE define as necessidades de testes metalúrgicos, estabelece procedimentos, acompanha e avalia os trabalhos experimentais necessários para o suporte dos projetos que idealiza. Contamos com laboratórios parceiros no Chile e no Brasil.

SUPORTE EXPERIMENTAL

MOPE acompanha, com microscopia digital e olhar de "engenharia de processos" a liberação e tamanho de grãos dos minérios de interesse e da ganga.



MOPE – TESTES DE CONCENTRAÇÃO SELETIVA

Fragmentação Seletiva e caracterização

Cobber Magnético a seco

Respeitando e explorando a heterogeneidade do minério

Algumas opções de concentração

Retido

Moagem Seletiva

Peneiramento

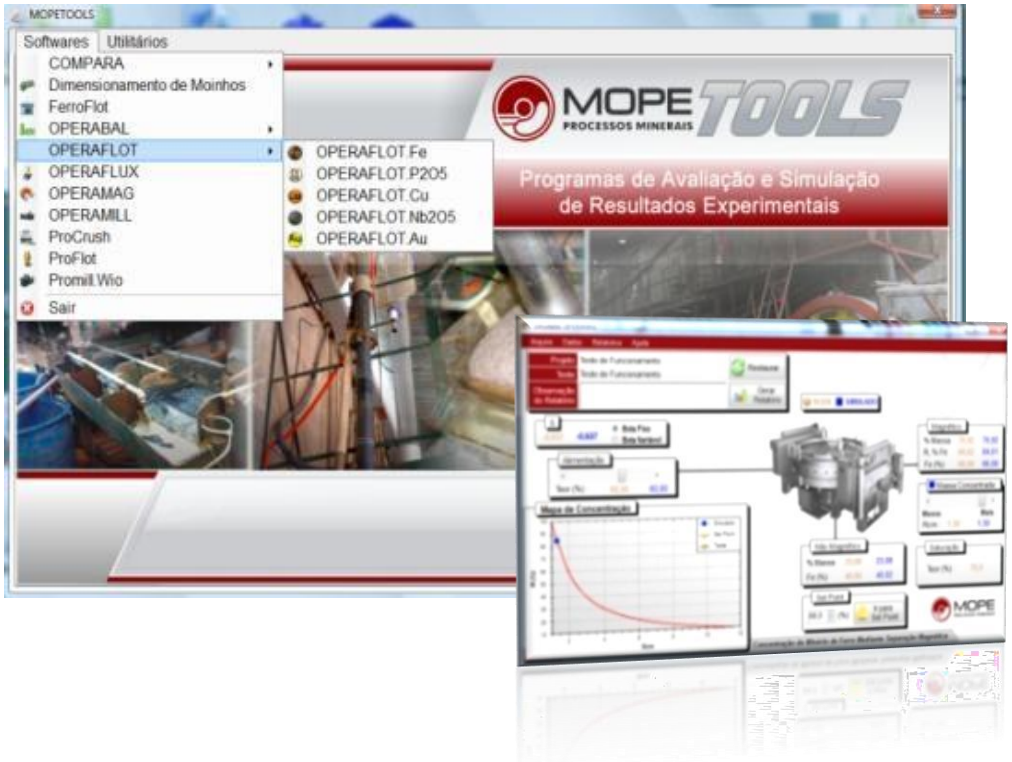
Passante

MOPE – FERRAMENTAS DE CÁLCULO

MOPE, com base no MODELO OPERACIONAL, da sua autoria, desenvolveu modelos e possui ferramentas para o escalonamento industrial dos resultados experimentais obtidos para diversas operações unitárias, com fins de projeto. Também, MOPE simula equipamentos em operação, inclusive com ferramentas avançadas de controle online.

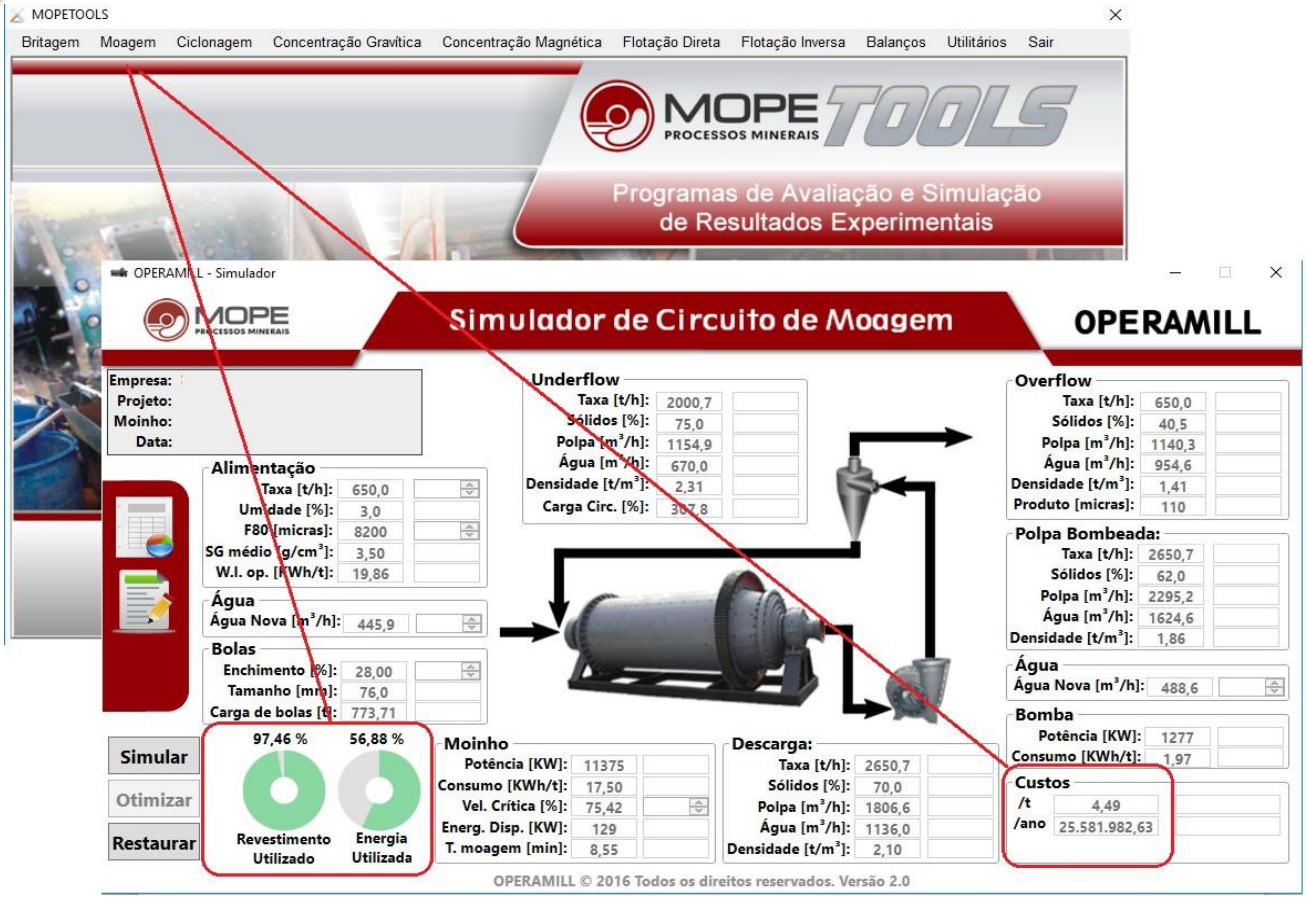
FERRAMENTAS DE CÁLCULO

O MOPETOOLS é uma caixa de ferramentas de uso interno, todas desenvolvidas com base no **modelo operacional**, para cálculos e simulações de diversas operações unitárias.



MOPE – FERRAMENTAS DE CÁLCULO (Exemplos)

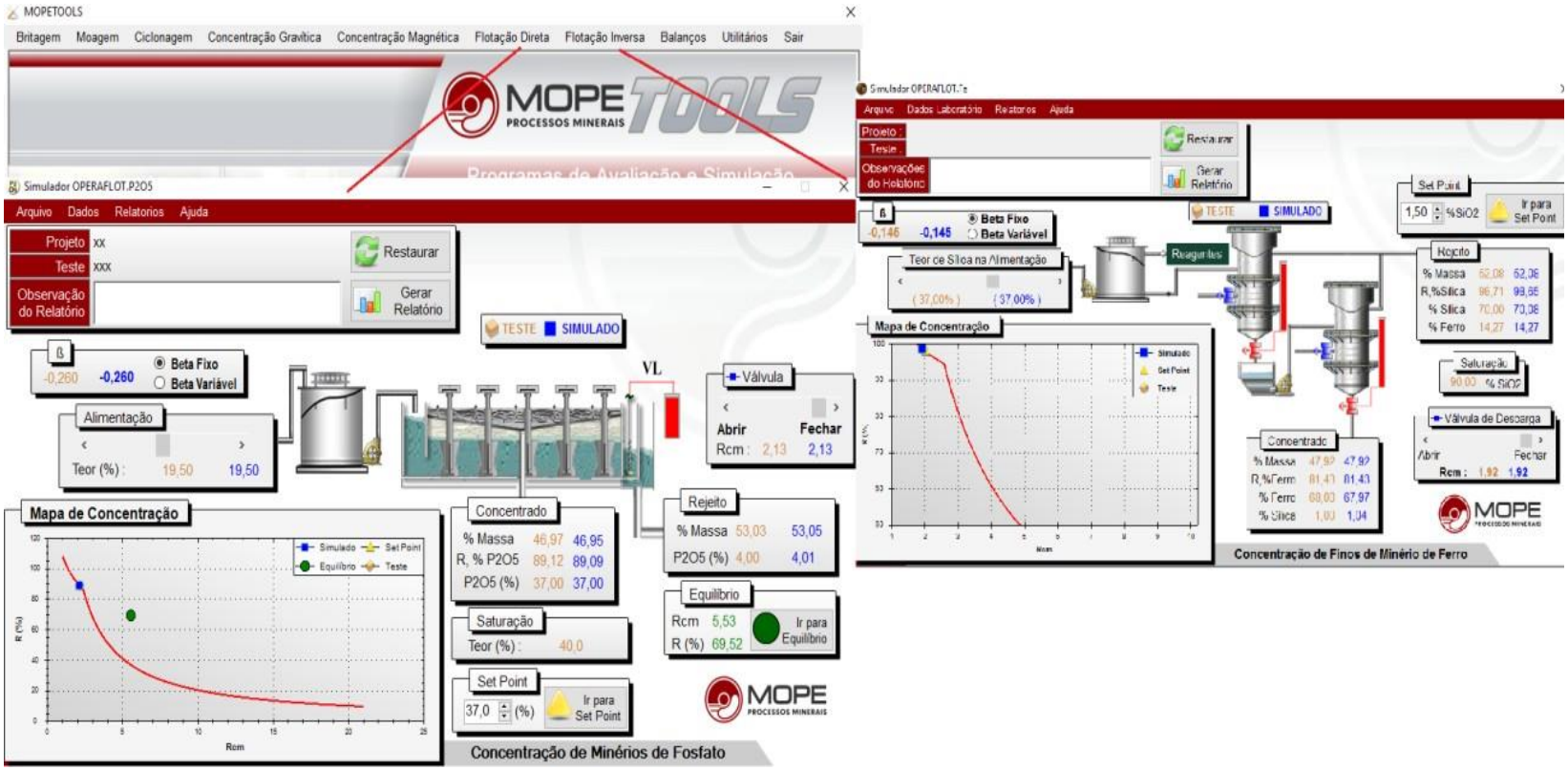
FERRAMENTAS DE CÁLCULO



MOPE avalia e escalona circuito de flotação à partir de testes em bancada e diagnostica, simula e otimiza operações correntes de flotação.

MOPE – FERRAMENTAS DE CÁLCULO (Exemplos)

FERRAMENTAS DE CÁLCULO



MOPE avalia e escalona circuito de flotação à partir de testes em bancada e diagnostica, simula e otimiza circuitos de flotação em operação.

MOPE – EXPERIÊNCIA PRÁTICA

MOPE tem executado numerosos estudos e projetos conceituais para diversos tipos de minério. Levantamos oportunidades de melhoria em operações e, começando em forma totalmente manual, otimizamos circuitos de moagem e de concentração, com operação assistida e treinamento aos operadores.

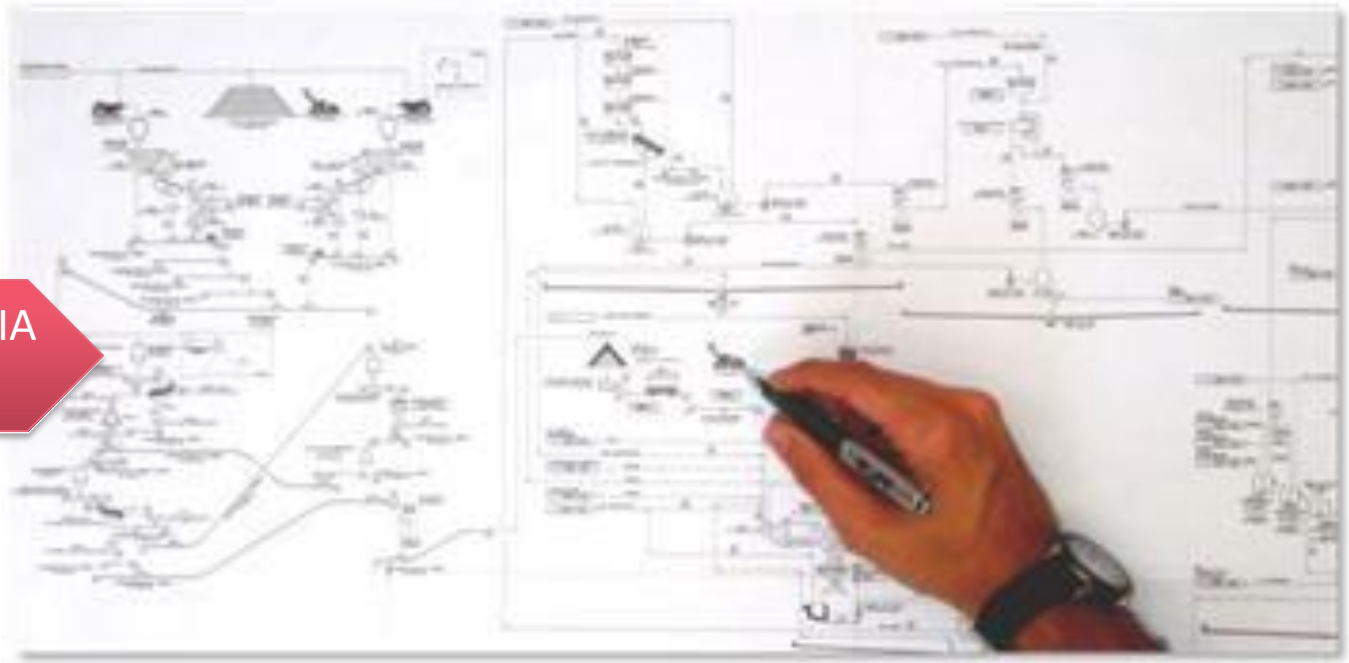
EXPERIÊNCIA PRÁTICA

Alexis Yovanovic conta com mais de 40 anos de experiência em processos minerais, atuando nas diversas fases, desde a pesquisa, operação e engenharia de projetos. Os projetos conceituais da MOPE são preparados para operar corretamente desde o seu startup.

- Referência Nacional em Engenharia de Processos Minerais.
- Presente há 15 anos no Brasil.
- Dezenas de trabalhos desenvolvidos espalhados pelo Brasil.
- Experiência com Ferro, Ouro, Cobre, Zinco, Grafita, Fosfato, Calcário, Cassiterita, Nióbio, Magnesita, Terras Raras, e outros.
- Nossos conhecimentos na forma de Soluções de Tecnologia.
- Sempre Presente e Atuante em Exposições, Congressos, Seminários e Artigos Técnicos de Revistas Especializadas.
- Dezenas de Publicações técnicas

MOPE – EXPERIENCIA PRÁTICA

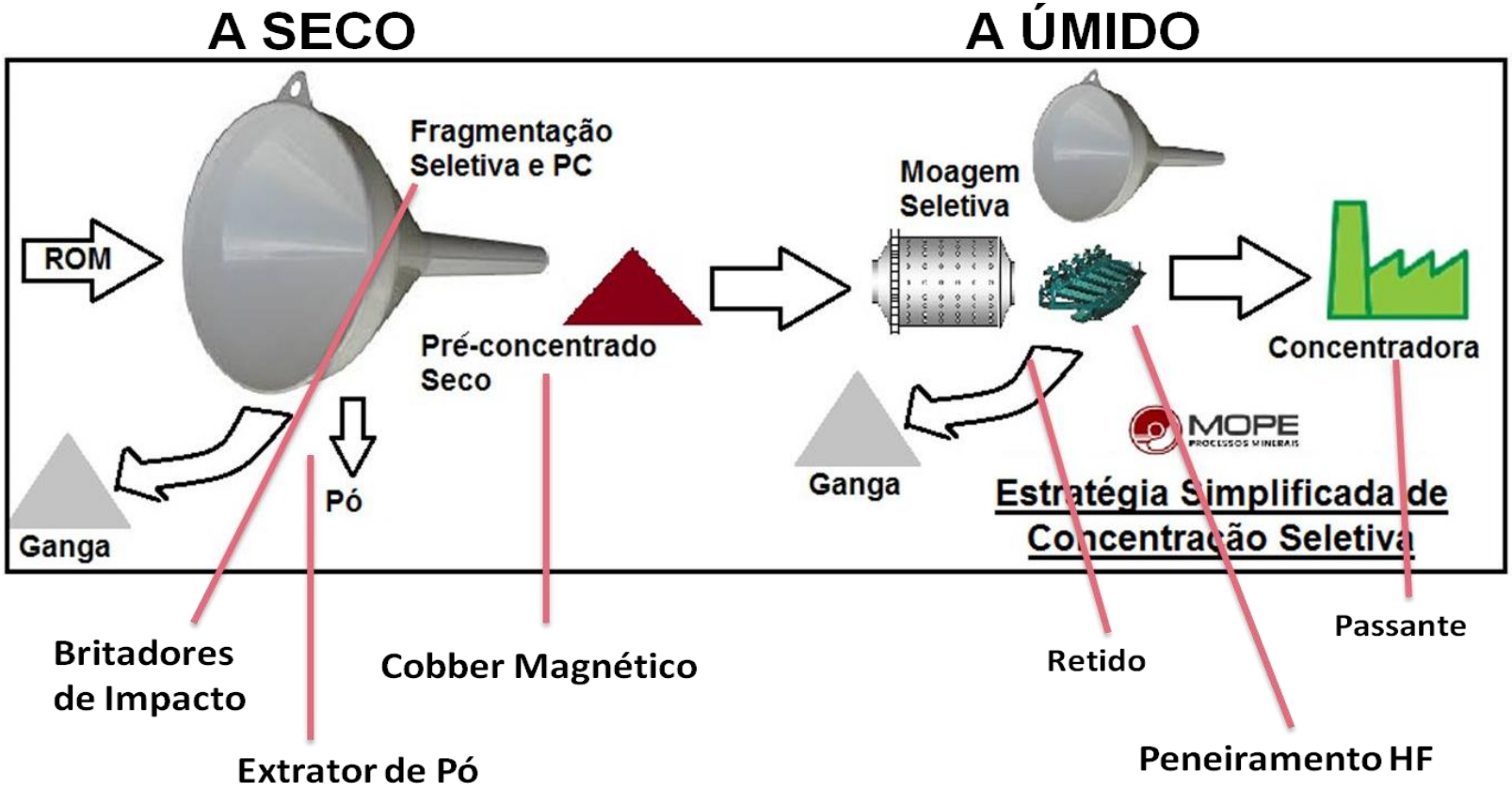
EXPERIÊNCIA PRÁTICA



- Diversos **estudos conceituais**, incluindo análise de CAPEX e OPEX.
- Ao redor de 10 serviços de **Due Diligence** para Clientes internacionais como: SUMITOMO; EIG; B&A; QKR, TRAFIGURA e MUBADALA
- Diversos estudos de Peer Review;
- Revisão de diversos projetos de engenharia executados por terceiros

ENGENHARIA CONCEITUAL

MOPE – TECNOLOGIA POR TRÁS DO PROCESSO



Após a fragmentação seletiva é possível pré-concentrar o minério, antes de alimentar a usina. Esta pré-concentração poderia ocorrer por causa da distribuição granuloquímica do minério de interesse, que permitiria descartar alguma parcela do fluxo (pó, grossos, etc.) e, ainda, por causa de outra propriedade como a susceptibilidade magnética.

MOPE – EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

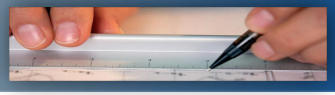
Para atender as áreas mais importantes da Concentradora, MOPE fez um resumo dos nove equipamentos mais relevantes que terão protagonismo na Concentração Seletiva. Fizemos contato com alguns fabricantes e representantes destes, procurando suporte técnico e comercial:

- ✓ Britadores terciários de impacto: do tipo VSI, Barmac (Metso) ou similar; ou simplesmente de martelos - para projetos de menor capacidade;
- ✓ Peneiras para operar a seco com telas abaixo de 8 mm (para instalações de britagem);
- ✓ Coletores / Extratores de pó;
- ✓ Tambores magnéticos a seco de baixa e media intensidade (cobber);
- ✓ Moinhos convencionais com velocidade variável (inversor de frequência ou Gearless).
- ✓ Peneiras de alta frequência;
- ✓ Carrossel WHIMS de alta capacidade;
- ✓ Concentradores centrífugos (KNELSON, FALCON, etc.);
- ✓ Filtros para elevadas taxas de filtragem.

MOPE – ACOMPANHAMOS O PROJETO

OS PASSOS NECESSÁRIOS PARA UM PROJETO BARATO, SEGURO E VIÁVEL, POR TODA A VIDA ÚTIL

Quatro Passos



1. ROTA DE PROCESSOS

PRÉ-CONCENTRAÇÃO – Descartar toda a ganga possível, desde o começo;

ROTA SIMPLIFICADA – Focar no essencial, porém com muita segurança. Evitar – nesta fase - operações acessórias sem garantia real de ganho expressivo;

OS MELHORES – A melhor equipe para pensar (pois, o barato custa caro);

GARANTIA DE VIABILIDADE – Mas, com mínimos CAPEX e OPEX. *Se o projeto não for viável no "essencial", ele também não será viável na sua versão mais sofisticada*.

CRITÉRIOS BEM SUPORTADOS – Evite "estimar" critérios de projeto. Entregue a sua rota de processos em forma redonda e um projeto conceitual bem estruturado.

2. PROJETO SIMPLES

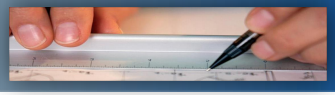
PRIMEIRO O ESSENCIAL – Modular. Projeto desenvolvido para o essencial, rápido e com baixo CAPEX;

LOGÍSTICA – Pensando também no conforto do trabalhador e da sua família;

PADRONIZAÇÃO – Padronizar alguns equipamentos caros e de elevado tempo de fornecimento. Reduzir dependência. Arranjo simples e direto, mínima (ou sem) carga circulante.

RÁPIDA ENTRADA EM OPERAÇÃO – Poucas semanas de startup para atingir capacidade "base" de projeto.

GERAÇÃO DE CAIXA – Cumprir rápido com investidores e gerar caixa para novos investimentos, se comprovados.



3. CRITÉRIOS DE OTIMIZAÇÃO

OTIMIZAR DURANTE O RAMP-UP – 3 a 6 meses de operação c/equipe especialista;

GESTÃO OPERACIONAL – Implantar sistema de gestão (ex. sistema MOPECONTROL, online e em ambiente corporativo). Padronizar procedimentos e treinar equipe da usina.

OTIMIZAÇÃO E CONTROLE – Incorporação de instrumentos e sistemas de controle, na estrita medida do necessário, mediante customização e treinamento de operadores;

MAXIMIZAR RECUPERAÇÃO E PRODUÇÃO Depois de estabilizar a operação "base", aumente com segurança e investimentos justificados a receita do projeto;

OPERAÇÃO AUTOMATIZADA – Atingir operação eficiente primeiro em forma manual, até atingir elevado grau de automação.

4. A ENTREGA DO PROJETO

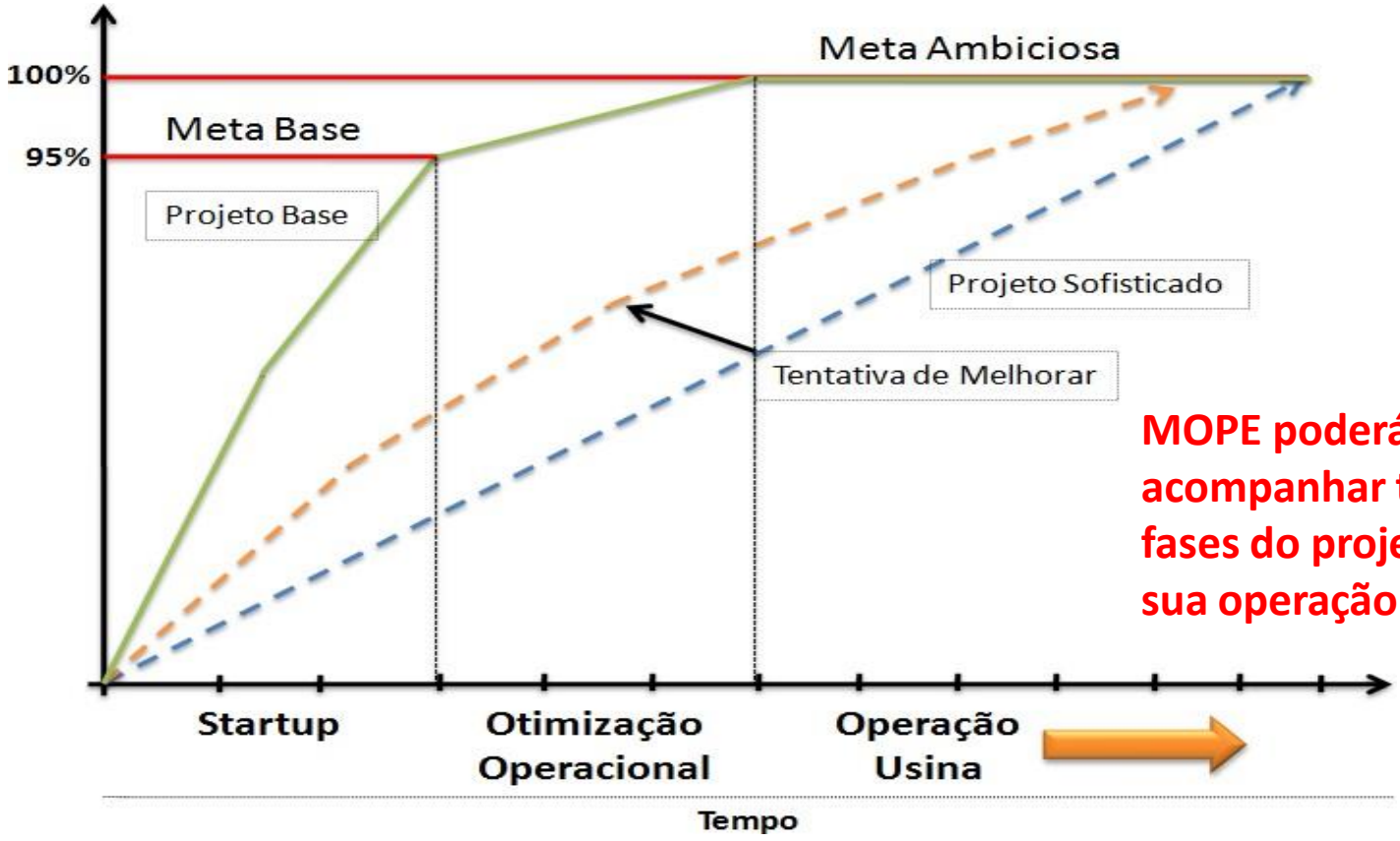
SAI A EQUIPE ESPECIALISTA - Entrega efetiva do projeto ao usuário (operação);

POUCOS OPERADORES, BAIXO OPEX, USINA SOB TOTAL CONTROLE Em segurança e pelo restante da vida do projeto. Oferecer bônus de produção aos operadores com base em KPIs corretamente definidos.

CONTROLE CORPORATIVO – A usina sob controle online corporativo (usina na mão) mediante salas de controle corporativo.

RESUMO

Projeto prático, simples e baseado numa expectativa essencial de resultados, que atinja rápido o padrão operacional esperado (Meta Base) e que, logo de atendidas as necessidades dos investidores, possa agora, com fluxo de caixa positivo, implantar com segurança técnica e financeira as melhorias que sejam de interesse.



MOPE poderá acompanhar todas as fases do projeto, até a sua operação assistida

A NOVA ESTRATÉGIA

Testes de fragmentação seletiva

Testes de moagem seletiva e pré-concentração

Melhor rota de processos. Otimização de concentradoras

Circuitos Abertos Peneiras HF ao invés de ciclones

PRÉ-CONCENTRAÇÃO

MINA

- Mais Reservas;
- Cava otimizada;
- Menor relação E/M;
- Flexibilidade operacional.

USINA

- Menor tamanho (< CAPEX);
- Menor taxa (t/h);
- Minério mais rico y macio*;
- Alimentação estável;
- Redução radical de OPEX.

REJEITOS

- Menos Rejeitos finos;
- Menores problemas ambientais.

** Por causa da fragmentação seletiva*

Melhor desempenho, com mínimos CAPEX, OPEX y menores riscos ambientais

MOPE
PROCESSOS MINERAIS

NOVAS IDEIAS PARA UM NOVO TEMPO

Rua Califórnia, 281/103 – Bairro Sion
Belo Horizonte, Minas Gerais
CEP 30315-500
+55 31 3285-3923
contato@modelooperacional.com.br

Alexis Yovanovic | Diretor
+55 (31) 3285 3923 +55 (31) 98474 3655
ayovanovic@modelooperacional.com.br
www.modelooperacional.com.br
skype:apyovanovic

Também no Chile

Contacto en Chile
Carlos Delgado Quintanilla
delgado.carlose@gmail.com
Fono: 56 9 76499006