

PRIMEIRA PARTE - O PROJETO

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONCEITO DE PROJETO (a partir de WONGTCHOWSKY, 1976))

As palavras *projeto* e *projetar* têm o significado original de lançar algum projétil para alcançar um objetivo que está distante. Se, para atingirmos um alvo material, basta fazer pontaria e, usando um estilingue, uma espingarda ou a própria mão, lançar a pedra, bala ou bolinha de papel, para atingirmos um alvo de engenharia se fazem necessárias uma série de atividades, conhecidas em conjunto como o "projeto de engenharia".

Exemplificando com um caso bem concreto e familiar - o metrô de São Paulo. Desde que alguém no governo, nos anos 60 do século passado, definiu como prioridade facilitar o transporte coletivo da mais importante área metropolitana brasileira e diminuir o número de automóveis trafegando nas ruas:

- foram feitos estudos de demanda de tráfego e de percurso na Grande São Paulo;
- foram definidas as origens de tráfego e os seus destinos, a quantidade, a demanda e as variações horárias e sazonais;
- foram estudadas alternativas de percurso e definidos locais para as estações - neste caso, como uma das definições básicas era diminuir o número de automóveis na rua, deu-se prioridade à construção inicial da linha norte-sul sobre a leste-oeste e todas as demais, o que de fato aconteceu, anos mais tarde, quando da abertura da linha leste-oeste;
- avaliou-se também que os usuários da linha norte-sul, por terem nível sócio-econômico mais elevado que os da linha leste-oeste, introduziriam hábitos de uso coletivo mais educados, que se perpetuariam entre os utilizadores do metrô;
- foram feitos projetos conceituais das linhas e estações assim definidas;
- foram definidos os percursos mais interessantes;
- foram examinados esses percursos no que se refere às desapropriações necessárias;
- foram definidos os trechos que viriam a ser construídos em superfície e em subsolo;
- foram levantados os tipos de solos e rochas que teriam que ser atravessados, a existência de córregos ou rios a serem ultrapassados, a existência de fundações profundas e de edifícios de construção antiga;
- foram feitas estimativas de recursos necessários para o detalhamento do projeto, escavação, construção civil, construção ferroviária, urbanização etc.;
- foram feitos os projetos civis, de escavação, de arquitetura e urbanismo, de concreto e fundações, de comunicação visual, de ventilação, de distribuição elétrica - iluminação e força, de iluminação, de controle, de instalação hidráulica etc. etc.;
- foram construídas as obras civis e ferroviárias;
- foram implantados os trens, oficinas de manutenção, equipamentos auxiliares, equipamentos de segurança, equipamentos de comunicação etc. etc.;
- procedeu-se ao recrutamento e treinamento da equipe;
- foram feitos os testes de operação, foi feita a operação experimental;

para finalmente poder ser aberto ao público e entrar em operação rotineira. Todas essas atividades fazem parte do esforço do projeto - do conjunto de tudo o que se fez necessário desde a idéia inicial até a sua consumação.

As atividades desenvolvidas levaram à *tomada de decisões*. Tais decisões implicam, em geral, ou na *aquisição de bens*, ou na *realização de obras*, ou na *execução de tarefas*.

Para que os bens possam ser adquiridos na medida real da sua necessidade e para que as obras e tarefas possam ser executadas de acordo com o que se espera delas, é necessário definir as suas características de maneira clara, concisa e suficiente.

Para isto são usados os documentos de engenharia, que são desenhos,

especificações, manuais de operação, relatórios de projeto, memórias de cálculo, manuais de manutenção, requisições de compra etc.

Podemos portanto definir também um projeto de engenharia como sendo um conjunto de documentos AUTO-SUFICIENTE para que alguém possa executar a obra conforme concebida.

Ou seja, *esses documentos devem ser tecnicamente corretos, completos e claros e o seu conjunto, suficiente*, ou seja, precisa conter todas as informações necessárias para que uma pessoa que não participou da sua elaboração possa, lendo-os, compreender o que se deseja e executar a obra, comprar o equipamento ou operar o sistema.

O trabalho de levantar as informações necessárias, executar os cálculos e projetos, conceituar as instalações, conceber as soluções, desenvolvê-las até o nível de execução, colocar na obra (no preço, prazo e com a qualidade necessária) os bens e serviços desejados, recrutar e treinar a equipe de operação, coordenar as diversas disciplinas envolvidas, tudo isso constitui o universo das atividades de projeto. Especificamente para o caso da mineração, se faz necessário (MAIA, 1990):

- a identificação das ocorrências minerais,
- a avaliação correta das jazidas (volume, teor, geometria e distribuição espacial dos teores),
- o aproveitamento máximo do minério (projeto de lavra),
- a recuperação ótima do concentrado (projeto de beneficiamento),
- a minimização do dano ecológico,
- a implantação da infra-estrutura necessária,
- a operação dos sistemas de apoio necessários.

As outras atividades industriais básicas - siderurgia, metalurgia extrativa, fabricação de cimento e de cal, cerâmica e química básica - todas elas têm preocupações similares que precisam ser atendidas obrigatoriamente.

Todas essas atividades, em princípio, devem ser desenvolvidas por equipes especialmente organizadas para atender a essas necessidades e treinadas na execução dessas tarefas.

Estas equipes podem estar estruturadas em grupos de engenharia, o que é muito conveniente, pois quando um projeto exige a participação de diferentes especialidades técnicas, um corpo de profissionais assim estruturado consegue trabalhar com a *máxima produtividade*. Também, conforme vão sendo executados diversos projetos, vai se acumulando um *banco de informações* que agiliza e barateia os projetos subsequentes. Outro aspecto cuja importância não pode ser minorada é que estes grupos têm *rotinas de controle da qualidade* da documentação emitida.

Por outro lado, um profissional da linha de produção tem responsabilidades e preocupações de outra natureza. Desviá-lo de suas tarefas diárias para elaborar a documentação de um projeto redundará certamente em prejuízo para ambas as atividades. Outrossim, os conhecimentos técnicos, a atitude profissional e a maneira de raciocinar de quem opera um sistema de produção não são necessariamente os mesmos dos de quem os projeta.

Ao executar um projeto, o grupo de engenharia introduz seus valores culturais próprios. Por exemplo, intensidade de mão-de obra versus automação, escolha dos materiais de construção, nível de ocupação da instalação, filosofia de controle etc.

Um bom exemplo são os edifícios ditos "pós-modernos" que vêm sendo construídos em série na cidade de São Paulo e que imitam edifícios norte-americanos ou europeus: totalmente fechados, com ar condicionado obrigatório, iluminação artificial, pintados de cores escuras. Os pobres arquitetos tupiniquins, desprezando a realidade brasileira, copiam o estilo de países desenvolvidos, mas de clima frio, onde toda a

arquitetura é voltada para a conservação do calor e para a economia de energia. Esqueceram-se que o nosso clima é ameno, que a ventilação natural é muito mais agradável que a artificial, que os nossos dias são luminosos e que não precisamos de cores escuras para reter nos edifícios o calor do sol, muito ao contrário. Resultam edifícios desconfortáveis e de gosto duvidoso. Ou então os chamados "edifícios doentes", que funcionam como verdadeiras culturas de bactérias, preservadas da luz solar e continuamente realimentadas ao sistema, através da recirculação do ar viciado.

Outra consideração importante é o uso de consultoria estrangeira. Estudo realizado pela FINEP, nos anos 70, demonstrou que a evasão de divisas que decorre da realização de um projeto por empresas estrangeiras é muito grande - *não em função do valor desse serviço*, desprezível em relação ao investimento total - *mas em função da escolha dos equipamentos, sistemas de controle e soluções técnicas inadequadas à realidade e ao mercado fornecedor do país*.

1.1.1. Escopo dum projeto de mineração:

- engenharia de projeto,
- engenharia de processos,
- suprimentos ("procurement")
- coordenação
- implantação e posta em marcha
- outras atividades
- atividades específicas da mineração

Para cumpri-las são necessárias as seguintes atividades:

engenharia de projeto:

- anteprojeto,
- projeto conceitual,
- projeto básico,
- projeto executivo,
- estudos de viabilidade econômica.

engenharia de processos

- fluxogramas,
- balanços de massas, metalúrgicos e de água,
- seleção dos equipamentos principais de processo,
- seleção dos equipamentos auxiliares,
- especificação desses equipamentos,
- manuais de operação.

suprimentos ("procurement"):

- especificações e requisições (equipamentos e serviços),
- análise técnica de propostas,
- análise comercial de propostas,
- diligenciamento de propostas,
- importação,
- acordos de participação nacional,
- análise de desenhos de fornecedores,
- inspeção,
- diligenciamento de fabricação e recebimento,
- planejamento e controle de tráfego

coordenação:

- planejamento,
- controle.

implantação e posta-em-marcha:

- fiscalização de serviços,
- recrutamento,
- pré-operação,
- treinamento,
- ensaios de aceitação.

Geralmente são necessárias ainda outras atividades:

- solicitação de financiamento,
- pedidos de favores fiscais,
- pedidos de financiamento,
- pedidos de licenciamento,
- diligenciamento.

E, no nosso caso, existem atividades específicas da mineração:

- exigências da ANM (antigo DNPM),
- exigências ambientais.

1.1.2. exemplo dum projeto realizado, mina no interior da Bahia

A figura 1 mostra o desenho da britagem primária e secundária e da pilha de estocagem do projeto conceitual. A figura 2 mostra a obra executada e em operação. Note a diferença da terraplenagem inicialmente imaginada e a realidade executada.

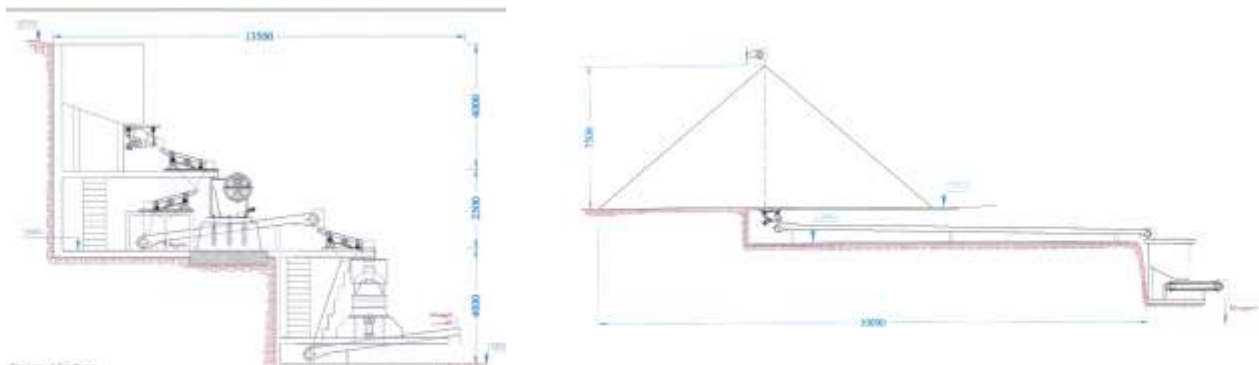


Figura 1 – projeto conceitual



Figura 2 – obra executada e em operação

A figura 3 mostra uma unidade de concentração densitária na Zona da Mata, MG, no projeto conceitual e após montada.

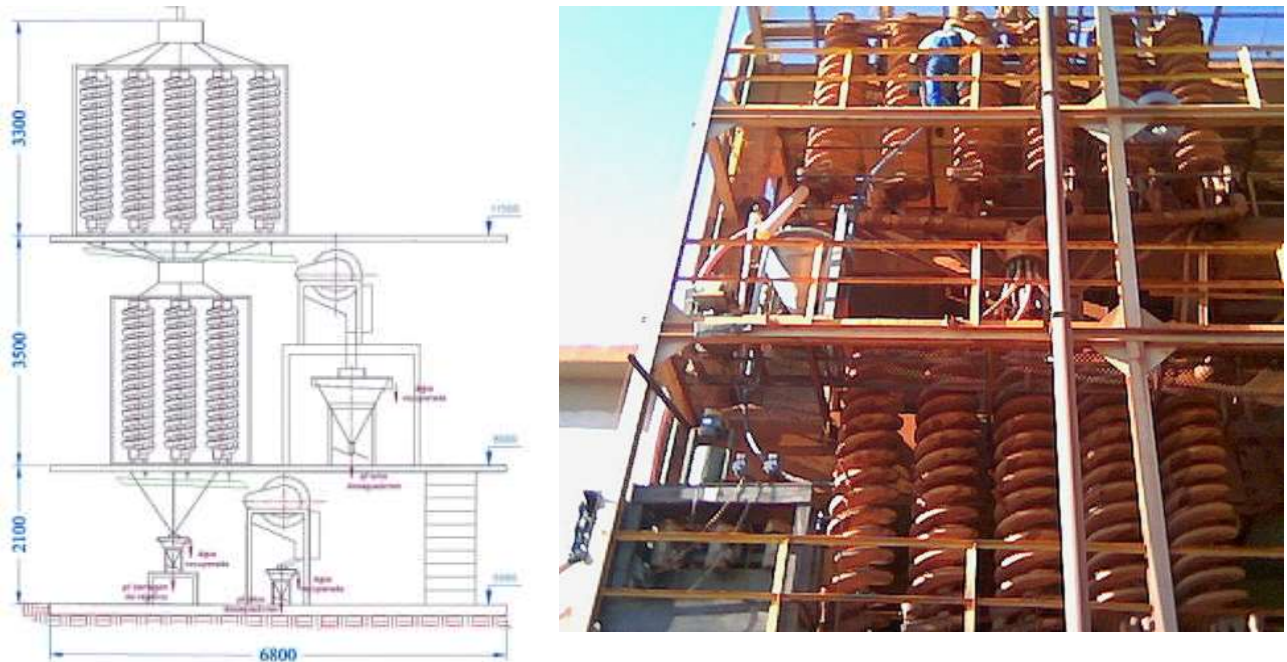


Figura 3 – projeto e obra executada

1.2. PECULIARIDADES DUM PROJETO MINEIRO (CHAVES, 1988)

Os empreendimentos mineiros diferem dos projetos industriais de outra natureza em vários aspectos, que lhes são próprios e raramente encontrados nos demais. Esta característica os diferencia e obriga a sua consideração mediante um enfoque bastante particular, que tentaremos esclarecer.

Inicialmente é necessário descrever estas peculiaridades.

a - *cada jazimento tem características extremamente individualizadas, independentemente de semelhanças geológicas, topográficas ou de proximidade geográfica. Em consequência é impossível adotar, sem uma análise mais detida, soluções técnicas usadas com sucesso em outros lugares, mesmo que nesses lugares o seu sucesso tenha sido total. Em outras palavras: cada nova jazida exige um projeto de lavra e um processo de beneficiamento desenvolvidos especialmente para ela.*

A figura 4 compara imagens de microscopia eletrônica de varredura de duas jazidas muito próximas, Sossego e Sequeirinho, ambas em Canaã dos Carajás, PA, muito próximas uma da outra. Observe principalmente as diferenças de granulometria de liberação dos dois minérios.

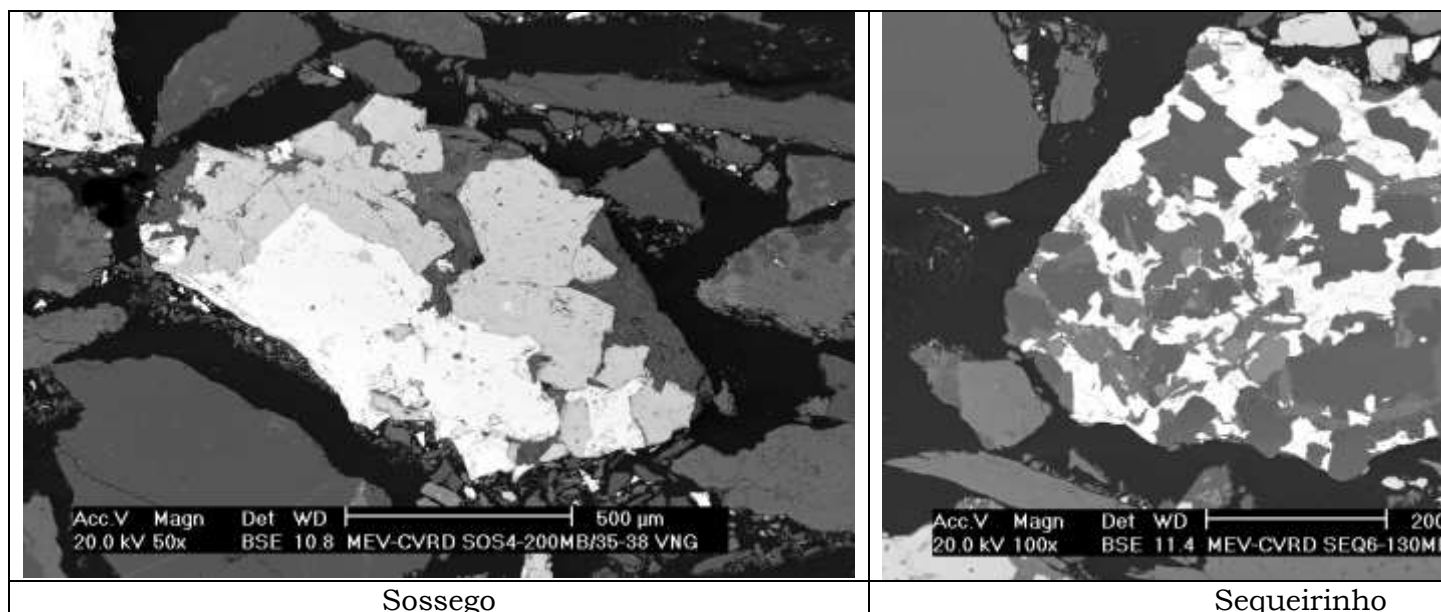


Figura 4 – minérios de cobre de jazidas muito próximas

b - os empreendimentos mineiros têm um *prazo de maturação muito longo*. Tomada a decisão de desenvolver um alvo potencialmente promissor, há uma série de trabalhos a serem executados - mapeamento de superfície, pesquisa geológica, caracterização tecnológica do minério, desenvolvimento do processo de beneficiamento, projeto das instalações, preparação da mina, processo de licitação de empreiteiras, obras civis, quase sempre obras de infra-estrutura operacional ou social, montagens eletromecânicas, posta-em-marcha - para só então começar a produção. Durante todo este tempo estar-se-á gastando dinheiro sem nenhuma entrada de recursos oriundos do empreendimento.

Estes serviços têm uma dependência lógica uns com os outros e não há como "queimar etapas". Em consequência, demoram: uma mina subterrânea leva em torno de oito a dez anos para se concretizar. Veja-se o exemplo apresentado na figura 4. Trata-se do projeto de uma mina subterrânea de carvão, com acesso por uma rampa principal (A) e por uma rampa secundária e de ventilação (B). A mina possui três painéis (C, D e E), circundados por galerias permanentes. Os painéis D e E estão num nível mais baixo que o painel C (há uma falha geológica entre eles). A lavra será feita por "long wall" em cinco frentes.

O trabalho inicia-se pela abertura das duas rampas, A e B. Após 18 meses a rampa B já chegou ao nível do painel C. É possível então descer mais uma escavadeira e começar a abrir duas galerias. Até então só havia espaço de trabalho nas rampas A e B. A rampa A continuará sendo aberta e só atingirá o nível dos painéis D e E aos 28 meses. Somente então é que será possível descer outras máquinas e abrir galerias em quatro frentes.

Aos 58 meses (4 anos e 10 meses) o painel C está completamente circundado pelas galerias principais e torna-se possível começar a lavrar a primeira frente de long wall (as normas de trabalho em minas subterrâneas de carvão exigem que se tenha acesso ao local de trabalho por duas rotas independentes) e que o painel esteja totalmente cercado por galerias permanentes.

O trabalho de abertura das galerias circundantes aos painéis D e E continua, agora em três direções. Somente aos 76 meses é que se termina de circundar o painel D. Por este momento já estão operando duas frentes de lavra no painel C e é possível implantar as outras três no painel D. Somente neste momento, 6 anos e 4 meses decorridos, é que a mina atinge sua plena capacidade. Entretanto, a preparação completa demorará ainda mais, só se concluindo aos 88 meses.

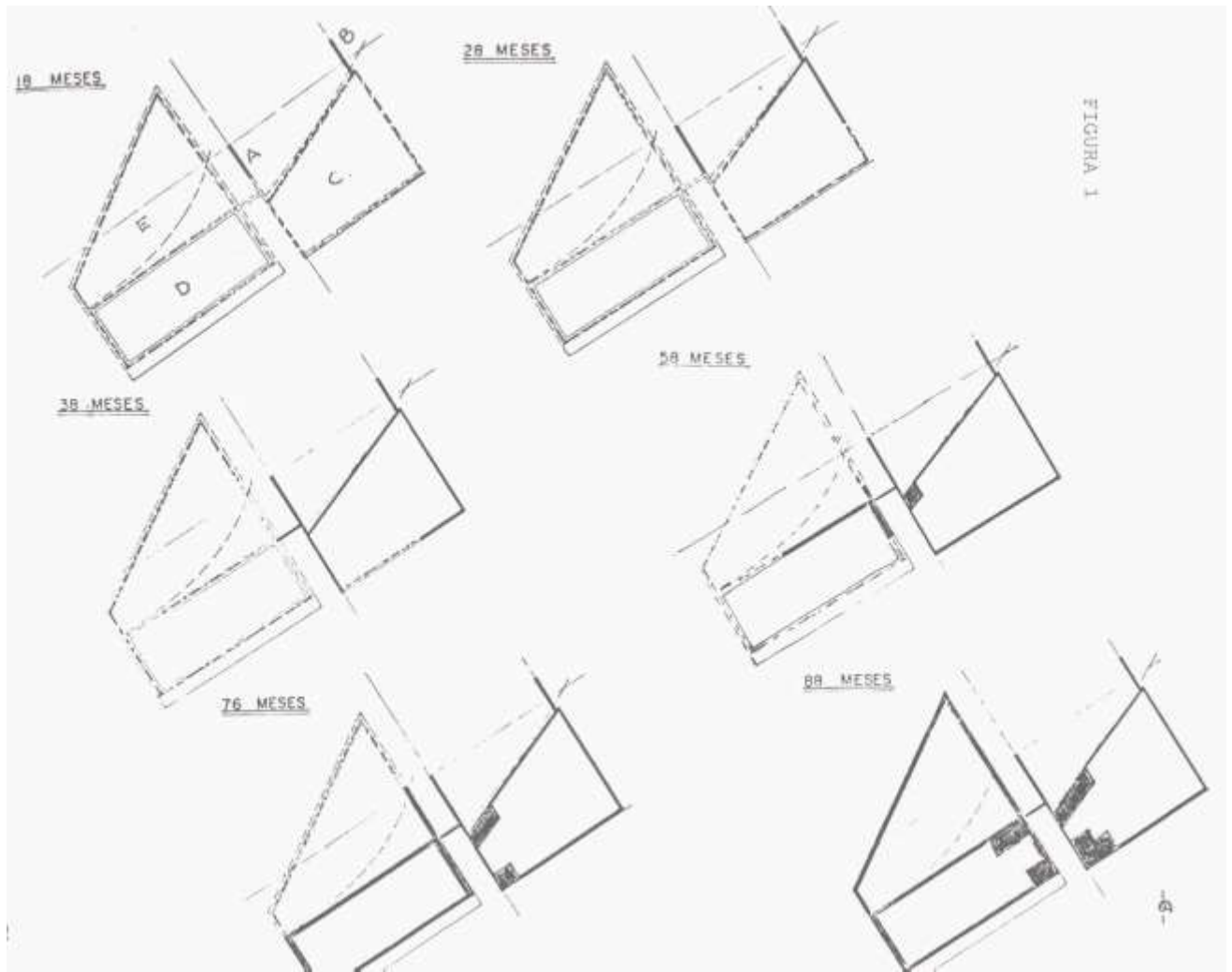


Figura 4 – sequência de trabalhos na abertura duma mina subterrânea

Neste longo decurso de tempo - 88 meses = 7 anos e 4 meses - variações imprevisíveis podem vir a ocorrer, tais como mudanças de preços e de exigências dos produtos, elevações dos custos de produção, mudanças na estrutura do mercado consumidor, mudanças da política governamental, pressões ambientalistas etc. *Um empreendimento francamente viável na ocasião da tomada de decisão de levá-lo adiante pode tornar-se totalmente inviável na ocasião de sua entrada em produção.*

No caso mostrado na figura 4, esta mina foi projetada durante a crise energética ocorrida nos anos 80 do Século XX. A crise acabou antes do fim do projeto executivo e esta mina deixou de ser viável, o projeto tendo sido abandonado.

c - rigidez locacional: as jazidas são recursos naturais e assim se localizam onde Deus as colocou, muitas vezes em locais longínquos, de difícil acesso, ou com recursos escassos. Via de regra, à medida que a nação se desenvolve, as novas descobertas minerais vão acontecendo em lugares cada vez mais remotos e carentes de infraestrutura, pois os lugares desenvolvidos já são explorados e conhecidos em detalhe.

A necessidade de gerar toda a infraestrutura necessária para o funcionamento do empreendimento, os custos de transporte e as peculiaridades de tal localização implicam em custos adicionais que oneram pesadamente o projeto e, que, se não forem corretamente avaliados, podem se constituir numa carga insuportável para o empreendimento.

A situação oposta é das minas localizadas dentro de regiões metropolitanas, como é o caso das pedreiras em São Paulo ou Belo Horizonte ou de muitas minas de ferro no Estado de Minas Gerais. A figura 5 mostra uma foto da mina de Águas Claras, da

extinta MBR, em Nova Lima, MG, atrás da Serra do Curral, dentro da região metropolitana de Belo Horizonte. Esta mina, de hematita da melhor qualidade, teve que interromper suas atividades por esta razão, como será discutido adiante.



Figura 5 – mina exaurida de Águas Claras

d - *transitoriedade*: as jazidas se esgotam, e, uma vez exauridas, chegou ao fim a atividade industrial. A vida do empreendimento mineiro é, portanto, limitada. Ao fim de sua vida útil o projeto tem que ser fechado, as unidades desativadas e a equipe despedida. Nos Estados Unidos existem muitas "cidades fantasmas", que serviam de base a minas que foram desativadas e por isso perderam sua função e foram abandonadas. Isto não é mais aceitável. Modernamente exige-se que o meio ambiente seja restaurado na condição mais próxima possível do que era antes.

O fechamento da mina ao fim da sua vida útil afeta intensamente a vida da comunidade em que está inserida. O fechamento implica no fim dos empregos diretos e indiretos, no fim da arrecadação de impostos para o município e no fechamento de muitos serviços auxiliares como prestadores de serviço, hotéis, restaurantes, locadoras de veículos etc.

e - *conteúdo ético*: outro aspecto único, talvez até o mais importante de todos, é o que o saudoso Prof. Joaquim Maia chama de *conteúdo ético da mineração* (MAIA, 1990). Como os recursos minerais são naturais e não renováveis, em princípio eles pertencem a toda a humanidade e não somente aos poucos privilegiados que têm acesso à sua exploração. Eles precisam, por isto, ser trabalhados de uma maneira tal que os preserve ao máximo. A mineração tem, portanto, um conteúdo ético que poucas atividades humanas têm. Isto significa, na pesquisa, a correta avaliação das reservas, na lavra, a remoção econômica máxima do minério ali existente e no beneficiamento, a recuperação máxima dos valores contidos no minério lavrado.

f - *a mineração compete com a natureza e com as demais atividades econômicas pelo solo, pelas águas e pelo ar.* Se o projeto não for corretamente elaborado, de modo a controlar o impacto ambiental, os danos podem vir a ser muito extensos e o custo de sua reparação poderá inviabilizar o empreendimento.

Faz, portanto, parte integrante do bom projeto de mineração a consideração de todos os impactos sobre o meio ambiente, físico e antrópico, a sua avaliação, a tomada de medidas para a sua minimização durante a vida do empreendimento e a restauração das áreas lavradas ao fim da vida da mina. A preservação ambiental é parte intrínseca da atividade de mineração.

Faz parte da preocupação ambiental a desfiguração da paisagem. O conflito

entre o poeta Carlos Drummond de Andrade e a então Companhia Vale do Rio Doce é clássico: o poeta, criado à sombra do Pico do Cauê, em Itabira, MG, não reconhecia mais a paisagem de sua infância, sem o pico, removido pela atividade minerária.

A mina mostrada na figura 5 estava no lado oposto da Serra do Curral, junto a BH. Esta serra é o horizonte de Belo Horizonte, assim denominada em função de sua vista. Quando a mineração começou a desfigurar o “belo horizonte” que se descortinava da cidade, a indignação e a revolta popular foram tão grandes que obrigaram o descontinuação da atividade mineira e o abandono duma reserva imensa de minério da melhor qualidade.

g - a mineração é uma *atividade industrial básica*. Como atividade industrial, ela deve dar lucro. Entretanto ela se situa na origem de uma cadeia de atividades industriais sucessivamente mais complexas e que adicionam valor às matérias-primas e produtos até a situação em que possamos utilizá-las de acordo com a nossa conveniência e conforto. Como primeira etapa dessa longa cadeia, necessariamente, os minérios e concentrados têm que ser baratos ou os produtos finais tornar-se-ão excessivamente caros. Economia e gerenciamento adequados da produção são portanto uma atitude necessária e constante do minerador. O mesmo vale para todas as outras atividades básicas; produção de ácido sulfúrico e soda cáustica, siderurgia, indústrias de cimento, fertilizantes, cal etc.

Em conclusão:

Existe, portanto, um risco grande e difícil de ser quantificado, permeando todo o projeto mineiro: durante o seu desenvolvimento as coisas podem mudar e ao final termos gasto muito por nada; o mercado pode ter mudado e, uma vez aberta a mina, não conseguirmos colocar o nosso produto, e assim por diante.

Um outro risco, de natureza totalmente diferente, afeta ainda todos os trabalhos que envolvem geologia: geólogos e engenheiros de minas trabalham com modelos da jazida, idealizados em função das informações disponíveis até aquele momento. O corpo mineral só será plenamente conhecido em todas as suas minúcias - geometria, teores, intercalações de material estéril, presença de contaminantes e variações locais - quando já tiver sido completamente lavrado. Então, este conhecimento já não será mais útil. Portanto, *fica sempre uma possibilidade de que, ao abrir e começar a operar a mina, se descubra que o comportamento do jazimento seja diferente do modelo imaginado*.

A figura 6, extraída duma propaganda numa revista de mineração, retrata muito bem a diferença entre uma informação punctual e a realidade física.



Figura 6 – informação punctual x realidade

É claro que uma pesquisa geológica mais extensa ou mais detalhada permitirá levantar maior número de informações, melhorar o modelo geológico e em conseqüência, diminuir este tipo de risco. Isto implica entretanto em gastos adicionais, especialmente indesejáveis por terem que ser feitos numa etapa muito precoce da vida do

empreendimento, muito anterior a qualquer perspectiva de entrada de caixa e, especialmente, num momento em que não há ainda a certeza da viabilidade do empreendimento.

Existe, portanto, um risco muito grande e difícil de ser quantificado permeando todo o projeto mineiro: durante o seu desenvolvimento as coisas podem mudar e ao final termos gasto muito por nada; o mercado pode ter mudado, a demanda pode ter mudado, uma vez aberta a mina, não conseguirmos colocar o nosso produto, e assim por diante.

Nos países africanos e sulamericanos, o risco político é permanente. Mudanças de governo muitas vezes significam mudanças de orientação ideológica, privatizações e restrições à operação.

1.3. CONCEITO DE "POINT OF NO RETURN"

Uma outra idéia associada à palavra "projeto" se refere ao conjunto de documentos organizados e completos que descrevem um empreendimento. Esta documentação é apresentada a alguma diretoria do grupo empresarial, para obter a sua aprovação e inclusão no portfólio de investimentos para o próximo período fiscal, para obtenção de licenças municipais, estaduais e federais, etc.

O objetivo deste "projeto" é tão simplesmente a obtenção das vantagens pretendidas. Ele se esgota no momento em que elas são concedidas ou negadas. Infelizmente, grande parte da literatura brasileira sobre projetos está dirigida para este tipo de atividade, de viés muito mais econômico-financeiro ou político que técnico.

A consideração do relacionamento do empresário com o governo ou com a comunidade é importante e afeta também a nossa atividade técnica e gerencial de condução de um projeto.

Ao anunciar um projeto, o empresário cria uma expectativa nas autoridades governamentais, no ministério correspondente, nos governos estaduais, na população do local anunciado para a implantação do empreendimento, nos sindicatos, nas organizações não-governamentais etc.

Tudo isto, naturalmente, influencia a obtenção de favores fiscais (isenção de impostos municipais e estaduais), a obtenção de vantagens (doação pela Prefeitura Municipal de terreno, asfaltamento do acesso, construção pela concessionária de energia elétrica das linhas de alta tensão) etc., além do financiamento propriamente dito para o empreendimento.

À medida em que mais favores vão sendo obtidos, o empresário fica cada vez mais comprometido com o prosseguimento do seu empreendimento.

Quando um avião levanta voo ele tem combustível para voar uma certa distância, existe um ponto onde ele já consumiu mais combustível do que o que ele necessitaria para retornar ao aeroporto de origem. Em caso de problemas, ele não pode mais retornar, tem que prosseguir, obrigatoriamente, para o seu ponto de destino ou para outro destino alternativo, mais próximo. Este é o "point of no return", ponto sem volta. O mesmo acontece nas viagens por mar, nas viagens por terra em locais desertos, nas relações interpessoais etc.

No desenvolvimento de um projeto, em algum momento, o empresário estará tão comprometido com as autoridades governamentais, com a comunidade ou já terá gasto tanto dinheiro, que não pode mais interromper o programa. É mais conveniente para ele ir até o fim.

Dependendo do tipo de atividade ou negócio, o ponto sem volta fica em alguma etapa das descritas anteriormente. Entretanto, ele sempre existe ! É importante que a equipe de engenharia e a diretoria tenham consciência deste fato e sejam capazes de identificar - para cada projeto em carteira - onde ele se localiza.

O método apresentado de desenvolver atividades de engenharia sucessivamente mais complexas e mais dispendiosas - e sucessivamente menos confidenciais - permite postergar o ponto sem volta. Antes dele será possível sair do projeto sem desgaste. Depois, não.