

CAPÍTULO

8

PROJETO DE INSTALAÇÕES DE BRITAGEM

Arthur Pinto Chaves
Engenheiro Metalurgista-EPUSP
Professor Titular de Tratamento de Minérios
Departamento de Engenharia de Minas e de
Petróleo, Escola Politécnica da USP

1. OPERAÇÕES UNITÁRIAS

As engenharias de minas, metalúrgica, química, de alimentos, entre outras especialidades, trabalham com operações unitárias. Isto é, os procedimentos e equipamentos utilizados são sempre os mesmos e a arte do engenheiro de processos consiste em combiná-los de modo a ter o melhor resultado possível.

No Tratamento, temos operações de britagem, peneiramento e classificação, além do intenso manuseio em transportadores de correia. Na lavra, as operações unitárias são:

- remoção da cobertura (decapeamento);
- perfuração;
- carregamento e desmonte;
- transporte do R.O.M. - R.O.M. significa "run of mine", produto da mina.

Na literatura americana também se encontra R.O.Q, "run of quarry", produto da pedreira.

A remoção da cobertura consiste em retirar o solo que cobre o maciço e expô-lo para permitir a sua exploração. O solo arável deve ser separado e cuidadosamente removido e estocado para ser aproveitado no trabalho futuro de recuperação da área degradada. O estéril que cobre o maciço precisa ser transportado para locais de disposição, denominados de "bota-foras" e aí disposto em pilhas geotecnicaamente estáveis. Estes bota-foras, quando prontos, são cobertos com o solo arável - calado e adubado - e revegetados.

A perfuração consiste em fazer um furo no piso da bancada (*berma - glossário*), que será carregado com explosivo. A perfuração é feita com perfuratrizes rotativas. O furo precisa ultrapassar um pouco (30% da altura da bancada) o nível do piso da berma. Caso isto não seja feito, o pé da bancada não ficará horizontal e formará o que é chamado "*repé*" (*glossário*).

Uma vez aberto o furo, ele é carregado com explosivo. Esta operação é muito delicada e precisa ser feita por profissionais especializados (*Blasters - glossário*) e habilitados pelo Ministério do Exército. O explosivo é uma substância que quando entra em combustão gera, em curto período de tempo, volumes enormes de gases aquecidos que, na sua expansão destroem tudo o que encontram pela frente. Para detonar o explosivo é necessário um outro componente, que é o iniciador ou *escorvador* (*glossário*). Este é outro explosivo, de menor poder de desmonte, mas de combustão mais rápida, que serve para detonar o explosivo.

Se fizermos um furo no meio de um maciço e o detonarmos, não haverá desmonte nenhum, apenas fraturamento da rocha. Para haver o desmonte é necessário que haja uma superfície livre próxima. Desta forma, os furos são feitos a uma distância conveniente da parede da bancada. Geralmente são feitas duas ou

três linhas de furos paralelas à parede da bancada. Ao ser detonada a primeira linha de furos, as ondas de choque da explosão atingem a parede livre e a rocha é desmontada. Abre-se então uma nova parede livre que será utilizada no desmonte da segunda linha de furos, alguns mili-segundos após, abrindo, mais uma vez, nova parede livre, que será utilizada pela terceira linha de furos, na terceira detonação.

A rocha desmontada é então carregada em caminhões para ser transportada até a britagem. A prática usual, em pedreiras, é fazê-la com pás carregadeiras. Estas usualmente têm os pneus das rodas da frente de borracha maciça e trabalham protegidas por correntes de aço, pois os fragmentos de rocha têm bordas cortantes. Existe uma variedade muito grande de caminhões utilizados, desde caminhões fora-de-estrada até caminhões basculantes normais.

Eventualmente aparecem blocos muito grandes para serem alimentados ao britador. Eles precisam ser quebrados na frente de lavra.

A prática antiga era perfurar esses blocos com perfuratrizes manuais, carregá-los e fazer o chamado "desmonte secundário", também chamado de "fogacho". Esta prática vem sendo abandonada, pois causa muitos inconvenientes, como o ruído excessivo e a possibilidade de ultra-lançamentos, isto é, fragmentos de rocha lançados a grandes distâncias, até mesmo fora dos limites da propriedade, causando revolta e medo na vizinhança. Isto porque a massa do bloco, por maior que seja, é muito pequena em relação à da bancada e o efeito do explosivo mostra-se muito mais enérgico.

Uma prática alternativa é a "drop ball" (Figura 1), que entretanto exige carregadeiras hidráulicas em lugar das pás carregadeiras (a caçamba da carregadeira abre-se por baixo, para descarregar sobre o caminhão, diferentemente da pá carregadeira, que precisa ser virada). Uma bola de aço de 5t fica à disposição da carregadeira. Os blocos superdimensionados são empurrados por ela para o lado. Nos momentos em que ela está ociosa, isto é, que não há caminhões para carregar, ela carrega a bola e a descarrega sobre o bloco. Dois ou três impactos geralmente são suficientes para quebrá-lo.



Figura 1 – Drop ball.

Esta prática é muito mais sadia dos pontos de vista do meio ambiente e da segurança do trabalho, que o desmonte secundário. Entretanto exige carregadeiras hidráulicas e a bola, que não são equipamentos padrão para pedreiras, ambos caros.

Marteletes pneumáticos, também denominados de rompedores hidráulicos, instalados num braço de retro-escavadeira vêm sendo intensamente utilizados. Têm boa mobilidade, investimento menor e são muito flexíveis em termos operacionais.

2. PROJETO DE PEDREIRAS

2.1. Problemas Ambientais

Brita é um produto de baixo valor agregado. A maior parcela do seu custo posta no consumidor é o transporte. Por isto, este precisa ser minimizado. Desta forma, grande número de pedreiras fica próximo aos núcleos habitacionais que irão consumir o seu produto. Outras vezes, a pedreira instala-se num local isolado, mas a cidade cresce, chega até ela e a cerca.

Os conflitos com a vizinhança tornam-se inevitáveis. Razões para isto não faltam: trânsito de caminhões pesados, poeiras, vibrações e ruído de detonações. Se o projeto levar em conta estas fontes de incômodo para a vizinhança, os conflitos poderão ser muito minorados.

De todas as queixas da vizinhança, as maiores dizem respeito às poeiras.

A implantação de barreiras verdes nos limites da propriedade, com árvores de crescimento rápido, como eucalyptus ou pinus, é uma solução muito eficiente. Não só porque afasta da visão da vizinhança a instalação industrial, como também porque pode ser muito efetiva na contenção das poeiras. É preciso lembrar, entretanto, que apenas um renque de árvores ou de arbustos costuma ser insuficiente, pois as árvores altas oferecem proteção tão somente contra os ventos altos e precisam ser complementadas com barreiras arbustivas, que forneçam uma barreira contra os ventos de superfície. Desta maneira, uma barreira verde, para ser eficiente, tem que ter sempre dois renques, um de árvores altas e outro de arbustos.

Outra solução de projeto consiste no alinhamento dos eixos das pilhas com a direção dos ventos predominantes, de modo a diminuir a secção exposta. Com a pilha alinhada com a direção dos ventos, a secção da pilha exposta a eles diminui muito e em consequência, também a quantidade de material arrastado.

No mesmo sentido, a construção dos pátios e instalações de manuseio e britagem a jusante dos edifícios e oficinas (referentemente à direção dos ventos) é uma providência indispensável, porém frequentemente negligenciada. A poeira acarreta, além do incômodo, problemas de saúde, bem como aumenta o desgaste dos equipamentos. Esta providência simples e sadia - infelizmente muitas vezes

negligenciada - é a de tão somente não locar nada no caminho que as poeiras percorrerão, ou seja, locar todas as instalações ao lado ou a montante das pilhas em relação ao vento.

Outra solução obrigatória é a de aspergir água nos transbordos de caminhões e de transportadores de correia. Esta solução, se bem que eficaz, traz consigo problemas como o desgaste dos bicos aspersores, aumentando a umidade da rocha e dificultando as operações subsequentes.

Para diminuir esse desgaste, é necessário diminuir a viscosidade da água, mediante o uso de sabões ou outros tensoativos.

Estes reagentes atuam também diminuindo o tamanho das gotas - a área específica de cada uma delas aumenta muito, fazendo crescer, na mesma proporção, a capacidade de abatimento. A diminuição do tamanho da gota também é benéfica sob o aspecto fluido dinâmico: estamos falando de poeiras, ou seja, de partículas sólidas muito pequenas, tão pequenas que estão sendo arrastadas pelo vento, que é o que queremos impedir. A corrente de ar e as poeiras se deslocam segundo linhas de corrente. Quando encontram um obstáculo, estas linhas de corrente se desviam dele e o contornam. Uma gota d'água de grande volume pode atuar como um obstáculo, desviando as linhas de corrente e impedindo que as partículas batam nela para poderem ser umedecidas e abatidas, como mostra a Figura 2. Se o diâmetro da gota for diminuído, ela deixa de se constituir num obstáculo para o deslocamento das partículas sólidas, que passam a colidir com ela, e são então umedecidas e abatidas. A aspersão adequada é portanto, uma névoa de água.

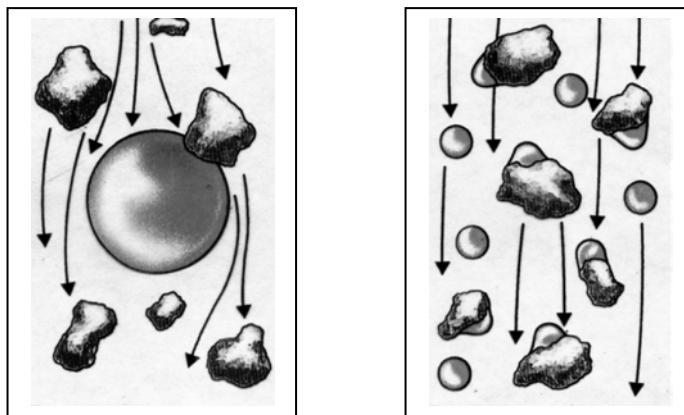


Figura 2 - Efeito do tamanho da gota no abatimento da poeira.

Existem ainda outras maneiras de atacar o problema das poeiras, muitas das quais precisam ser utilizadas em conjunto:

- uso de chutes que confinam o fluxo de partículas: a Figura 3 mostra um chute sanfonado e outro telescópico para serem montados na ponta de transportadores. Este dispositivo impede a ação do vento sobre o fluxo que cai sobre uma pilha e vai sendo retraído à medida que a pilha sobe.

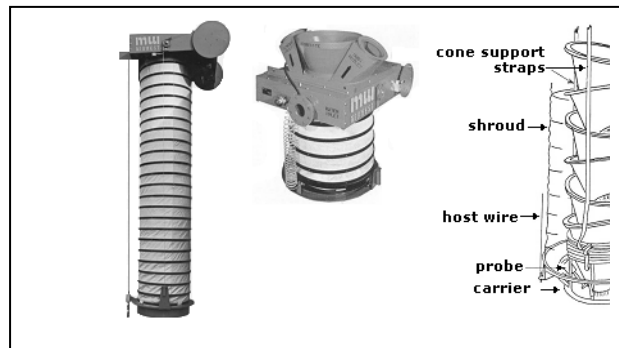


Figura 3 – Chutes confinantes.

Outro problema ambiental recorrente é a disposição dos óleos, graxas e restos de lubrificantes utilizados. Um litro de óleo jogado nos condutos pluviais contamina 1.000 m³ de água! A disposição deve ser cuidadosa, portanto.

A água efluente das baias para lavagem de caminhões e tratores, bem como a água efluente das baias de lubrificação arrastam lâminas de óleo. Elas precisam passar por um dispositivo de contenção, como o mostrado na Figura 4. Antes de serem lançadas na rede local, as águas são encaminhadas para a caixa A. Esta se comunica com a caixa B e só depois de passarem por esta as águas são encaminhadas ao meio ambiente. O projeto faz com que a passagem da caixa A para a caixa B seja feita em nível inferior ao da descarga da caixa A. Assim, os óleos e graxas flutuam na caixa A e não podem passar para a caixa B. Periodicamente eles precisam ser retirados.

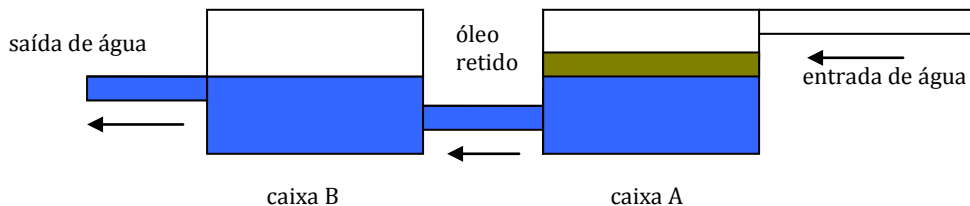


Figura 4 – Caixa de retenção de óleos e graxas.

As águas pluviais costumam arrastar os sólidos particulados mais finos. Por isto, precisam ser contidas dentro dos limites da pedra. Um sistema de valetas de drenagem da área industrial precisa ser projetado, construído e mantido em condições operacionais permanentes. A água drenada deve ser conduzida a um

local de acumulação, onde as partículas sólidas tenham condições de sedimentar até que a água clarificada possa transbordar e ser conduzida aos cursos d'água locais.

Melhor ainda é conter toda a água dentro dos limites da propriedade e recirculá-la internamente. Para isto, evidentemente, é necessário ter área suficiente para a bacia de sedimentação poder acumular toda a água de chuva e fornecê-la, recuperada, com a qualidade necessária.

2.2. Instalações Auxiliares

O paiol de explosivos é uma construção de projeto especial. Existem normas rígidas, do Ministério do Exército, a serem seguidas, dentre as quais destacamos:

- o teto deve ser simplesmente apoiado sobre as paredes, não tendo amarração nenhuma a elas. Em caso de explosão, ele será lançado para cima, protegendo as paredes e as instalações laterais;
- o prédio do paiol deve ser isolado e manter distâncias mínimas com as demais instalações;
- o prédio não pode ter instalações elétricas (nem lâmpadas, nem interruptores) que produzam faísca;
- tanto quanto possível, recomenda-se construí-lo num buraco, de modo que as paredes do buraco sirvam de proteção adicional, em caso de explosão;
- não podem ser guardadas, no paiol, ferramentas ou utensílios, mas apenas os explosivos e acessórios;
- a porta do paiol fica sempre trancada e apenas o encarregado tem a chave.
- periodicamente, o chão do paiol precisa ser lavado. Manchas no chão são decorrentes do vazamento de nitroglicerina das caixas;
- a abertura das caixas de explosivo só pode ser feita fora do paiol, a uma distância mínima de 15 m. Deve-se evitar o uso de ferramentas de metal, nesta operação;
- obviamente, é proibido fumar ou acender fósforos e isqueiros.

O mesmo cuidado precisa ser tomado com referência à proteção contra descargas atmosféricas e aterramento das instalações. A rede de proteção contra descargas atmosféricas (raios) precisa circundar toda a área onde se trabalhe com explosivos, especialmente o paiol. Os pára-raios precisam ser mantidos em condições de uso e especialmente os cabos de aterramento precisam ser

aterrados em solo úmido. Adicionar sal de cozinha ao solo, no ponto de aterramento, costuma ser eficaz em termos de aumentar a umidade do solo naquele ponto.

Além das instalações produtivas, a pedreira terá instalações auxiliares. É preciso levá-las em conta, no projeto e nas estimativas de investimento. Estas instalações não são nada desprezíveis. Valle (1975) relaciona as áreas necessárias para alguns tipos de edifício:

escritórios: 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 digitação - mínimo por digitador (a): 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 desenhista: 7 a 8 m²,

refeitório: 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 m, e as paredes devem ser laváveis até 1,80 m, no mínimo.

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

vias de circulação:

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 caminhões: 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,

* Acredito que este valor é para desenhos feitos em prancheta. Com o advento do “computer aided design” este valor deve cair para 4 ou 5 m².

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

ambulatório: 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 médica 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: as salas de aula devem ter uma área mínima de 1,5 m² por participante e pé direito mínimo de 3 m.

creche: 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.

Plano de fogo

O plano de fogo é a ferramenta básica do engenheiro de minas. Ele quantifica a furação a ser feita, a quantidade de explosivos a ser carregada, o modo de fazê-lo e o sequenciamento das explosões. Trata-se dum trabalho especializado, muitas vezes disponibilizado pelo próprio fornecedor dos explosivos.

Um aspecto para o qual só recentemente passou a ser dada atenção, é que a pedra, apesar do seu aspecto sólido e monolítico, é percorrida por milhares de fraturas. Estas fraturas se constituem em direções principais de fraqueza e podem ser utilizadas para otimizar o desmonte.

Desta forma, o mapeamento das fraturas no maciço e o planejamento do desmonte, tomando em conta as particularidades de cada local (a direção do fraturamento pode mudar dentro do maciço) é uma prática consagrada em muitas companhias. Outrossim, a otimização do consumo de explosivos levando em conta a operação de britagem primária ("*mine to mill*" - *glossário*) permite aumentar a produção do britador primário, diminuir o porte do equipamento e economizar custos operacionais em energia e materiais de consumo, como mandíbulas, mantos e côncavos.

A altura das bancadas e a largura das bermas também precisam ser calculadas, cuidadosamente, de modo a otimizar o trânsito dos equipamentos e a permitir o manuseio seguro da rocha desmontada. A inclinação resultante deve atender as exigências de estabilidade geotécnica para garantir a segurança das pessoas e equipamentos. Pedreiras antigas eram feitas em barrancos muito altos, o que é um absurdo, em termos de engenharia de minas. Esta prática precisa ser corrigida e eliminada!

Em princípio, a instalação deve ser planejada de modo a aproveitar ao máximo a declividade do terreno: os caminhões deveriam sempre descer carregados e subir vazios.

3. AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS E CUSTOS OPERACIONAIS

A palavra "projeto" traz à mente a ideia de um conjunto de planos, especificações e desenhos a partir dos quais uma obra pode ser executada. Isto é verdade apenas para a etapa conhecida como "projeto executivo", que é o projeto que será executado. Antes desta etapa, usualmente precisam ser percorridas outras etapas, que são a pré-viabilidade técnica e econômica, o projeto conceitual e o projeto básico. Os nomes variam de empresa para empresa ou de local para local, mas a ideia é sempre a mesma: existem projetos que não serão executados, mas que são importantes para que se possa tomar a decisão de encarar o empreendimento ou não, e, em caso positivo, conhecer com alguma precisão, o montante de despesas com investimento e custos operacionais. Outra informação importantíssima fornecida por estas etapas é o cronograma de obras e de investimentos.

Muitos fornecedores de equipamentos oferecem a engenharia embutida na venda dos seus produtos. Estes serviços, obviamente, não são grátis: o seu custo, certamente, está embutido no custo da venda. Aceitando esta engenharia feita pelo fabricante, em vez de contratar um consultor ou uma empresa de engenharia independente, o cliente obviamente não está fazendo, portanto, nenhuma economia. Mais do que isto, perde a opção de escolher entre os muitos equipamentos oferecidos no mercado, eventualmente encontrando algum item de outro fabricante que seja melhor adaptado às suas necessidades específicas.

No que se refere à estimativa dos investimentos, é importante ressaltar que a sua precisão aumenta, conforme os trabalhos de engenharia forem sendo cada vez mais completos. Mesmo assim, um projeto executivo, em que o projeto de todas as instalações tenha sido detalhado até o nível necessário para a sua efetiva execução, fornece uma estimativa que ainda não é exata: o erro da estimativa é de +10-5%.

A estimativa feita no projeto executivo foi feita a partir de relações completas de materiais e serviços. Outras estimativas mais grosseiras podem ser feitas para etapas anteriores - etapas de decisão, onde se deseja apenas ter um quantitativo de gastos para decidir se entra no negócio ou se desiste dele.

A regra dos seis décimos, segundo a qual:

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

pode ser usada para estimativas muito preliminares, quando não existir nenhuma informação melhor, exceto o investimento noutra negócio semelhante, mas de capacidade de produ o diferente.

Outra maneira de se avaliar os equipamentos   através de regras análogas   regra dos seis décimos, quando se conhece o valor de equipamentos de mesma natureza (as empresas de minera o dispõem dessas informa es em seus arquivos e as empresas de engenharia dispõem de bancos de dados permanentemente atualizados). O Prof. Mullar da Universidade da Columbia Britânica - (UBC) verificou que, de uma maneira geral, os valores de equipamentos variam segundo a lei:

$$\text{investimento} = a \cdot (\text{parâmetro t pico})^b$$

onde esse parâmetro t pico   área de peneiras, a área da boca de britadores de mandíbulas etc. A Tabela 1 mostra os parâmetros desta equa o para os equipamentos mais comuns, segundo a pesquisa de Parkinson e Mullar (MULLAR, 1978).

Tabela 1 - Parâmetros da equa o do Prof. Mullar.

Equipamento	Capacidade ou Tamanho	Parâmetro	a	b	Observa�o
Britadores c�nicos	2 a 7 ft	diâmetro cone	4,154	1,80	sem motor
Britadores giratórios primários secundários	30 x 65" a 60 x 109"	gape ou d.manto	3,58	1,41	idem
	16 x 50" a 30 x 70"	idem	147,1		idem
Britadores de martelo	9 x 17" a 14 x 25"	abertura alim.	235	0,57	idem
	15 x 25" a 47 x 90"	idem	56,3	0,88	idem
Britador mandíbulas	15 x 24" a 60 x 48"	idem	6,0	1,28	idem
Britador de rolos					s/motor e
pesados	2ft x 40 a 72"	compr.do. rolo	11250	0,20	transmissão
	2,5 ft x 40 a 72"	idem	8120	0,38	idem
	3 ft x 50 a 72"	idem	1700	0,84	idem
leves	2 ft x 30 a 60"	idem	2710	0,37	idem
	2,5 ft x 5 a 100"	idem	1340	0,63	idem
Moinhos de martelos	6 x 4 a 45 x 60"	abertura alim.	217	0,67	s/m, tr. e acionamento

O Manual de Britagem Metso (p. 8-19) fornece os valores de *a* e *b* para os principais equipamentos de sua fabrica o, base US\$, de data não indicada. Por exemplo, para transportadores de correia de 36", entre 5 e 150 m de comprimento, *a* = 300 e *b* = 1,13. O valor de um transportador de 36", de 100 m de comprimento, seria então:

$$\text{valor} = 300.(100)^{1,13} = \text{US\$ } 54.591,03.$$

Este valor, obviamente, precisaria ser corrigido pela variação inflacionária do real e pela variação da paridade do dólar, donde a necessidade de se conhecer a data.

Nossa sugestão 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*, isto é:

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

onde b é o valor fornecido pelo fabricante ou pelo artigo do Prof. Mullar.

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 necessário decidir se vai ou não gastar dinheiro com a jazida.

O mesmo Manual de Britagem Metso fornece uma tabela e gráficos, à p. 8-10, com a incidência média, para as condições brasileiras, dos insumos sobre o custo operacional de instalações de britagem. Estes valores são os seguintes:

	Item	Incidência (%)	
		No item sobre o total	
Perfuração e desmonte transporte britagem			25
			40
			35
	depreciação		20
	pessoal		10
	insumos		70
Insumos	explosivos	19	13
	perfuração	14	10
	peças de desgastes - britagem	13	9
	peças de reposição - britagem	4	3
	combustíveis	9	6
	energia elétrica	10	7
	manutenção de equipamentos	23	26
	de transporte e carga		
	peças e manutenção de TCs	3	2
	diversos	5	4
Total		100	70

Uma obra construída em São Paulo, Belo Horizonte ou no Rio de Janeiro e outra obra idêntica construída na Amazônia terão custos totalmente diferentes. De um lado, a necessidade de transportar todos os materiais para longe dos centros produtores, as dificuldades climáticas, a perda de produtividade do trabalhador, especialmente em função da existência ou não de tradição mineira no local; 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, por exemplo, a revista "Construção" publicam quantificadores dos fatores ditos "geográficos" ou "de localização" que retratam esta influência.

Uma prática usual para a estimativa inicial de investimentos e custos operacionais é a conhecida como método do fatoramento. Faz-se o dimensionamento dos equipamentos principais de processo, selecionam-se-os dentre os equipamentos disponíveis no mercado, obtém-se uma cotação confiável dos mesmos. Os demais investimentos em construção, montagem etc. serão proporcionais ao valor do investimento com a aquisição destes equipamentos. A experiência consolidada ao longo de anos pelas empresas de engenharia, de montagem e pelos fabricantes fornece coeficientes bastante confiáveis.

O Prof. Mullar 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 no valor de US\$ 2,5 milhões de dólares americanos.

Tabela 2 – Método da fatoração (Prof. Mullar).

	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 da Metso fornece à p. 8.20, fatores para o cálculo do investimento e custo operacional em pedreiras, com diferentes capacidades produtivas. A publicação menciona que, a base de cálculo foi dólar americano mas, infelizmente, não menciona de que data, para se poder calcular o efeito inflacionário sobre estes valores. Por isto, reproduzimos apenas os valores percentuais Tabela 3 do investimento e dos custos operacionais.

Tabela 3 – Fatores de composição de investimentos e custos operacionais (% sobre o total).

Setores	Capacidade (t/h)		
	200	500	1000
INVESTIMENTO			
transporte*	30%	41	36
perfuração e ar comprimido	9	6	6
equipamentos	33	32	35
instalação elétrica	10	7	6
bases-prédios-montagem	18	14	16
Total	100	100	100
CUSTOS OPERACIONAIS			
horas trabalhadas / mês	250		
eficiência	80%		
capacidade mensal (t/mês)	40.000	100.000	200.000
consumo + manutenção	13	32	28
m.o. com indiretos	24	18	16
energia elétrica	5	5	7,5
combustível + lubrificante	8	7	7
administração	5	6	8
depreciação**	27	32	33,5
Total	100	100	100

* caminhões e carregadeiras

** 5 anos

4. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO EMPREENDIMENTO

Em suma, a partir da documentação de projeto, seja qual for a sua precisão, é possível estabelecer estimativas de investimento: em equipamentos, montagem eletro-mecânica, construção civil etc. O cronograma estabelecido permite antever a sequência destas obras e operações e a sequência dos dispêndios orçados. É também possível prever os custos de produção, a partir das potências instaladas, mão-de-obra, consumo de combustíveis, lubrificantes, materiais de desgaste, peças de reposição etc.

A partir da entrada em operação, começarão a haver receitas ou entradas de caixa. O documento que mostra esses valores e época de incidência de cada um deles é chamado de "fluxo de caixa". Este é o retrato financeiro do empreendimento. A sua análise é que vai permitir avaliá-lo e concluir pelo interesse ou não da sua implantação. A prática usual é fazê-lo em alguma moeda forte.

Existem inúmeras técnicas de análise de empreendimentos. O método do valor presente calcula o fluxo em cada ano (ou outro período melhor conveniente), e, adotando uma taxa de descontos (que é a taxa de juros que a empresa conseguiria obter se aplicasse o mesmo dinheiro no mercado financeiro), traz os valores futuros para o valor presente. Se o valor presente for positivo, o projeto rende mais que o dispendido no empreendimento e então é atrativo àquela taxa de descontos.

O método da taxa interna de retorno faz o mesmo, adota uma taxa de descontos, mas calcula a taxa de juros que torna o valor presente igual a zero. Quanto maior a taxa de retorno, maior o interesse do empreendimento. Para novos empreendimentos ou negócios diferentes do usual, os grupos empresariais definem taxas mínimas de retorno para considerar um investimento atrativo.

O método do "pay back time" calcula o tempo de retorno do investimento, isto é, o tempo em que o lucro decorrente do processo produtivo reembolsa (paga) o investimento inicial. Este é talvez o método que mais significado tem para nós, não versados nos mistérios desta arte que é a Economia.

Finalmente, um método pouco usado, mas que também existe, é o da série equivalente: o fluxo de caixa é transformado em uma série de dispêndios ou entradas que seja equivalente, do ponto de vista financeiro, a ele (fluxo de caixa). Se positiva a série, o projeto dá lucro; se negativa, é anti-econômico.

O que se despreza, muitas vezes, por ser impossível de quantificar em termos econômicos, ou por ser difícil de avaliar o seu efeito, são os aspectos ditos "imponderáveis", tais como: esforço para permanecer na liderança de um mercado, tentativa de impedir que um concorrente entre no negócio, vaidade pessoal, pressões políticas, ecológicas ou culturais etc. Estes imponderáveis podem entretanto decidir, para o empreendedor, a entrada ou a saída no negócio.

Como cada uma das etapas de estimativa tem um erro, é possível fazer diferentes fluxos de caixa. Por exemplo, se a estimativa está afetada de um erro de -20 +30 %, teríamos três estimativas de investimento a colocar no fluxo de caixa:

- uma estimativa pessimista = investimento calculado + 30 %,
- estimativa otimista = investimento calculado - 20 %,
- estimativa central = investimento calculado.

O mesmo se aplica aos custos operacionais. Assim, é possível gerar diferentes fluxos de caixa, cada um referente a uma dose de otimismo ou pessimismo introduzida nele. A composição dos indicadores econômicos fornecidos por estas avaliações é o que se chama de análise de sensibilidade do empreendimento.

Um fator que é importante de considerar é o efeito financeiro dos atrasos ou adiantamentos da entrada em operação (atrasos no cronograma). É importante fazer simulações de fluxo de caixa, considerando os atrasos possíveis para a entrada em operação do empreendimento e medindo o seu efeito sobre os indicadores financeiros.

Qualquer planilha eletrônica permite elaborar fluxos de caixa e calcular os indicadores econômico-financeiros. Existem softwares mais sofisticados que permitem introduzir a variabilidade da estimativa e atribuir-lhe uma probabilidade de ocorrência.

5. 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 port-fólio de investimentos para o próximo período.

Externamente à empresa, esta documentação é submetida aos agentes governamentais, com vistas à obtenção de licenciamento para instalação ou funcionamento. Frequentemente, ela é submetida aos agentes financiadores, para a obtenção de recursos ou de favores fiscais.

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.

A consideração do relacionamento do empresário com o governo ou com a comunidade é importante e afeta também a 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 vôo, ele tem combustível para voar uma certa distância. Existe um ponto onde ele já consumiu mais combustível do 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. 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANUAL DE BRITAGEM, Metso Minerals, Sorocaba, 2005, 6ª edição.

HERRMAN, C. Manual de perfuração de rocha, São Paulo, Polígono, 1972, 2ª edição.

VALLE, C. E. Implantação de indústrias. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975.

MULAR, A. L. The estimation of preliminary capital costs. In: MULAR, A.; BHAPPU, R. B. (ed.) Mineral processing plant design, New York, SMW/AIME, 1978, chapter 3, p. 52-70.