

2. COMO CONDUZIR UM PROJETO DE ALTO RISCO

A situação de quem tem que tomar as decisões relativas a um projeto novo de mineração é, portanto, no mínimo, incômoda: as peculiaridades do empreendimento e o risco aconselham a máxima cautela. Os longos prazos e os enormes recursos demandados, por outro lado, exigem a tomada de decisões rápidas.

A saída é então trabalhar de uma maneira muito especial: todas as informações disponíveis num dado momento são analisadas e utilizadas para formar um quadro da situação e avaliá-la. Com base nas conclusões desta avaliação, são:

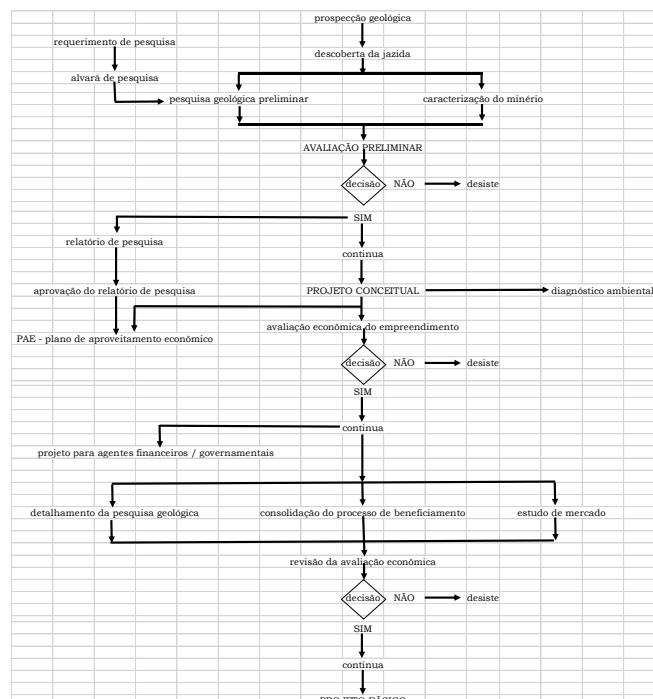
- tomadas as decisões inadiáveis e,
- definidas as providências necessárias para aumentar o conhecimento sobre a jazida ou sobre o que constituir preocupação no momento, tal como as características do minério, seu mercado, comportamento no beneficiamento etc.

Isto permite tomar a decisão de seguir ou abandonar o projeto e tendo decidido ir adiante, trabalhar para aumentar o conhecimento do problema específico e, quando o próximo dilema inadiável se apresentar e exigir nova tomada de decisão, poder tomá-la com maior segurança. Noutras palavras: somos obrigados a trabalhar mediante aproximações sucessivas, em que, a cada passo, tenta-se gastar o mínimo, mas de modo dirigido a conhecer cada vez melhor as componentes do problema.

A cada etapa cumprida, a decisão de continuar ou desistir é tomada com segurança sempre crescente, aumentando a probabilidade do êxito do empreendimento. Esta metodologia possibilita ainda que, a qualquer momento em que se concluir pela inviabilidade do empreendimento, pela sua inconveniência, ou por um risco excessivo a ele associado, os trabalhos possam ser descontinuados com a certeza de que os gastos incorridos terão sido realmente os menores possíveis.

A figura 7 mostra a sucessão de atividades correspondentes à condução dum projeto segundo esta aproximação, até o projeto básico. Os pontos de decisão estão claramente marcados. Eventualmente podem ser queimadas etapas, mas sempre à custa de aumento do risco ou dos gastos incorridos antes de uma eventual desistência. O restante deste trabalho discutirá e caracterizará as atividades aí apresentadas.

Figura 7 – sequência de atividades até o projeto básico



2.1. DECISÃO DE EMPREENDER

A primeira etapa do processo de condução dum projeto de alto risco consiste na *tomada da decisão*, pelo empreendedor a quem é apresentada uma oportunidade, *de iniciar os trabalhos ou de desistir da oportunidade*. Não faz diferença para nós se a oportunidade é trazida pela equipe própria da empresa ou por terceiros, estranhos a ela. O que importa é que é necessário tomar a decisão de executar os serviços de geologia e outros que se fazem necessários e arcar com os gastos correspondentes, ou então, desistir do negócio.

Nesta etapa, forçosamente, as informações disponíveis são escassas: o conhecimento da jazida é precário, a caracterização do minério, se existir, é preliminar e pouco representativa, para não dizer - duvidosa - as amostras disponíveis são de superfície, catadas onde encontradas (amostras de mão) - e assim, as hipóteses de trabalho que se podem estabelecer a partir de tais informações são pouco sólidas.

Como decidir, com informações tão poucas e tão precárias ?

O que se pode fazer é confrontar a geologia local com a geologia regional e com informações conhecidas sobre distritos de mesma natureza, visitar o local para melhor conhecimento das condições específicas, se possível, fazer um mapeamento geológico de superfície e cadastrar os afloramentos e trabalhos mineiros existentes (garimpos, antigas minas, catas etc). Um exame rápido do mercado nacional e internacional possibilita definir o que será o objeto da atividade mineira (concentrado, algum produto intermediário ou o produto final) e o eventual interesse do aproveitamento de subprodutos.

Estabelece-se uma escala preliminar de produção, compatível com a realidade do mercado e com a expectativa de reservas da jazida. Com base em valores conhecidos para instalações semelhantes (no país ou em outras partes do mundo), é possível estabelecer uma ordem de grandeza do investimento e do custo operacional que se pode esperar. Agregando a estes números considerações sobre investimentos e custos operacionais adicionais decorrentes das condições próprias do local da jazida - necessidades de transporte, infra-estrutura industrial, infra-estrutura urbana, condições climáticas adversas etc. é possível estabelecer uma estimativa preliminar e grosseira do investimento total demandado pelo empreendimento e do custo final do produto colocado à disposição do mercado.

A figura 8 (TORRES, 1999) mostra um levantamento do Capex de usinas metalúrgicas de cobre em função da capacidade instalada. Nota-se uma tendência linear (no papel log-log) mas a dispersão dos valores é notória.

As estimativas utilizadas durante esta fase são baseadas em valores médios de instalações industriais de mesma natureza. Estes valores têm que ser corrigidos para as condições locais e para a escala de produção desejada. A tabela 1 (ZIMMERMAN, 1978) mostra valores de investimento e custo operacional para usinas de beneficiamento de carvão nos EUA, conforme varia a complexidade da instalação. A precariedade destes números é demonstrada pela informação do próprio autor, no texto, de que à ocasião da publicação (julho de 1978) só havia uma usina de nível V operando nos EUA. A figura 9 (TORRES, 1999) mostra curvas de investimento e custo operacional de produção de ouro por diferentes processos.

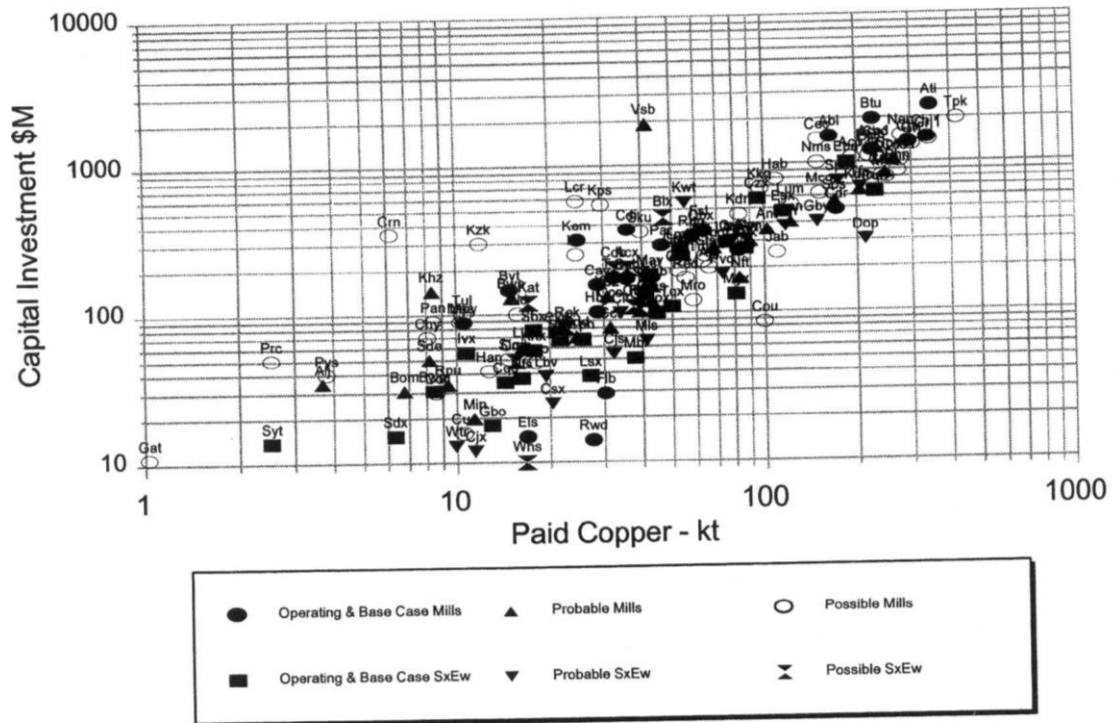
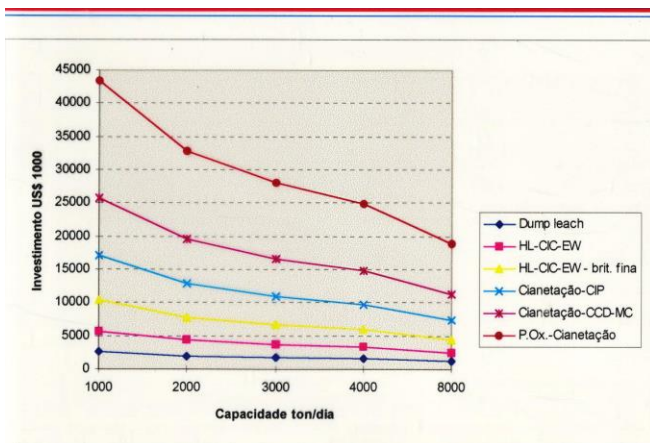


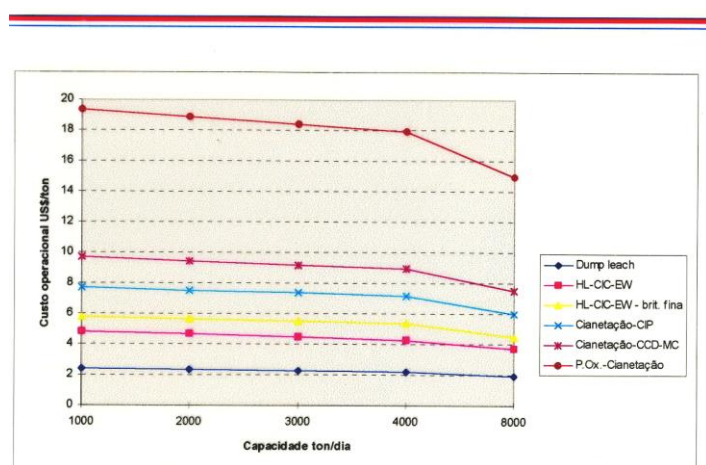
Figura 8 – capex x capacidade para usinas de cobre

TABELA 1

INVESTIMENTOS APROXIMADOS EM USINAS DE BENEFICIAMENTO DE CARVÃO						
Base: 3.000.000 t ROM/ano, EUA, dólares americanos de 1978						
nível conteúdo	I-A	I-B	II	III	IV	V
	britagem e peneira-mento	britador Bradford	beneficia-mento só de grossos	idem + benefic. de finos	idem + flotação de finos	multi-estágio
investimento	6.800.000	5.800.000	12.000.000	18.000.000	25.000.000	50.000.000
amortização *	0,23	0,20	0,40	0,60	0,83	1,66
custo operacional	0,10	0,08	0,25	0,60	1,00	2,00
custo total *	0,33	0,28	0,65	1,20	1,83	3,66
* US\$/t ROM; amortização em 10 anos, linear. Custos exceto secagem. Se se considerar a secagem, adicionar 1,00 US\$/t.						



investimento



custo operacional

Figura 9 – Capex e Opex de produção de ouro

Na indústria química são conhecidos, com razoável precisão, os investimentos por unidade de capacidade produtiva para unidades de fabricação de diferentes produtos. Nesta indústria trabalha-se tanto com matérias-primas como com produtos de especificações rígidas e de acordo com processos de produção muito bem definidos e que são sempre os mesmos e obedecem leis estequiométricas, de modo que tais números são sempre semelhantes e sempre válidos. Já na indústria mineral isto não ocorre nunca !

Finalmente, deve-se mencionar a regra dos seis décimos, segundo a qual:

$$\frac{\text{investimento na usina 1}}{\text{investimento na usina 2}} = \left[\frac{\text{capacidade da usina 1}}{\text{capacidade da usina 2}} \right]^{0,6}$$

que pode ser usada quando não existir nenhuma informação melhor.

Outra realidade a considerar é que uma obra construída em São Paulo, Belo Horizonte ou Rio de Janeiro e outra obra idêntica construída na Amazônia terão custos totalmente diferentes. De um lado a necessidade de transportar muitos materiais para longe dos centros produtores, as sazonalidades climáticas, a perda de produtividade do trabalhador; de outro, a abundância de madeira e a possibilidade de adquirir equipamentos via Zona Franca de Manaus, fazem com que esses preços sejam diferentes. As revistas especializadas publicam quantificadores dos fatores ditos "geográficos" ou "de localização" que afetam o custo das obras civis e de montagem eletro-mecânica em diferentes locais do Brasil. A revista "Construção" mostra esses fatores para a construção civil. Em 1994, uma obra civil construída na Paraíbacustava 73,9% do valor da mesma obra em São Paulo, ao passo que, em Roraima custava 116% !

A dose de subjetividade envolvida nestas avaliações é, portanto, muito grande e sempre haverá campo para controvérsia ou discussão. *Note-se entretanto que tudo isto corresponde a apenas um primeiro processo decisório – é tão somente necessário decidir se se vai ou não gastar dinheiro com a jazida.*

Entendemos que esta etapa deva ser desenvolvida pelo próprio empreendedor, nunca por terceiros. Se é necessária a participação destes por alguma razão alegada - por exemplo, o domínio de alguma tecnologia em particular - esta participação deve se restringir aos aspectos técnicos e ao equacionamento das hipóteses de trabalho. A análise das conclusões e a tomada de decisão pertencem ao empreendedor e não podem ser delegadas a ninguém. Se forem usados consultores é necessário que se tratem de pessoas honestas, isentas e sem compromisso com fornecedores de equipamentos ou serviços.

Tomada a decisão de empreender o projeto, iniciar-se-ão as atividades de cunho técnico. Num projeto mineiro correm em paralelo três linhas distintas mas mutuamente dependentes, que durarão toda a vida do empreendimento, interagirão entre si e retroalimentarão as decisões tomadas. Tratam-se da pesquisa geológica, do desenvolvimento do processo de beneficiamento e das atividades de engenharia.

Portanto, se a decisão for continuar, iniciam-se trabalhos geológicos de reconhecimento, mapeamento de superfície, abertura de poços exploratórios. Tomam-se amostras de minério para caracterização tecnológica. Fazem-se ensaios preliminares de tratamento, caracteriza-se o produto obtido e se o compara com as necessidades / exigências de mercado.

2.2. PROJETO CONCEITUAL

Tomada a decisão de prosseguir, iniciam-se as atividades de engenharia com o projeto conceitual, muitas vezes chamado de estudo de viabilidade. Todas as informações disponíveis são analisadas, é executada uma caracterização tecnológica preliminar e eventualmente são feitos ensaios expeditos de beneficiamento. Isto permite estabelecer, ainda a nível de hipótese de trabalho, o fluxograma de tratamento do minério e os balanços preliminares de massas, metalúrgico e de água.

Definidas as metas de produção, é possível trabalhar num plano de lavra inicial e estabelecer as características principais de uma mina para a jazida em questão - método de

lavra, plano de ataque à jazida, áreas a lavrar, acessos principais, tipo, tamanho e quantidade de equipamentos etc. É possível também avaliar outras características importantes do empreendimento, tais como consumo de água e energia elétrica, volumes de rejeitos e de estéril de mineração a serem dispostos, ocupação do terreno, número de funcionários diretos e indiretos, onde eles serão recrutados e habitarão etc. A primeira avaliação de impacto ambiental pode ser feita e identificadas as principais causas e efeitos.

São elaborados desenhos de arranjo da mina, da usina de beneficiamento, das instalações auxiliares e o plano diretor do empreendimento. *Os desenhos são simplificados, mas cuidadosos e precisos e precisam conter as definições mais importantes do projeto e as características mais significativas*, tais como locais para o desenvolvimento inicial da lavra, disposição de estéril e rejeitos, captação de água etc.

As informações sobre utilidades, projeto elétrico, instrumentação, acessos, edifícios administrativos etc. devem se restringir ao mínimo necessário para uma caracterização do empreendimento. Usam-se com abundância índices e valores de outros empreendimentos conhecidos, processo este que é conhecido como fatoração - por exemplo: o custo de tubulação em um determinado tipo de usina sabe-se costumar estar por volta de 15 % do valor do investimento em equipamentos, o custo de montagem, em torno de 40 % do valor dos equipamentos, e assim por diante.

O Prof. Mular, da Universidade da British Columbia, Canadá (MULAR, 1978), apresenta a tabela 2 como representativa do método, aplicado para usinas de tratamento. Os valores da última coluna resultam da aplicação a uma usina de britagem secundária, com equipamentos, à época, no valor de US\$ 2,502,000.

tabela 2 - método da fatoração

item	% sobre x	valor sugerido	resultado (%)
1 valor dos equipamentos	x		35,6
2 instalação dos equipamentos	17 a 25 %	24	8,5
3 tubulação, material e mão-de-obra *	7 a 25 %	16	5,7
4 eletricidade, material e mão-de-obra **	13 a 25 %	19	6,8
5 instrumentação	3 a 12 %	8	2,9
6 edifício principal ***	33 a 50 %	45	16,0
7 edifícios auxiliares ***	7 a 15 %	12	4,3
8 utilidades	7 a 15 %	10	3,6
9 cercas, estradas, etc.	3 a 18 %	5	1,8
10 canteiro de obras	10 a 12 %	10	3,6
11 gerenciamento e engenharia	30 a 33 %	32	11,2
12 investimento total	1+2+...+11		100,0

* exclui utilidades

** exclui iluminação

*** inclui serviços mecânicos e iluminação

O Manual de Britagem Metso (METSO, s/d)) fornece às p. 8.18-24 os fatores para o cálculo preliminar do investimento e custos numa instalação de britagem.

Noutras palavras: *a mina e a usina de beneficiamento serão estudadas com todo o cuidado.* A área desta, o número de pisos, tipo de construção etc. serão minuciosamente avaliados e definidos de modo a atender da melhor forma possível às necessidades do empreendimento. É possível definir os percursos de transporte por transportador de correia ou por bombeamento e calcular as potências dos equipamentos envolvidos, principais e auxiliares.

Já os edifícios administrativos, por exemplo, são definidos da seguinte forma: a partir do número de trabalhadores nos setores produtivos (já conhecidos do plano de lavra e do projeto da usina de beneficiamento), pode-se estimar o número de funcionários administrativos necessários. Existem índices bastante precisos definindo o número de m² de escritório que um funcionário administrativo demanda.

O produto das duas quantidades fornece a área do edifício da administração, a partir de que, usando os custos unitários de construção, publicados pelas revistas especializadas, como a revista "Construção", é possível avaliar o investimento na

construção. Para todos os edifícios auxiliares age-se de maneira análoga: o número de funcionários fornece as áreas de vestiário, restaurante, ambulatório etc., sem que haja necessidade de, ao menos por enquanto, gastar tempo e dinheiro com uma análise mais detida (e mais dispendiosa) desses aspectos.

Valle, 1975, relaciona as áreas necessárias para alguns tipos de edifício:

- escritórios (p. 127): as áreas básicas são:

sala individual para cargos de chefia: 8 a 10 m²,
sala para funcionários graduados (dois por sala): 10 m²,
serviços de datilografia - mínimo por datilógrafa: 3 m²,
recomendado por datilógrafa: 3 m²,
funcionários administrativos em salão coletivo, por funcionário: 5 m²,
sala de reunião para 6 pessoas: 14 m²,
salas de espera, por pessoa sentada: 1,5 m²,
sala de desenho, por desenhista¹: 7 a 8 m²,

- refeitório (p. 131): para indústrias com área construída superior a 500 m², em São Paulo, deve haver 1 m² de refeitório para cada 60 m² de área construída. O pé direito mínimo é de 3 m², e as paredes devem ser laváveis até 1,80 m, no mínimo.

- estacionamento (p. 137): 20 a 25 m² por vaga, já computadas as vias de circulação interna e as faixas de manobras.

- vias de circulação (p. 143):

largura recomendada para eixos principais: 10,0 m,
largura mínima para outras vias principais: 6,0 m,
largura mínima para vias secundárias: 3,0 m,
largura mínima para cruzamento de dois caminhos: 5,5 m,
largura mínima para passagem de um caminhão: 2,5 m,
largura mínima para circulação de pedestres - 1 pessoa: 0,65 m,
2 pessoas: 1,20 m,
3 pessoas: 1,70 m,

largura mínima de corredores conduzindo à saída do local de trabalho: 1,2 m.

- ambulatório (p. 118): indústrias com 100 a 300 empregados: 35 m², com 301 a 500 empregados: 60 m², com mais de 500 empregados: 250 m². Salas de consulta devem ter 9 a 12 m², salas de cirurgia de 20 a 25 m², sala de raios X, 10 a 12 m², consultório odontológico, 10 a 12 m².

- centro de treinamento (p. 123): as salas de aula devem ter uma área mínima de 1,5 m² por participante e pé direito mínimo de 3 m.

- creche (p. 124): onde trabalhem pelo menos 30 mulheres com mais de 16 anos deve ter creche com área mínima de 3 m² por criança (uma para cada 30 funcionárias). O afastamento mínimo entre berços e dos berços à parede deve ser de 50 cm.

Todo este trabalho tem por objetivo:

- a - fornecer uma avaliação econômica do empreendimento de precisão maior que a anterior;*
- b - definir as características da mina, em especial os locais por onde a atividade de lavra iniciar-se-á;*
- c - definir as características da usina de beneficiamento;*
- d - estabelecer criteriosamente os aspectos mais relevantes do projeto;*
- e - identificar, conciliar e incorporar todos os parâmetros ponderáveis do projeto;*
- f - dimensionar e especificar o escopo e os custos das etapas subsequentes de projeto;*
- g - elaborar o cronograma geral do empreendimento;*
- h - programar as atividades de pesquisa geológica e de desenvolvimento de processo com a máxima objetividade.*
- i - ter uma avaliação preliminar do impacto ambiental e identificar os principais agentes.*

¹ Com o uso do AutoCad as pranchetas foram eliminadas e o espaço necessário para os cadistas diminuiu muito, talvez 5 m² por funcionário.

Explicando melhor: a existência de um plano de lavra permite que os trabalhos de pesquisa geológica sejam dirigidos para a área que vai ser efetivamente lavrada, e que maior ênfase seja dada aos locais por onde a operação será iniciada. Não se desperdiçam esforços, nem recursos, nem tempo pesquisando toda a extensão da jazida ou detalhando locais que só serão lavrados num futuro remoto.

A delimitação física da mina permite concentrar aí todos os trabalhos de amostragem para a caracterização e beneficiamento, que poderão portanto ser programados em forma conjunta com a pesquisa geológica, integrando-os e economizando tempo e dinheiro.

Toda a atenção tem que ser dada aos aspectos fundamentais do projeto. A equipe utilizada é forçosamente sênior e altamente capacitada. Neste tipo de atividade ela pode se concentrar sobre o que é realmente importante para a compreensão do empreendimento, não se distraindo com problemas menores do ponto de vista de definição do negócio.

Ao fim desta etapa – projeto conceitual - se dispõem de informações do seguinte tipo:

- disposição geral do complexo, localização das unidades produtivas e de manuseio, planta de macro-localização;
- arranjo das instalações de britagem, manuseio, homogeneização, concentração e expedição;
- fluxogramas e balanços de massas,
- características, tamanho e quantidades dos equipamentos principais envolvidos em cada etapa do processo produtivo;
- definição do partido estrutural dos edifícios industriais e das características e métodos de construção civil, ainda que de forma preliminar;
- áreas estimadas de construção civil para os edifícios administrativos e outros;
- áreas, extensões e volumes estimados de pavimentação, linhas elétricas, de água e utilidades, terraplenagem, canteiros, almoxarifado de materiais etc.;
- avaliação preliminar do impacto ambiental, incluindo o planejamento da desativação do empreendimento ao fim de sua vida útil.

São feitas então tomadas de preços. Os fabricantes de equipamentos são consultados e fornecem cotações preliminares para os equipamentos escolhidos. As características dos edifícios e as áreas necessárias permitem estimar com razoável precisão (via R\$/m²) os investimentos em sua construção - as revistas especializadas, tipo "A Construção" fornecem esses valores e os índices de correção conforme a região do país.

Outra maneira de se avaliarem os equipamentos é através de regras análogas à regra dos seis décimos, quando se conhece o investimento feito na aquisição de equipamentos de mesma natureza (as empresas de mineração dispõem dessas informações em seus arquivos e as empresas de engenharia dispõem de bancos de dados permanentemente atualizados). O Professor Mular, já citado, verificou que, de uma maneira geral os valores de equipamentos variam segundo a lei (PARKINSON, 1972)

$$\text{investimento} = a \times (\text{parâmetro típico})^b$$

onde esse parâmetro típico é o parâmetro característica de cada equipamento, como o diâmetro de ciclones, diâmetro da espiral para classificadores espiral, potência para moinhos, área da boca para britadores de mandíbulas etc., do qual reproduzimos, nas páginas seguintes, os gráficos referentes a moinhos. A tabela 3 mostra os parâmetros desta equação para equipamentos mais comuns, segundo a pesquisa de Parkinson e Mular.

MULAR, 1978, tem uma tabela semelhante, com outros equipamentos.

O Manual de Britagem Metso (26) fornece os valores de *a* e *b* para os principais equipamentos de sua fabricação, base US\$ de data não indicada (p. 8-19). Por exemplo, para transportadores de correia de 36", entre 5 e 150 m de comprimento, *a* = 400 e *b* = 1,13. O valor de um transportador de 36", de 100 m de comprimento, em US\$ de

?/?/199?, seria então:

$$\text{valor} = 400 \times (100)^{1,13} = \text{US\$ } 87,162.12, \text{ arredondado para } 87,200.00.$$

Este valor, obviamente deveria ser corrigido pela variação inflacionária, donde a necessidade de se conhecer a data.

TABELA 3 - parâmetros da equação

equipamento	capacidade	x	a	b	observações
britadores cônicos	2 a 7 ft	diâmetro cone	4,154	1,80	sem motor
brit. giratórios					
primários	30x65 a 60x109	gape x d. manto	3,58	1,41	idem
secundários	16x50 a 30x70	idem	147,1	0,95	idem
brit. de martelos	9x17 a 14x25	abertura alim.	235	0,57	idem
	15x25 a 47x90	idem	56,3	0,88	idem
brit. mandíbulas	15x24 a 60x48	idem	6,0	1,28	idem
moinhos de rolos					s/motor e transmissão
pesados	2ft x 40 a 72"	compr. do rolo	11250	0,20	idem
	2,5 x 40 a 72"	idem	8120	0,38	idem
	3 x 50 a 72"	idem	1700	0,84	idem
leves	2ft x 30 a 60"	idem	2710	0,37	idem
	2,5x 50 a 100"	idem	1340	0,63	idem
moinhos martelos	6x4 a 45x60"	abertura alim.	217	0,67	s/m, tr. e acionamento
moinhos autógenos	50 a 400 HP	HP necessários	3720	0,71	s/motor e transmissão
	400 a 6000 HP	idem	41052	0,31	idem
moinhos de bolas	40 a 1750 HP	idem	2550	0,55	s/ revest.
	idem	idem	3410	0,54	c/ revest.
moinhos de seixos	250 a 1400 HP	idem	4331	0,54	completo
moinhos de barras	50 a 1500 HP	idem	2260	0,57	s/motor, rev.lubr.
	idem	idem	2955	0,57	completo
ciclones	6 a 30"	diam. ciclone	132	0,91	
peneiras DSM	1 a 3 ft	largura	4480	0,18	completa

Pessoalmente, temos restrições à aplicação direta desse tipo de estimativa, como preconizado pelo Prof. Mular. O que temos feito é utilizar o valor de *b*, como expoente, da mesma forma que na regra dos seis décimos, *a partir do valor já conhecido de um equipamento semelhante*², valor disponível nos arquivos da empresa de mineração ou de projeto, isto é:

$$\begin{aligned} \text{valor do equipamento 1} &= a (x_1)^b \\ \text{valor do equipamento 2} &= a (x_2)^b \end{aligned} \Rightarrow \frac{\text{valor eq.1}}{\text{valor eq.2}} = \left[\frac{x_1}{x_2} \right]^b,$$

onde *b* é o valor fornecido pelo fabricante ou pelo artigo do Professor Mular.

As estimativas de investimentos e custos operacionais que podem ser feitas a partir dos valores obtidos no projeto conceitual são portanto muito melhores que as da etapa anterior e o processo de tomada de decisão pode ser realizado com uma segurança maior.

O conhecimento do mercado é fundamental para a avaliação de qualquer empreendimento industrial. No caso da mineração, o estudo de mercado possui também peculiaridades bastante próprias:

- existe um compromisso entre as características do produto final e as características do minério. Eventualmente elas podem não corresponder perfeitamente às especificações vigentes³;

² As empresas de mineração têm registros contábeis de equipamentos adquiridos e as empresas de engenharia têm arquivos técnicos.

³ No Brasil muitos bens minerais são supridos pela lavra manual ou pelo garimpo. Como não há controle de qualidade, as especificações e multas pela perda de qualidade são muito grandes. Numa

- existe um compromisso entre a melhoria do produto com vistas às especificações do mercado e à economicidade da exploração. Muito frequentemente é mais inteligente que o consumidor se adapte às características da matéria-prima - o que, entretanto, exige um esforço de convencimento !
- o prazo de maturação exige a consideração não só dos projetos existentes, como também daqueles em implantação. Por outro lado é preciso avaliar a eventual demanda reprimida, seja pela inexistência da matéria-prima no país, seja pela sua disponibilidade insuficiente;
- o local onde se situa a jazida influencia o suprimento, seja pelo aumento do custo do frete, seja pela sazonalidade do abastecimento (chuvas, acesso impossível em certas épocas do ano etc.);
- o mercado internacional pode ter influência significativa;
- a legislação, a irresponsabilidade governamental, o controle de preços e outros fatores incontrolláveis e imprevisíveis afetam a realidade do mercado.

Tudo isto considerado e devidamente analisado, é possível passar por mais uma etapa de decisão, sempre com a opção de continuar ou desistir.

Até este momento foi feita apenas uma pequena fração dos serviços de engenharia. Esta fração empregou uma equipe sênior e de alta competência que, pelo enfoque dado ao trabalho, não precisou se distrair com atividades de menor importância para as decisões que se quer tomar. Os custos incorridos, os comprometimentos financeiro, moral e político foram mantidos num mínimo, permitindo que seja possível até mesmo desistir do empreendimento sem maiores prejuízos ou constrangimentos. Como a equipe é muito restrita, a divulgação dos resultados também o é. O "point of no return" foi adiado !

Concluído o projeto conceitual, todas as características fundamentais do empreendimento devem ter sido examinadas, exaustivamente analisadas e discutidas pelas equipes técnicas do cliente e da projetista.

Até aqui, usando uma equipe reduzida de elementos sênior e gastando um mínimo de tempo e dinheiro, foi possível chegar às conclusões mais importantes sobre o empreendimento: diagnóstico ambiental, relatório compreensivo da pesquisa geológica, plano de pesquisas complementares, PAE do empreendimento mineiro, planejamento do desenvolvimento de processo, avaliação do mercado. Podem ser feitos os pedidos de financiamento e de licença prévia e os contactos com o concessionário de energia elétrica.

Se for tomada a decisão de prosseguir no empreendimento, partir-se-á para os trabalhos de pesquisa geológica. O objetivo desta etapa será delimitar e cubar reservas de características convenientes para a exploração mineira. Em sequência, gerar amostras representativas da jazida para os trabalhos de caracterização tecnológica e desenvolvimento do processo de beneficiamento.

Creio já ter ficado claro que cada jazida exige um processo próprio de beneficiamento. Como as características do minério podem vir a variar com a evolução da lavra, é conveniente conhecer a variabilidade das propriedades que mais afetam o processo e seus limites, de modo a projetar o circuito de beneficiamento com suficiente flexibilidade operacional.

É muito comum que o desenvolvimento de processo não se limite a operações descontínuas, mas vá até a operação de usinas piloto. Isto decorre do fato de que nem sempre o comportamento e o desempenho de operações contínuas podem ser extrapolados com confiança a partir de ensaios de bancada. Outrossim, alguns fatores como a qualidade da água do local da mina ou o efeito da recirculação de água e de produtos intermediários do beneficiamento só podem ser verificados desta maneira. É frequente também a necessidade de gerar amostras do produto final de volume tal que possa ser testado no circuito industrial do futuro comprador, o que também reforça a conveniência de uma operação piloto.

Ao final do desenvolvimento do processo estarão definidos os balanços de massas,

produção industrial pode-se aceitar uma qualidade aparentemente inferior, desde que garantida a constância da qualidade.

metalúrgico e de água definitivos. E, os principais parâmetros de processo e de engenharia necessários para a elaboração do projeto já serão conhecidos (parâmetros estes que somente podem ser medidos em usina piloto). Os ensaios e medidas referentes às operações complementares de espessamento, filtragem e outras já terão sido feitos.

Tomada a decisão de continuar, passa-se à etapa seguinte, que é o projeto básico. Os custos e o comprometimento começarão a crescer aceleradamente.

Em conclusão: o projeto conceitual não é um projeto que será construído. No máximo, parece-se muito com ele. Veja o caso mostrado na figura 2.

Passo a descrever outro caso de mina de carvão, no sul do Estado do Rio Grande do Sul, que caracteriza bem a situação do projeto conceitual e sua relação com as demais atividades de projeto.

Durante a crise energética dos anos 80 do século passado foi feito um grande esforço para substituir petróleo e seus derivados por combustíveis alternativos. O álcool etílico consagrou-se como sucedâneo da gasolina a partir dessa época. Para substituir o óleo combustível a opção imediata era o carvão mineral. A CPRM colocou em licitação suas áreas. A figura 10 mostra uma destas áreas, no Rio Grande do Sul, que foi avaliada através de projetos conceitual e básico.

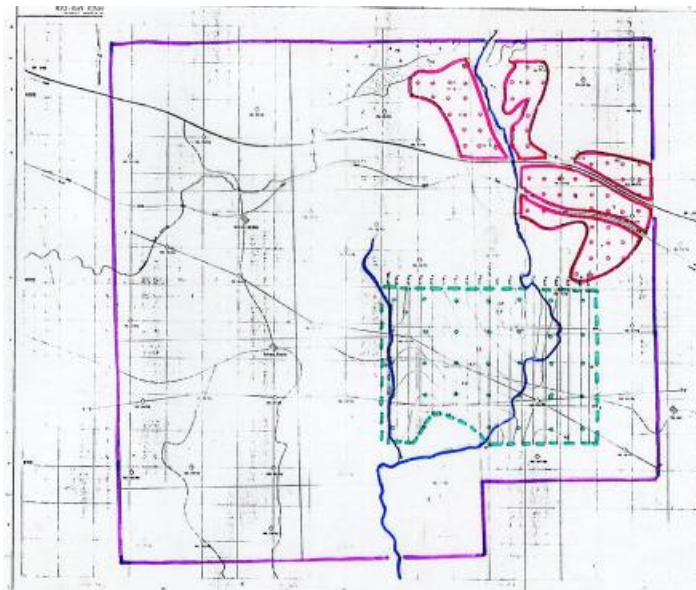


Figura 10 – área de pesquisa de carvão colocada em licitação

O cliente definiu a produção de 3.000.000 t/a ROM. Note que a área é extensa: quase 14 x 14 km. Note que os furos de sondagem são esparsos, uma distância média de 2 km entre cada dois. Quanta coisa pode acontecer numa distância como esta !

Mas era necessário verificar a viabilidade do projeto. Então colocamos mãos à obra. O primeiro profissional envolvido foi o geólogo sênior. A partir das informações disponíveis ele traçou alguns perfis geológicos, como mostrado na figura 11

A figura 11 evidencia a precariedade da informação disponível. Afinal, tratava-se apenas duma geologia exploratória. Mas os perfis mostravam as espessuras de carvão e o que é muito importante, o material de piso e forro desta camada. Com base nestas informações foram escolhidas duas áreas conforme mostrado na figura 12.

A área superior e à direita (NE, em vermelho) pode ser lavrada a céu aberto. A área inferior (SE, em verde) pode ser lavrada em subsolo. O restante da área são camadas muito profundas e portanto lavráveis apenas em subsolo mas com piso ou forro inconsistente para suportar máquinas ou fornecer um teto estável. A zona de interesse ficou portanto restrita e muito menor do que a área total. Fica pois viável concentrar

localmente todos os trabalhos de pesquisa e executá-los em curto prazo.

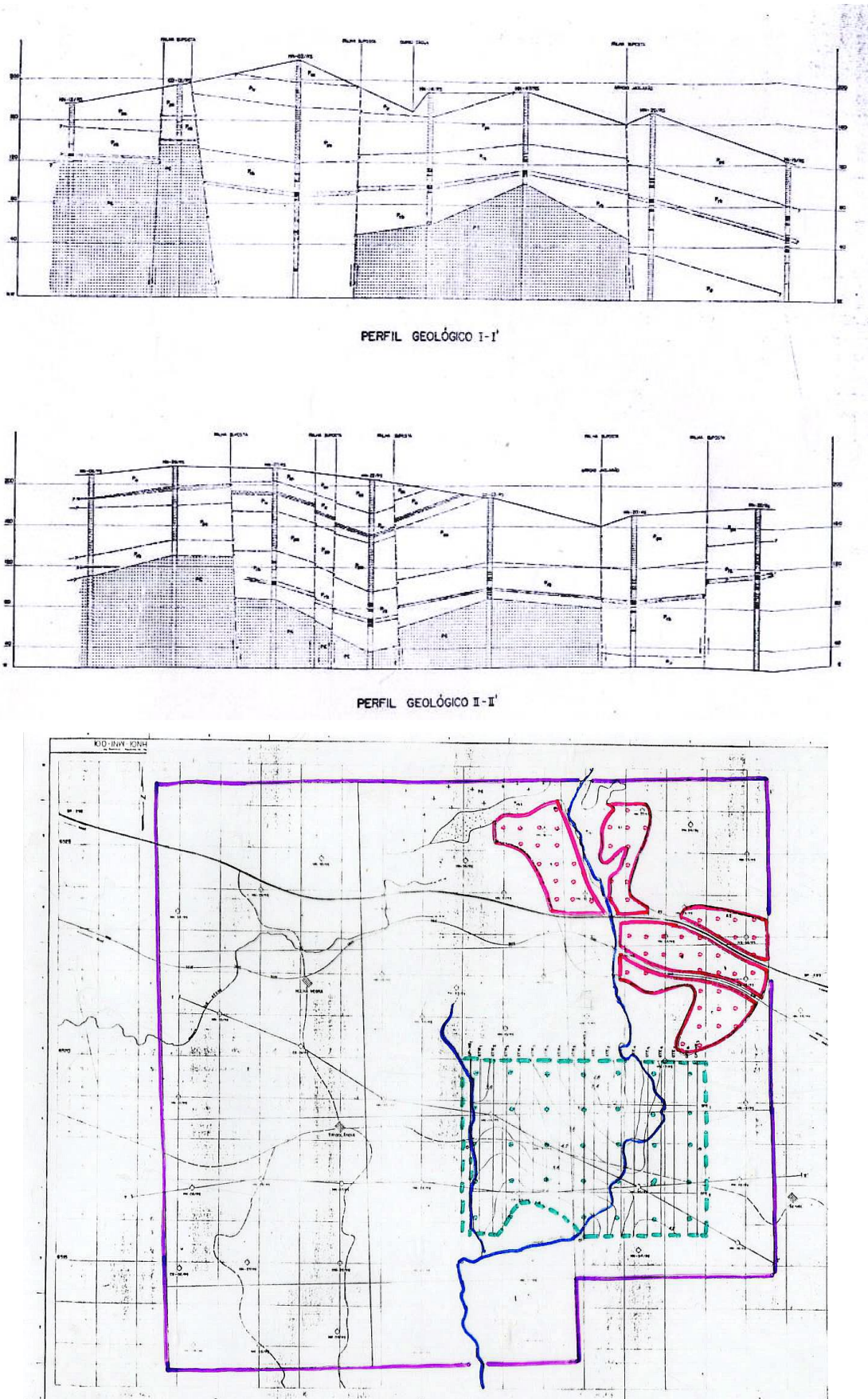


Figura 12 – áreas mineiras de interesse

Os pontos vermelhos e verdes mostram as posições dos furos de pesquisa que foram então programados e executados. Na área vermelha, mais rasa, os furos tiveram a profundidade média de 30 m e a malha de 50 m. Na área verde, furos mais profundos de 120 m em média e malha mais aberta, de 100 m. No plano de sondagem da área mais rasa previram-se alguns furos de maior diâmetro para prover amostras possíveis de britar a granulometria mais grossa para ensaios de beneficiamento.

A figura 12 mostra também os acidentes geográficos nas áreas de interesse. Em superfície existe um curso d'água e seu afluente, uma estrada de rodagem e uma ferrovia.

O exame dos testemunhos de sondagem revelou uma feição muito importante da camada de carvão: intensa intercalação com camadas de estéril. Isto levou à primeira definição quanto ao equipamento de lavra: escavadeiras a cabo cavam em arco de círculo, misturando, para o caso desta mina, carvão e estéril. Escavadeiras hidráulicas podem escavar na horizontal, selecionando estéril e carvão, como mostra a figura 13.

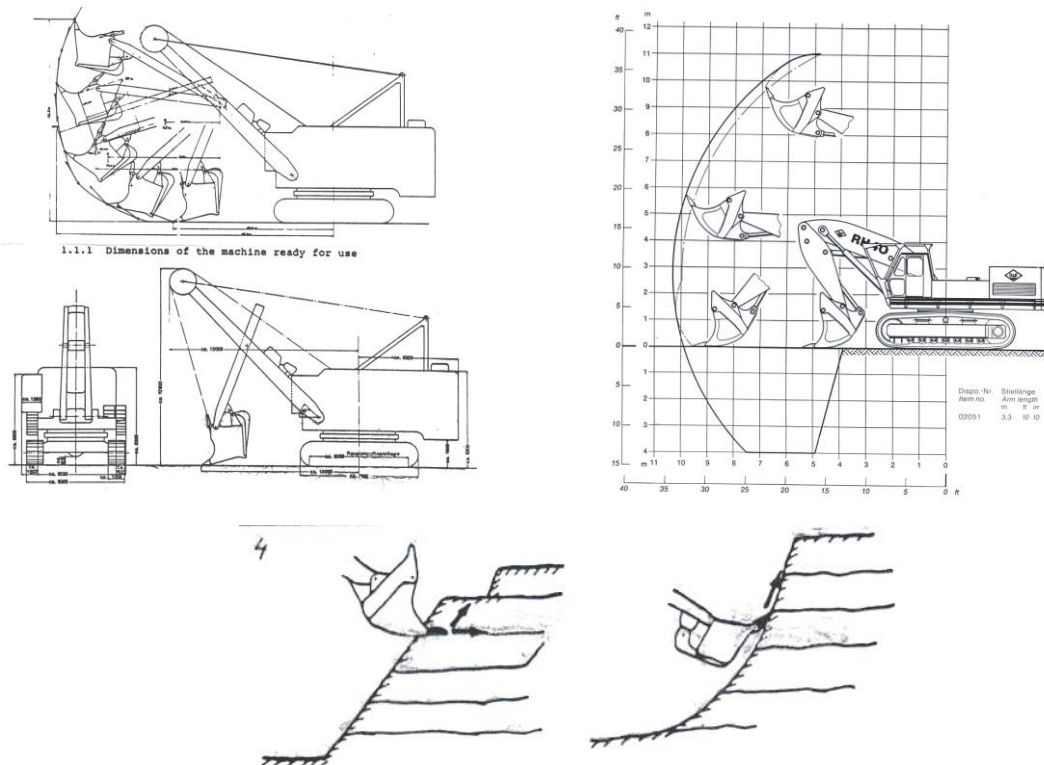


Figura 13 – escavadeiras a cabo e hidráulicas

A partir destas considerações e das reservas em cada área o engenheiro de minas, segundo profissional envolvido no projeto, definiu duas minas independentes:

- uma mina subterrânea para 1.000.000 t/ano, profundidades entre 80 e 150 m, acesso por plano inclinado, lavra por câmara-e-pilar e painéis de 12 x 107 m².
- uma mina a céu aberto para 2.000.000 t/ano, profundidade limite de 45 m, relação estéril-minério de 5,5 m³ de estéril /t carvão, lava por tiras (“strip mining”), remoção e preservação do solo arável por escreipers e lavra e estéril e carvão por escavadeiras frontais hidráulicas com transporte por caminhões.

As duas minas alimentarão uma única usina de beneficiamento, com capacidade portanto de 3.000.000 t/ano de ROM. Como não se dispunham de informações sobre o beneficiamento do carvão admitiu-se – como hipótese de trabalho – que o carvão seria semelhante ao carvão de Candiota, a mina mais próxima.

Com base nesta hipótese de trabalho, o engenheiro tratamentista, terceiro profissional a ser envolvido, estabeleceu um fluxograma de beneficiamento por ciclones de meio denso em dois estágios, produzindo um carvão com 35% de cinzas (CV 35) e outro com 50% de cinzas (CV 50) mais um rejeito. Os balanços seriam os seguintes:

produto	alimentação	CV 35	CV 50	rejeito
t/h	100	50,5	16,3	33,2
% cinzas	52	35	50	78,8

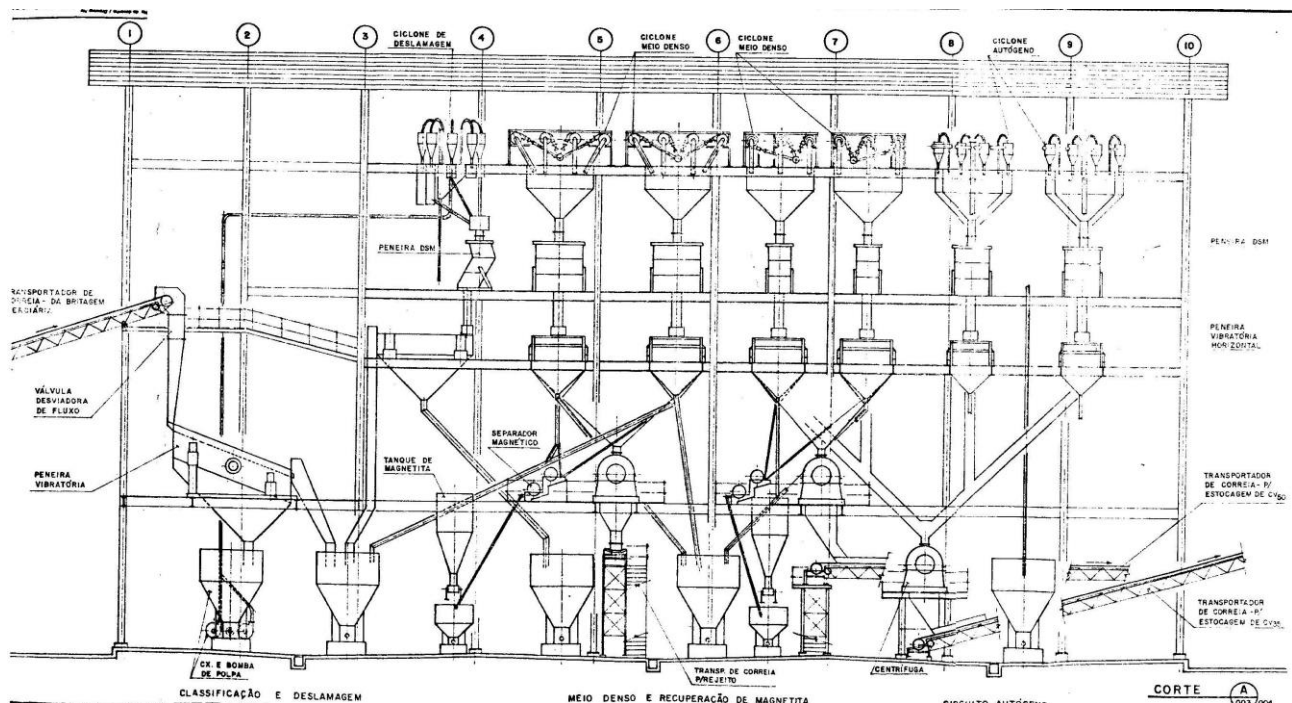
Dimensionaram-se os equipamentos principais de processo, desenhou-se um layout da usina de beneficiamento, figura 14, desenharam-se os transportadores de correia e linhas de bombeamento de polpa, calcularam-se estes equipamentos. Orçaram-se os equipamentos principais de processo com base em valores de arquivo, aplicou-se o método da fatoração e chegaram-se aos seguintes valores:

- investimento na mina a céu aberto – US\$ 51 milhões,
- investimento na mina subterrânea – US\$ 71 milhões,
- investimento na usina de beneficiamento – US\$ 25 milhões,
- custos operacionais (por tonelada de carvão lavado) – US\$ 9,57 na mina a céu aberto, 18,16 na mina subterrânea e 2,16 na usina de beneficiamento.

Estabelecido o fluxo de caixa, considerando os valores de venda praticados para os CV 35 e CV 50, chegou-se a uma taxa interna de retorno de 20% a.a. e a um prazo de maturação (“pay back time”) de 7 anos para a mina a céu aberto + usina e de 20 anos para a mina de subsolo + usina.

Um fato importante evidenciado nesta avaliação econômica foi que havia consumo abundante para o CV 35 mas que para a venda de CV 50 havia um único consumidor, a companhia estadual de energia elétrica e que a viabilidade do projeto ficava na total dependência da venda deste último produto.

Figura 14 – usina de beneficiamento



Concluído o projeto conceitual, todas as características fundamentais do empreendimento devem ter sido examinadas, exaustivamente, analisadas e discutidas pelas equipes técnicas da mineradora e da projetista.

Deve haver um consenso dentro da equipe envolvida de que as soluções encontradas são as mais convenientes para a situação que se tem em vista.

O projeto conceitual se ocupou da parte nobre do trabalho em termos da Engenharia de Minas, ou seja, das características do projeto que lhe são peculiares e onde ele difere marcadamente de outros empreendimentos.