

3. ESTIMATIVAS DE INVESTIMENTO E CUSTOS OPERACIONAIS E SUA PRECISÃO RELATIVA

Liddle, 1978, tabela ..., mostra as precisões que diferentes autores ou instituições atribuem às estimativas de investimento em projetos de indústria química e compara com as suas. O autor chama a atenção para o fato de que a nomenclatura adotada lança confusão entre a precisão da estimativa e a sua finalidade. Isto é verdade e temos que ter cuidado para não sermos envolvidos neste erro.

Tabela ... – precisão das estimativas (%)

precisão	AACE	I Ch Eng	Park	William	Wilson	Liddle
nível 1	5	7,5	7,5	5		6
nível 2	10	10	10		12	15
nível 3	20			14	20	
nível 4	30	30	30	25		25
nível 5	50			35	30	40

De qualquer forma, quatro níveis são usados de maneira generalizada:

- um nível com precisão das estimativas de investimento em torno de $\pm 5\%$, que recebe vários nomes, mas que corresponde ao projeto executivo,
- um nível com precisão entre ± 10 e $\pm 15\%$, chamado de orçamento definitivo, correspondente ao projeto básico,
- um nível entre ± 20 e $\pm 30\%$, chamado de orçamento preliminar ou grosseiro, e,
- um nível entre ± 30 e $\pm 50\%$.

AZEVEDO (1979) estabelece cinco níveis de estimativa, conforme mostrado na figura 8, que correspondem às etapas que ele chama de:

- avaliação preliminar: +40 - 20% ("ordem de grandeza"),
- projeto conceitual - primeira avaliação: +30-15% ("estimativa de estudo"),
- projeto conceitual - segunda avaliação: +20-12% ("estimativa definida"),
- projeto básico: +15 - 10% ("estimativa de controle"),
- projeto executivo: +7 - 5% ("estimativa firme").

Figura 8 – outra avaliação de precisão das estimativas

- "pre feasibility", correspondente à nossa primeira avaliação dentro do projeto conceitual, $\pm 30\%$, com um custo correspondente a entre 0,1 e 0,2% do investimento total;
- "feasibility", correspondente à nossa segunda avaliação dentro do projeto conceitual, ± 15 a 20 %, com um custo de entre 1 e 2% do investimento total. Comenta a revista que, até este momento terão sido feitos, em todas as atividades referentes ao projeto, cerca de 10 a 15% do dispêndio total.

ULATOVWSKY, 1977, e seus colaboradores, renomados profissionais da área, descrevem as seguintes fases do trabalho e as precisões correspondentes para as estimativas e dispêndios em cada etapa:

- "preliminary feasibility" - primeira avaliação dentro do projeto conceitual - $\pm 30\%$, 0,02 % do investimento total;
- "final feasibility" - segunda avaliação dentro do projeto conceitual - $\pm 20\%$, 0,6% do investimento;
- "definite estimate" - projeto básico, $\pm 10\%$, 2,4% do investimento total. Os autores comentam que 10,4% do investimento total já terá sido feito e que cerca de 50% do trabalho de engenharia já terá sido cumprido;
- "detailed engineering" - projeto executivo, $\pm 5\%$, 5,7% do investimento total.

Uma qualificação técnica da conceituada empresa Milder-Kaiser Engenharia (MILDER KAISER, s/d), hoje extinta, comparava as exigências de informações necessárias para se obterem estimativas nos diferentes níveis de precisão. Passamos a resumir as considerações contidas no texto da qualificação sobre a maneira de realizar este trabalho.

Sua estimativa de tipo I corresponde à nossa avaliação preliminar. Para esta estimativa não são gerados desenhos, apenas esboços. Os fluxogramas adotados são fluxogramas de instalações conhecidas e as listas de equipamentos, preparadas a partir dos mesmos. As cotações são tomadas por telefone - não são solicitadas propostas aos fornecedores. Eventualmente, nem isso se faz, aplicando-se a regra dos seis décimos, outra semelhante, ou gráficos como os mostrados anteriormente.

Investimentos em construção civil são feitos por estimativas de área construída, volume de concreto e aplicando valores de custo unitário. Investimentos em instalação são calculados como uma porcentagem dos valores dos equipamentos. A instalação elétrica é orçada por HP instalado.

Finalmente, usam-se porcentagens do valor acumulado para estimar os custos de projeto, suprimentos, trabalho de campo e coordenação.

O profissional adequado para conduzir esse serviço, segundo eles, é alguém que conheça em profundidade o assunto específico e que também tenha trânsito junto aos fornecedores de equipamentos e serviços. Ele dependerá muito do banco de dados da empresa de engenharia - valores percentuais, índices, custos unitários - e da experiência recente da sua equipe, para atualizá-los.

Essa empresa de engenharia adotava valores de contingência - neste tipo entre 20 e 25 % no orçamento de estruturas e 10 - 15 % para equipamentos. Estes valores são fatores de segurança sobre as estimativas feitas, não significando que seja esta a precisão da estimativa - mesmo porque as contingências sempre se somam. O texto utilizado salienta que

"uma estimativa do tipo I pode ser adequada para rejeitar o projeto, mas raramente o é como ponto positivo para a aceitação deste ... Uma estimativa do tipo I é usada frequentemente para uma comparação preliminar de alternativas e geralmente descreve uma instalação hipotética. Raramente se torna base, até mesmo para o projeto conceitual ..." (11).

Para a estimativa de nível II é necessário estar definido um fluxograma próprio para o minério em questão, estar definido o balanço de massas correspondente e definidos

os equipamentos principais de processo. São necessários também os desenhos de arranjo geral da instalação e uma lista preliminar de equipamentos.

São feitas cotações dos equipamentos, sem haver entretanto pedidos de compra ou especificações. Geralmente, apenas um fornecedor é consultado.

Os desenhos de arranjo permitem fazer levantamentos quantitativos aproximados e a partir desses quantitativos, usando valores unitários e fatores de localização, é possível estimar os custos de construção, montagem e instalação. Entretanto, para muitos custos indiretos, ainda se empregam valores percentuais.

"É conveniente, dependendo do local, iniciar já nesta ocasião as conversas com os concessionários de serviços públicos para poder bem avaliar a disponibilidade desses serviços, o eventual prazo necessário para o seu fornecimento e o custo correspondente".

O perfil do profissional encarregado desse serviço é semelhante ao do encarregado da etapa anterior. Agora ele deverá ser apoiado por profissionais da área complementar (lavra-beneficiamento-geologia) e terá que ter apoio para a elaboração dos desenhos e das estimativas civis e eletromecânicas.

As contingências incluídas são de 15 - 20 % para estruturas e até 10 % para equipamentos e instalações.

"Uma estimativa do tipo II pode ser a indicada para determinar a viabilidade, mas pode não ser a adequada para orçamentar o projeto ... Uma estimativa do tipo II geralmente escreve uma instalação conceitual que *poderia ser construída* ao invés de uma instalação que *será construída*" (11).

Para a estimativa de tipo III é necessário um fluxograma e balanço de massas definidos a partir de ensaios de bancada, mas preferencialmente em ensaios em usina piloto (11). São feitas listas de equipamentos e desenhos de arranjo, apoiados por desenhos de tubulação e diagramas elétricos unifilares. "Não são preparadas especificações de equipamento, nem solicitadas propostas de vendedores, entretanto, devem ser obtidas cotações de preços, de mais de um vendedor para cada item" (11). Os custos de instalação dos equipamentos são estimados a partir dos respectivos pesos, com base na experiência anterior da empresa. Já os investimentos em eletricidade e em tubulações podem ser baseados nas metragens respectivas.

Já não se pode mais falar de um profissional responsável pelo serviço, mas de uma equipe. As contingências individuais são eliminadas, restando uma contingência total da ordem de 15 %.

"Uma estimativa do tipo III geralmente descreve a instalação que *será construída*" (11) e não a instalação apenas conceitual. Os desenhos preparados servirão de base para o projeto detalhado.

Finalmente, a estimativa de tipo IV deve ser feita por equipes especializadas nesse mister. A documentação exigida para ela corresponde a 25 % ou mais da documentação total necessária para a execução do projeto. Os quantitativos são levantados e se obtêm cotações de estrutura metálica e concreto. São solicitadas propostas formais para os fornecedores de equipamento, mediante especificações definitivas. É feito o orçamento da instalação e montagem eletro-mecânica. Os salários locais devem ser conhecidos. As contingências devem ser reduzidas a um mínimo, nunca mais que 10 %.

"Serão necessários desenhos de detalhamento adicionais, mas os desenhos e estimativas fornecidas pela de tipo IV são para a *instalação que será construída* e, neste estágio, as modificações serão mínimas".

4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO INVESTIMENTO

Além do objetivo técnico, que é o que mais sensibiliza a nós técnicos, as etapas de tomada de decisão, projeto conceitual e básico visam, fundamentalmente, fornecer uma avaliação do negócio, em termos financeiros. Daí a preocupação com as precisões das estimativas de investimento que são obtidas em cada uma destas etapas, conforme discutido no capítulo anterior.

Em suma, a partir da documentação de projeto é possível estabelecer estimativas de investimento: em equipamentos, montagem eletromecânica, 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 conclusão do projeto e entrada em operação, começam a haver receitas ou entradas de caixa. Até então ocorrem apenas despesas.

O documento que mostra esses valores e época de incidência de cada um deles é chamado de "fluxo de caixa". Ele 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 dólares americanos ou em alguma outra moeda forte.

A figura 10 é um fluxo de caixa fictício, típico de investimento mineiro. Note o peso dos encargos tributários. A quota de exaustão é um benefício fiscal, hoje suspenso para novos empreendimentos.

Figura 10 -fluxo de caixa

Existem inúmeras técnicas de análise de empreendimentos. Cada uma delas tem partidários apaixonados, que a julgam melhor do que as outras e depreciam todas as demais. Creio que isto é um exagero e que para cada tipo de negócio existirá uma maneira melhor de analisar o fluxo de caixa correspondente.

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 que foi dispendido nele e então é atrativo *àquela taxa de descontos*. De dois projetos alternativos, o que tiver maior valor presente é o mais interessante.

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. Em mineração de aluvião, são frequentes valores de 25 % a.a. (em dólares !). Para negócios conhecidos evidentemente os números são bem menores.

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 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. 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*. A figura 11 mostra o mesmo fluxo de caixa da figura 10, com um erro para mais de 15 % nas estimativas de investimento. Todas as demais informações permaneceram as mesmas. A taxa interna de retorno cai de 6 para 3% e o valor presente, de 7.692 para 3.920 milhares de unidades monetárias.

Figura 11 – análise de sensibilidade

Um fator que é importante de considerar é o efeito financeiro dos atrasos ou adiantamentos da entrada em operação. 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. Isto é especialmente crítico na região amazônica, onde as estações chuvosas podem acarretar atrasos irreversíveis. A figura 12 mostra novamente a planilha da figura 10. Os valores permanecem os mesmos, mas considera-se um atraso de 1 ano na implantação. Isto faz a taxa de retorno cair para 3% e o valor presente cair para 3.920. O prejuízo deste atraso de 1 ano para o empreendimento é portanto mais grave que o decorrente do erro da estimativa de investimento !

Figura 12 – efeito do atraso no fluxo de caixa

Qualquer planilha eletrônica permite confeccionar 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. OUTRAS ATIVIDADES LIGADAS AO PROJETO

Como parte integrante das atividades de engenharia existem outras atividades, que são:

a - suprimentos: consiste no suprimento direto e indireto dos recursos materiais, humanos e metodológicos necessários à execução da obra, pelo preço mais conveniente, dentro do prazo previsto e de acordo com a qualidade exigida. Noutras palavras, *colocar na obra os equipamentos, materiais e serviços necessários para que ela esteja em operação no prazo desejado, dentro do orçamento previsto e cumprindo o desempenho exigido.*

As atividades de suprimento em projetos de mineração via de regra são afetadas pela localização da mina. Muito frequentemente a coordenação de tráfego é aspecto crítico, devido à precariedade dos acessos, insuficiência de capacidade das pontes, necessidade de transporte fluvial, impossibilidade de tráfego na estação chuvosa etc.

Via de regra, os equipamentos são todos adquiridos no Brasil, embora em certas situações alguns itens exijam projeto específico, o que muitas vezes acarreta prazos longos de fabricação. O número de itens a suprir é usualmente grande.

A contratação de serviços em mineração é muitas vezes dificultada ou encarecida pelo grande número de contratos necessário, pela dificuldade de acesso ao local e pela precariedade da infraestrutura.

A existência de inúmeros incentivos fiscais exige um tratamento do assunto por especialistas, de modo a possibilitar tirar o máximo proveito dos benefícios legais disponíveis.

b - gerenciamento da implantação: compreende todas as atividades necessárias à materialização das, até esse momento, ideias, concebidas durante as etapas anteriores. Destacamos as seguintes atividades:

- *processo de licitação das empreiteiras* para a prestação dos serviços das diferentes especialidades necessárias à implantação do projeto (investigações geotécnicas, terraplenagem, obras civis, montagem eletromecânica etc.), o que compreende desde a elaboração das cartas-convite até a contratação propriamente dita.

- *planejamento e controle da implantação*, com a emissão das redes lógicas de atividades e interrelação entre as diversas especialidades (PERT-CPM), cronogramas mestre e detalhados e relatórios mensais de acompanhamento.

- *controle de custos*: partindo de uma estimativa global de dispêndios, detalhada por atividades e por centros de custos (PBS), é feito o acompanhamento mensal dos custos incorridos e confrontado o realizado com a previsão original. Isto permite corrigir as previsões e tomar providências em tempo hábil para corrigir distorções ou prevenir "estouros" orçamentários.

- *fiscalização da construção e montagem*: compreende a medição e o controle de qualidade dos serviços prestados por terceiros, confrontando-se-os com os parâmetros estabelecidos no projeto. Compreende ainda controles diários de avanço, liberação de ordens de serviço (novas frentes) em obediência à rede lógica e a liberação de pagamentos das empreiteiras com base nas medições mensais (quando for esta a regra do contrato).

Da mesma forma, o isolamento e a falta de infraestrutura dificultam também estas atividades. Há a considerar que é muito frequente o projeto mineiro se atrasar por ter de ser executado em locais de intensa pluviosidade - que muitas vezes provoca danos a serviços já prontos, ou atrasos imprevistos - aumentando consideravelmente os prazos e custos de implantação.

Característicos do empreendimento mineiro são também os grandes volumes de terraplenagem a serem executados, principalmente nos trabalhos de preparação da mina,

bem como os erros de avaliação da classificação dos materiais (primeira, segunda ou terceira), devido à falta de informações. O isolamento e a distância fazem com que sejam necessárias grandes oficinas e almoxarifados.

c - serviços pós-contrato: consistem em serviços adicionais solicitados depois de cumprido o escopo do projeto executivo, tais como adaptações ou modificações do projeto durante as obras ou no início de operação, substituição de itens, desenhos "as built" etc.

d - pré-operação e posta-em-marcha: consiste na recepção dos serviços, testes de desempenho dos equipamentos, teste de comissionamento das instalações, recrutamento, seleção e treinamento do pessoal de operação.

Dificuldades típicas a enfrentar são a falta de tradição mineira no interior do nosso Brasil: lavradores são transformados em operários de mineração, com todos os desajustes decorrentes. Técnicos e operários especializados têm que ser recrutados de outros lugares e transferidos, tendo que se adaptar às condições locais.

Ademais, pequenas comunidades são subitamente "inchadas" pela chegada de milhares de forasteiros, sem compromisso nenhum com a comunidade ou com seus valores culturais e sociais, gerando inflação e conflitos com a população original.

e - seguros (VALLE, 1975, p. 257-8): as companhias seguradoras definem um ramo denominado "riscos de engenharia", que ampara os construtores, montadores e empreendedores contra as perdas e danos decorrentes de eventuais problemas na construção, montagem eletromecânica ou quebra de máquinas.