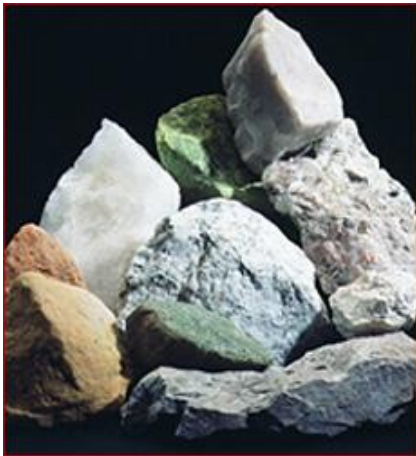


# ENGENHARIA DE MINAS

## 1. INTRODUÇÃO.

A **Engenharia de Minas** é um dos ramos da engenharia que envolve a ciência, a tecnologia e a prática da extração e do processamento dos minérios oriundos de jazidas existentes na natureza. Inclui também o beneficiamento de minerais visando agregação de valor aos mesmos.

Pode ser conceituada simbolicamente como sendo a “arte de transformar em riquezas aquilo que a Natureza dispôs na terra”.



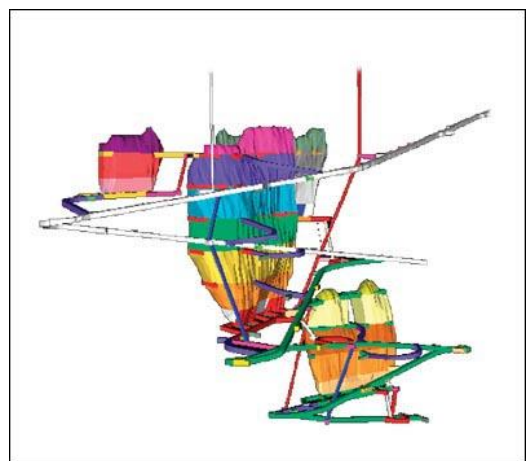
O aproveitamento dos recursos minerais é uma atividade essencial para qualquer sociedade tecnicamente desenvolvida.

Como os minerais são extraídos de jazidas contidas na crosta terrestre, sua produção acaba sempre causando uma certa perturbação no meio ambiente.

Atualmente, os engenheiros de minas se preocupam não somente com a produção e o processamento de bens minerais, mas também com a mitigação de eventuais impactos ao meio ambiente, resultantes dessa atividade.

Engenheiros de minas são legalmente habilitados para executar e/ou coordenar a prospecção e a pesquisa mineral, a lavra e o tratamento de minérios metálicos, energéticos e minerais industriais, destinados aos diversos setores produtivos.

São responsáveis pelos projetos de minas a céu aberto e subterrâneas.



Supervisionam a construção de poços e túneis nas operações subterrâneas, bem como definem métodos para o transporte de minérios até as instalações de beneficiamento.

Os engenheiros de minas são também responsáveis pela segurança, viabilidade técnica, econômica e sustentabilidade ambiental dos empreendimentos mineiros.

Alguns engenheiros de minas trabalham em equipes com geólogos e engenheiros metalúrgicos visando a descoberta e a avaliação de novos depósitos de minérios.

Outros desenvolvem novos equipamentos para mineração ou gerenciam diretamente operações de tratamento visando a separação dos minerais úteis dos minerais de ganga, adequando-os às especificações estabelecidas pelo mercado consumidor.

Frequentemente os engenheiros de minas se especializam na extração e/ou beneficiamento de um determinado bem mineral, tal como calcário, carvão ou ouro.

Devido à crescente preocupação com a preservação do meio ambiente, vários profissionais trabalham para resolver problemas relacionados à recuperação de áreas degradadas, à poluição das águas e do ar.

Engenheiros de segurança de minas usam seus conhecimentos de projeto e prática para garantir a segurança dos trabalhadores, bem como cumprir as normas e regulamentos estabelecidos pela legislação específica. Eles inspecionam regularmente a superfície das bancadas, das paredes e tetos das aberturas subterrâneas, monitoram a qualidade do ar e fazem a inspeção periódica de equipamentos para o cumprimento das práticas de segurança.

Nos Estados Unidos da América existem cerca de 1.500.000 engenheiros, dos quais 7.100 são engenheiros de minas, representando 0,5% do total.

## **2. HISTÓRICO BÁSICO.**

Datando cerca de 300.000 anos antes de Cristo, a mineração foi ativamente praticada para minerais não metálicos, tais como sílex e obsidiana, visando a fabricação de armas. Além disso, outros bens minerais foram extraídos para fins de joalheria e construções básicas.

Até cerca de 40.000 anos antes de Cristo, as atividades de mineração estavam centradas em torno da superfície, cavas rasas e aluviões. Posteriormente, os mineradores iniciaram escavações mais profundas no subsolo, as quais gradualmente foram se desenvolvendo e vieram a ser conhecidas atualmente como mineração subterrânea.

A extração de metais oriundos de minérios metálicos ocorreu por volta de 7.000 anos antes de Cristo, iniciando-se com o cobre, seguido do estanho e da prata.



Por volta de 1.300 anos depois de Cristo, a descoberta e utilização do carvão mineral e de outros combustíveis fósseis incrementaram as atividades de mineração.

Finalmente, a partir da Revolução Industrial, no Século XVIII, destacou-se a evolução acelerada dos equipamentos de mineração e a produção expressiva de minérios metálicos, minerais industriais e combustíveis fósseis.

### **3. ECONOMIA MINERAL.**

O Engenheiro de Minas, em qualquer estágio de sua carreira pode se encontrar atuando em qualquer etapa da vida de um empreendimento mineiro.

Pode estar envolvido nos estágios iniciais de prospecção e pesquisa mineral.

Seus serviços podem estar sendo requeridos durante o planejamento, implantação e operação de uma lavra, na seleção e dimensionamento dos equipamentos, no desenvolvimento dos processos de tratamento, no projeto, instalação e operação de usinas de beneficiamento, bem como na reavaliação das reservas visando estimar o tempo de vida do empreendimento, em anos, décadas ou até séculos.



Finalmente, o engenheiro de minas pode estar atuando no encerramento do ciclo de vida de uma mina, quando as operações de recuperação ambiental estarão sendo implementadas de acordo com os planos e normas legais preestabelecidos.

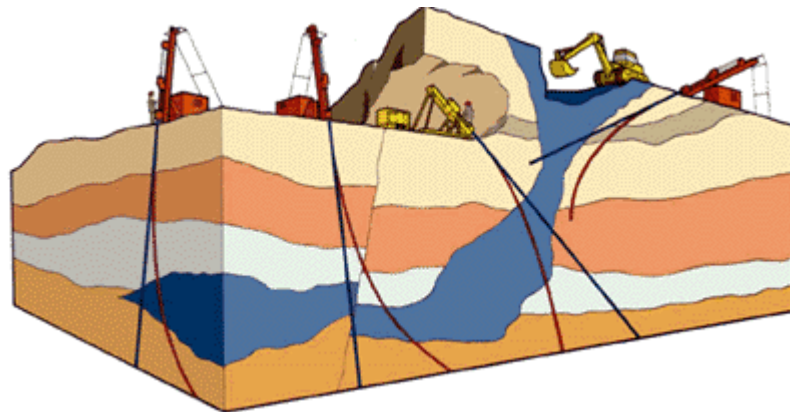
### **4. PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL.**

Engenheiros de minas atuantes nas etapas de prospecção e pesquisa mineral trabalham em conjunto com geólogos, visando a identificação, a qualificação e a quantificação das reservas existentes. Outros profissionais, tais como gerentes, investidores e terceiros subcontratados podem também auxiliar nesse processo de descobrimento.

A prospecção mineral começa com a definição de qual bem mineral deverá ser o alvo da campanha. Em seguida, uma série de critérios e procedimentos será adotada.

Por exemplo, o engenheiro de minas e o geólogo podem visar a descoberta de minérios metálicos tais como galena para chumbo, ou calcopirita para cobre. No caso de minerais industriais, podem ser prospectados minérios de fosfato, quartzo ou feldspato.

A prospecção e a pesquisa mineral podem ser iniciadas através da consulta a mapas, teses de doutoramento e/ou relatórios geológicos, acadêmicos, oficiais ou privados. Segue-se a fase de campo que compreende a obtenção de informações locais, amostragens, sondagens e ensaios específicos. São também utilizadas fotos aéreas e imagens de satélites.



Todas as atividades devem ser desenvolvidas, respeitando-se a legislação mineral e ambiental vigentes.

## 5. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA.

Após a pesquisa mineral, amostras representativas do minério devem ser encaminhadas para os ensaios de caracterização tecnológica, onde o engenheiro de minas determina as propriedades físicas e químicas do material, bem como seu comportamento frente a diversos processos de beneficiamento.



Assim são estabelecidos os parâmetros básicos para o planejamento da lavra, bem como a rota básica de processamento do bem mineral.

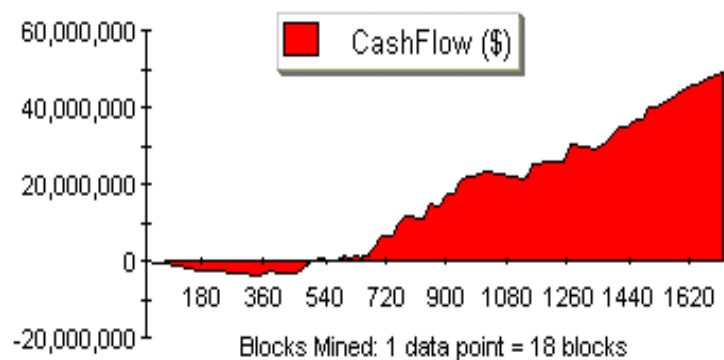
## 6. VIABILIDADE ECONÔMICA.

Uma vez qualificadas e quantificadas as reservas existentes, o próximo passo é a determinação da viabilidade econômica.

As atividades iniciais envolvem o estudo das condições de mercado, tais como suprimento e demanda do mineral considerado.

Além disso, os trabalhos compreendem a definição dos métodos de lavra e tratamento, a seleção e dimensionamento dos equipamentos, bem como o levantamento dos custos de investimento e de operação.

O estudo de viabilidade econômica também inclui a simulação do fluxo de caixa, o cálculo do valor presente da reserva, da taxa interna de retorno do investimento, sob determinadas condições de juros, seu “payback”, bem como estudos de sensibilidade frente a possíveis variações de mercado.

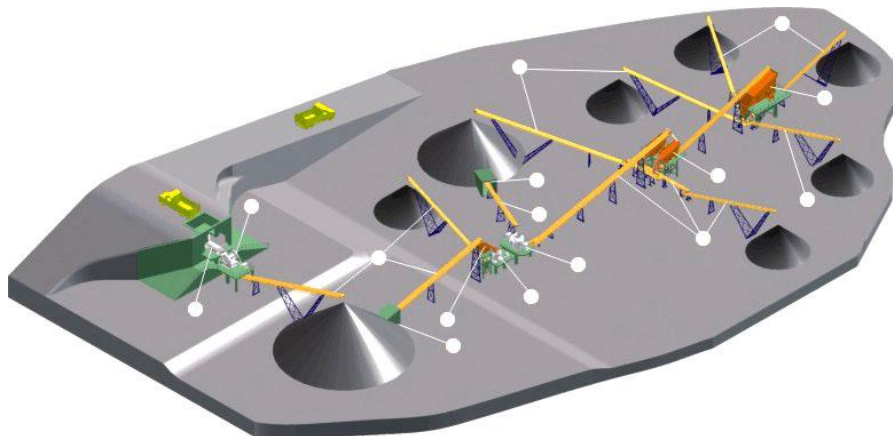


## 7. TOMADA DE DECISÃO.

Após a realização dos estudos de viabilidade técnica e econômica vem a etapa crucial da tomada de decisão.

Se a rentabilidade do empreendimento for inferior às expectativas dos investidores ele pode ser abandonado. Uma alternativa seria a venda do prospecto para eventuais interessados. Outra opção seria postergar a tomada de decisão aguardando melhores condições de mercado.

No caso do projeto corresponder ao previsto, deve-se partir para a implantação do mesmo.



## **8. IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE PROJETOS DE MINERAÇÃO.**

Engenheiros de minas envolvidos na implantação e operação de empreendimentos mineiros podem atuar nas áreas de planejamento, desenvolvimento, produção, suprimentos, processos e até de recursos humanos.



Em alguns casos especiais, como na mineração de ouro, desenvolvem atividades relacionadas à hidrometalurgia.

Tradicionalmente desempenham também funções de supervisão e gestão.

## **9. DIVERSIDADE DE FUNÇÕES NA ATUAÇÃO PROFISSIONAL.**

No contexto de atividades correlacionadas a sua função principal, os engenheiros de minas desenvolvem uma multiplicidade de outras atribuições afins com o setor mineral funções essas importantes para a viabilidade técnica e econômica da produção mineral, como as áreas de desenvolvimento de novos produtos da mineração, nas áreas de tecnologia, processo e equipamentos. Dão suporte técnico, operacional, econômico e estratégico as áreas de vendas de produtos e de equipamentos fazendo a diferença na viabilidade dos empreendimentos de mineração.

Atuam intensamente na área de prestação de serviços, abrangendo toda a cadeia produtiva da indústria mineral.

Nas minerações atuam também como gestores ou engenheiros de segurança, bem como nas áreas relacionadas ao crescente cuidado nas operações com o meio ambiente.



## 10. O FUTURO DA ENGENHARIA DE MINAS NO BRASIL E NO MUNDO.

De acordo com os dados do MME (1), o Brasil, que movimentava hoje nas atividades de mineração 2,3 bilhões de toneladas/ano na lavra (minério mais estéril), estará movimentando em 2030 entre 3,5 bilhões e 6,0 bilhões de toneladas/ano, a depender do desempenho dos cenários projetados. Esses números dão a verdadeira grandeza da dimensão das atividades de mineração e sua importância para o país.

Hoje o Produto Mineral Bruto representa de 1,5% a 2% do PIB Brasileiro, mas a cadeia de ramificações dos empregos e da economia estendida tem impactos vitais no seu desenvolvimento, sendo que o PIB da indústria de transformação mineral, que hoje é da ordem de 3,5%, pode chegar no longo prazo a 7% do PIB nacional (1). De acordo com o *Boletim Informativo do Setor Mineral* do MME, o saldo da balança comercial do Brasil foi 2,6 bilhões de dólares em 2013, enquanto que o saldo do setor mineral foi de 27,4 bilhões de dólares – o que mostra a importância capital da mineração para nossa economia.

No Brasil e no mundo, a importância do Engenheiro de Minas, que já é fundamental para a manutenção do padrão de vida atual da sociedade pelo suprimento de insumos minerais essenciais à demanda da vida moderna, deverá crescer de forma vertiginosa por consequência do crescimento do consumo dos países emergentes.



Todos sabemos que o equacionamento das demandas da sociedade contemporânea no que concerne ao atendimento das necessidades de alimentação da humanidade passam por soluções tecnológicas que viabilizem o uso racional e econômico de fertilizantes de origem mineral. Da mesma forma, o crescente consumo de energia apresenta desafios tecnológicos nas áreas de mineração e beneficiamento do carvão mineral, xisto, rochas betuminosas, turfas e energia nuclear a partir do tório e do lítio. É sempre bom lembrar que os sofisticados produtos de comunicação assim como produtos de alta tecnologia embutida dependem cada vez mais da produção mineral e beneficiamento de terras raras.

A viabilidade técnica e econômica da mineração é crescentemente dependente do uso de tecnologias de equipamentos modernos de extração mineral, como o uso de drones no mapeamento e acompanhamento da lavra, assim como na robótica cada vez mais incorporada nos equipamentos tradicionais de mineração, viabilizando a lavra em situações onde a condição e produtividade humana não são viáveis ou competitivas.

Creemos que a rápida visão acima apresentada evidencia a multiplicidade de fatores de desenvolvimento e de tecnologias que hoje permeiam as atividades de mineração e constituem os principais desafios de seu futuro. Eles dão a dimensão da sua verdadeira grandeza no contexto das atividades de desenvolvimento humano do mundo atual.

(1) Plano Duodecenal Ministério de Minas e Energia 2010 – SEC. de GEOLOGIA, MINERAÇÃO TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM