



**ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

***TENDÊNCIAS ATUAIS NO
GERENCIAMENTO DE PROJETOS
DE MINERAÇÃO***

2000

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
EPUSP - ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PMI-500 TRABALHO DE FORMATURA
PROFESSORES: DOUTOR GIORGIO DI TOMI E DOUTOR LUIZ HENRIQUE
SANCHEZ
ORIENTADOR: PROF. DR. ARTHUR PINTO CHAVES

TENDÊNCIAS ATUAIS NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE MINERAÇÃO

Octávio Deliberato Neto – NUSP 1587077

São Paulo
12/17/00

TF-2000

D379A

Synce 1445461

M2000D

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700005466

“Reger é traçar projetos no nada – com sua batuta ou com suas mãos – que são interpretadas como mensagens instrutivas por caras usando gravatas borboletas, quando desejariam estar pescando.”

- Frank Zappa

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Octávio Deliberato Filho e Sandra Deliberato, pela paciência e dedicação ao longo de suas vidas.

AGRADECIMENTOS

- Prof. Dr. Arthur Pinto Chaves, pela inestimável e experiente orientação ao longo da elaboração do texto;
- Mitsuo Nakamura, engenheiro de minas, pelos comentários valiosos durante a concepção do trabalho;
- Carla Cristina Ribeiro, cujo auxílio na formatação do texto foi imprescindível e;
- Aos demais parentes, amigos e colegas de trabalho não nominados mas que, direta ou indiretamente, contribuíram e acreditaram na realização deste trabalho.
- **A Deus, que por sua misericórdia torna tudo possível.**

Sumário

INTRODUÇÃO	1
1 – O PROJETO	2
2 – DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS	6
2.1 – FASE I – CONCEITUAÇÃO	6
2.2 – FASE II – PLANEJAMENTO	9
2.3 – FASE III – IMPLEMENTAÇÃO	12
2.4 – CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS	19
3 – GERÊNCIA DE PROJETOS	19
3.1 – COORDENAÇÃO	19
<i>Estruturas das equipes</i>	19
<i>Planejamento</i>	22
<i>O PBS</i>	23
<i>Relatórios de progresso</i>	25
3.2 – REMUNERAÇÃO DE SERVIÇOS	25
<i>Preço global</i>	26
<i>Reembolso de custos mais remuneração porcentual</i>	26
<i>Reembolso de custos mais remuneração fixa</i>	26
<i>Tarifa horária</i>	27
3.3 – ESTIMATIVA E LEVANTAMENTO DE INVESTIMENTOS	27
<i>Regra dos seis décimos</i>	27
<i>Fatoração</i>	28
<i>Curvas e índices da literatura</i>	28
<i>Tomadas de preço</i>	29
3.4 – EQUALIZAÇÃO DE PROPOSTAS	30
4 – ANÁLISE ECONÔMICA DO PROJETO	30
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
APÊNDICES	36
A1 – USO DO COMPUTADOR EM PROJETOS	36
A2 – AUTOMAÇÃO EM EMPREENDIMENTO MINEIROS	36
<i>A automação e o engenheiro de minas</i>	36
<i>Conseqüências sociais do emprego da automação</i>	36

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente texto é apresentar as fases envolvidas durante a elaboração de um projeto industrial, com enfoque particular a projetos de mineração. Todas as fases são discutidas em detalhe, desde sua natureza até os trabalhos que porventura deverão ser executados, bem como a precisão relativa de cada etapa.

Embora não se trate de um manual que ensine a fazer projetos, desde sua concepção até sua implantação, o texto discute as fases de maneira cronológica e clara, incluindo também os controles comumente usados no desenvolvimento de um projeto industrial.

Finalmente, há itens adicionais referentes ao uso de computadores e à automação industrial, com referências não somente técnicas, mas também sociais sobre estes assuntos. Como o texto trata da condução de projetos e não de automação especificamente, estes tópicos não são tratados em profundidade.

1 – O Projeto

O termo projeto é comumente associado a duas idéias distintas. A primeira idéia está relacionada à necessidade de se apresentarem documentos e informações a órgãos governamentais e agentes financiadores com o objetivo de conseguir apoio legal, favores fiscais e financiamentos. Neste contexto o termo projeto está mais relacionado a um conjunto de análises e considerações sob a forma de um ou mais relatórios e cuja vida termina com a aprovação ou a rejeição destes documentos.

A segunda idéia está associada ao conjunto de estudos e tarefas que vão desde a concepção inicial de uma idéia até a sua concretização na forma de um empreendimento em operação. Podemos então definir um projeto de engenharia como sendo um conjunto de documentos auto-suficientes para que alguém possa executar a obra conforme concebida. O termo projeto inclui, portanto, como uma parte apenas, o sentido que os órgãos governamentais costumam dar a projetos.

As atividades de um projeto consistem no levantamento de informações necessárias, execução de cálculos e desenhos, conceituação dos processos envolvidos, desenvolvimento dos mesmos até o nível de execução e implantação do projeto de acordo com o planejado. A figura 1 apresenta os principais componentes de um projeto industrial. No caso da mineração, podemos destacar algumas atividades peculiares:

- a identificação das ocorrências minerais;
- a avaliação correta do jazimento (volumes, geometria, teores);
- projeto de lavra;
- projeto de beneficiamento;
- a minimização dos impactos ambientais;
- a recuperação ambiental da área minerada;
- a implantação da infra-estrutura;
- a operação dos sistemas de apoio necessários.

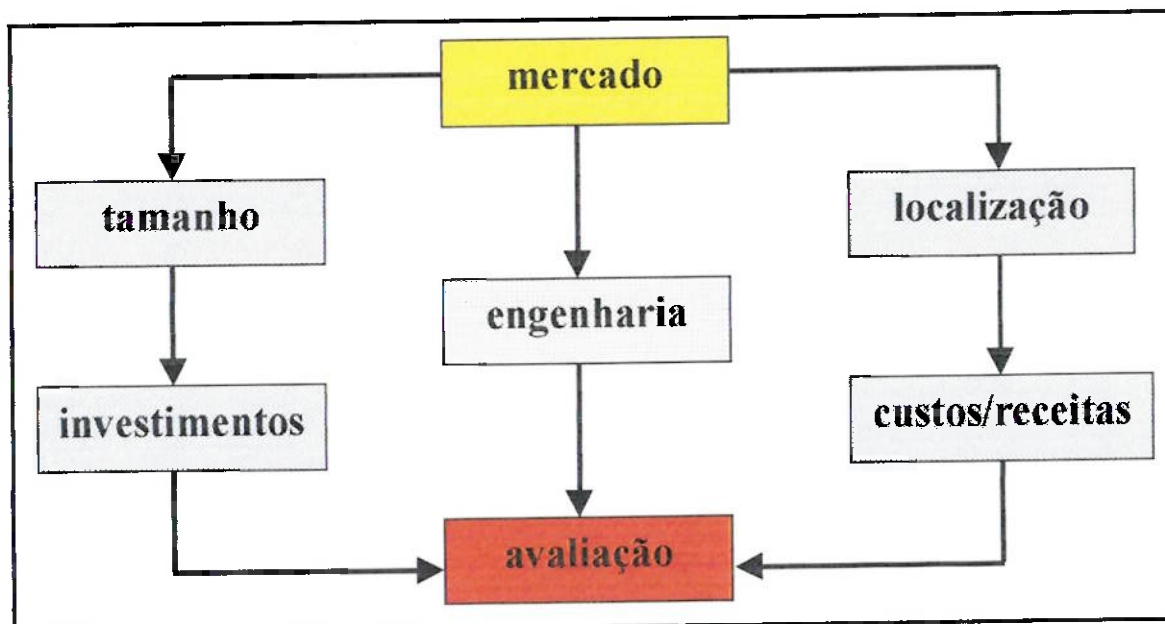


figura 1 – Componentes de um projeto industrial

Em princípio, todas estas atividades devem ser desenvolvidas por equipes especialmente organizadas e devidamente treinadas para a execução das mesmas. Estas equipes podem estar estruturadas em grupos de engenharia, o que é muito conveniente uma vez que a maioria dos projetos exige a participação de diversas especialidades técnicas e um grupo de profissionais assim estruturado trabalha com máxima produtividade, além de possuírem rotinas de controle de qualidade da documentação emitida. Ainda mais, os projetos executados geram um banco de dados que agiliza e barateia os projetos subsequentes.

Por outro lado, desviar um profissional da produção da execução de suas tarefas diárias para a elaboração de documentos de projeto acarretará um prejuízo para ambas as atividades, uma vez que os conhecimentos técnicos e o raciocínio de quem opera um sistema geralmente não são os mesmos de quem os projeta.

Assim, a situação de quem tem que tomar as decisões relativas a um projeto mineiro novo é, no mínimo, incômoda, uma vez que a indústria de mineração apresenta as seguintes peculiaridades:

- alto custo de investimento;
- intensidade capitalística elevada;
- longo período de pré-produção, o que acarreta um alto risco;

- recursos não renováveis;
- impactos ao meio ambiente.

A solução consiste em trabalhar por aproximações sucessivas de modo que, em cada passo, sejam tomadas as decisões inadiáveis e definidas as providências necessárias para aumentar o conhecimento sobre a jazida ou outro tópico em evidência no momento: caracterização tecnológica do material, aspectos mercadológicos, características do beneficiamento, etc. A figura 2 mostra a sucessão de atividades segundo este método. Queimar etapas sempre acarretará num aumento do risco envolvido ou dos gastos incorridos antes de uma eventual desistência.

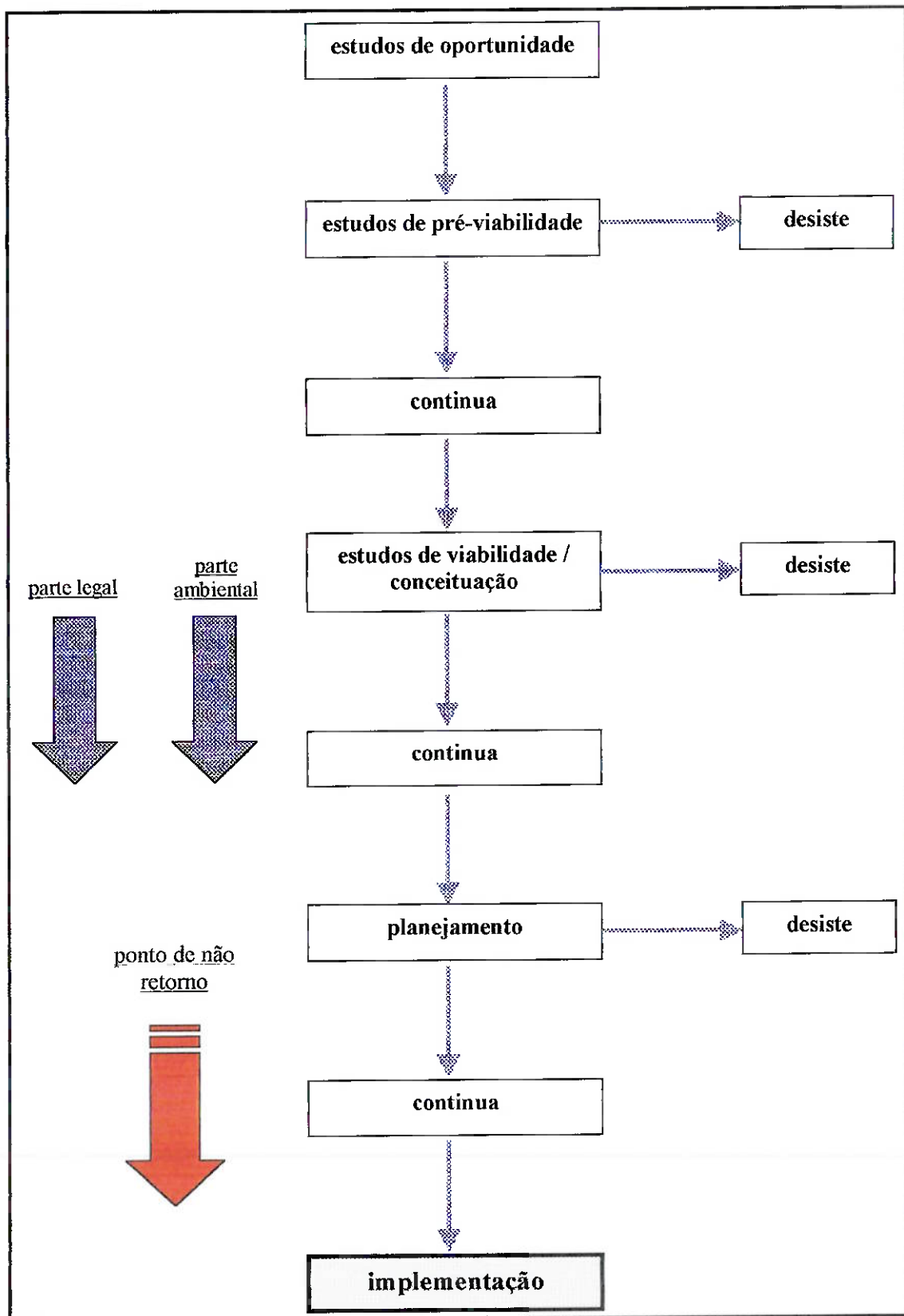


figura 2 – As diferentes fases de um projeto mineiro

2 – Desenvolvimento de projetos

2.1 – Fase I – Conceituação

Uma vez tomada a decisão de prosseguir com o empreendimento, todas as informações disponíveis são analisadas e se estabelece, a nível de hipótese de trabalho, o fluxograma de processo e os balanços de massas preliminares.

Definida a escala de produção já é possível trabalhar num método de lavra e assim estabelecer um plano de lavra inicial e demais características da jazida em questão, tais como área de início da lavra, acessos, método de transporte, equipamentos a serem utilizados, etc.

São então elaborados desenhos preliminares de arranjo da mina e demais instalações e o plano diretor do empreendimento. Embora os desenhos sejam simplificados, contêm as informações e definições muito importantes para o projeto, tais como:

- área de início da lavra;
- localização da usina de beneficiamento;
- localização do bota-fora;
- localização das drenagens, etc.

As informações sobre equipamentos e materiais auxiliares, projeto elétrico, instrumentação, acessos, infra-estrutura corporativa, etc. devem ser mínimas visando somente uma caracterização do empreendimento. Nesta fase é muito comum o uso da fatoração na estimativa de investimentos. A tabela 1 apresenta números do professor Muller para usinas de tratamento e a última coluna representa a variação em relação à fatoração aplicada na estimativa do investimento de uma unidade produtora de brita no valor total de USD 8.985.500,00.

tabela 1 – Exemplo de aplicação do método da fatoração

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

* exclui utilidades

** exclui iluminação

*** inclui serviços mecânicos e iluminação

A mina e a usina de beneficiamento serão estudadas com foco no conceito, ou seja, nas premissas colocadas desde o início da decisão de empreender, e os detalhes serão deixados para mais tarde de modo que possam atender às necessidades do empreendimento. A infra-estrutura corporativa, por exemplo, pode ser definida a partir do número de trabalhadores nos setores produtivos e do m² que um funcionário administrativo demanda. Outras benfeitorias que podem ser estimadas com base em índices m²/pessoa são:

- refeitório;
- estacionamento;
- ambulatório;
- centro de treinamento;
- creche, etc.

Estas atividades têm como objetivo:

- fazer uma avaliação econômica preliminar do empreendimento;
- definir o local de início da lavra;
- definir as características básicas da usina de beneficiamento;
- especificar o escopo e o custo das etapas subsequentes do projeto;
- elaborar o cronograma geral do empreendimento;

- programar ensaios tecnológicos e pesquisas geológicas adicionais;
- fazer uma avaliação preliminar do impacto ambiental e identificar os principais agentes.

Os aspectos fundamentais do projeto devem receber toda a atenção, de modo que somente o realmente necessário para a compreensão do empreendimento deve ser analisado por uma equipe sênior.

Ao fim da conceituação, as seguintes informações são geradas:

- análise da situação atual;
- identificação dos influenciados pelo projeto;
- definição dos produtos;
- identificação dos *milestones*;
- arranjo geral da usina de beneficiamento;
- fluxogramas e balanços de massas;
- características básicas, tamanho e quantidade dos equipamentos principais envolvidos;
- definição preliminar das benfeitorias, incluindo áreas e métodos construtivos;
- avaliação preliminar do impacto ambiental;
- estimativa dos custos do projeto;
- identificação e avaliação de riscos.

São elaboradas especificações técnicas para tomada de preços e os fabricantes de equipamentos são consultado e enviam cotações preliminares. Concluída toda a conceituação, todas as características fundamentais do empreendimento foram exaustivamente analisadas e discutidas entre cliente e equipe de projeto.

Tomada a decisão pela continuidade do projeto, passa-se então para o fase de planejamento. Os custos e o comprometimento começarão a crescer aceleradamente.

2.2 – Fase II – Planejamento

Do ponto de vista da mineração, a fase conceitual se ocupou da parte nobre do trabalho, ou seja, dos pontos realmente importantes e que diferem o empreendimento dos demais. O planejamento consiste então numa complementação da conceituação e com o desenvolvimento de soluções para problemas que ainda não haviam sido considerados. A fase de planejamento visa reunir as informações iniciais relativas a um empreendimento e estudá-las em mais detalhe para apresentá-las de forma ordenada sob o aspecto de desenhos preliminares, memoriais descritivos e critérios de projeto. Via de regra, os documentos técnicos gerados nesta fase permitem preparar cronogramas mais detalhados, já com atividades listadas para cada *milestone*, e estimativas de custo do projeto com maior precisão, gerando assim cronogramas de desembolso e cronogramas físico-financeiros.

A primeira etapa desta fase consiste em definir os equipamentos principais de produção, seu arranjo físico e o plano diretor geral da instalação. Nesta fase coletam-se dados sobre peso de equipamentos, capacidade de produção, consumo energético e de utilidades e sistemas de tratamento de água e efluentes.

Usualmente esta fase inclui requisições de certos equipamentos principais – os mais críticos quanto a prazos de entrega – visando minimizar os prazos do empreendimento. O detalhamento obtido nesta etapa permite obter cotações mais firmes de fornecedores de equipamentos principais de processo e produção, bem como das obras civis. Já é possível revisar o estudo de viabilidade econômica e aumentar sua precisão, sucedendo-se então nova tomada de decisão com relação à continuidade do projeto. Já foram apresentados os seguintes documentos: EIA/RIMA (ou RCA/PCA) e PAE. O PRAD já foi elaborado e provavelmente a licença de desmatamento já foi obtida junto ao IBAMA.

Ao fim esta fase devem estar concluídos os seguintes trabalhos:

A) PROCESSOS E SISTEMAS

- critérios básicos de projeto;
- balanços de massa e energia;
- fluxogramas de processo;
- diagramas P&I;
- lista de equipamentos principais e auxiliares;
- lista de motores;
- filosofia de controle das unidades;
- diagramas lógicos de controle;
- requisitos de controle de processo, de operação e de alocação de controles;
- diagramas de utilidades;
- estimativa preliminar de potência instalada por área;
- classificação das áreas;
- definição dos sistemas auxiliares (proteção contra incêndio, proteção atmosférica, etc.).

B) EQUIPAMENTOS

- definição de pacotes de fornecimento de equipamentos;
- cálculos mecânicos de vasos de pressão e tanques;
- especificações gerais para pintura, isolamento térmico e revestimentos.

C) MECÂNICA E TUBULAÇÃO

- *layouts* preliminares de cada unidade;
- estudos de localização de rotas de tubulação, dutos de ventilação e bandejas para cabos;
- especificação de materiais de tubulação.

D) ELETRICIDADE

- critérios de projeto;
- localização das fontes de energia, centros de distribuição e cargas;
- separação das cargas em prioritárias e não prioritárias;
- definição das fontes de energia: concessionária, geração própria e de emergência;

- seleção de tensões.

E) INSTRUMENTAÇÃO

- lista de componentes;
- instruções para seleção de válvulas de controle;
- definição do controle em fluxogramas (em conjunto com o processo);
- elaboração da instrumentação em fluxogramas;
- lista de alarmes;
- arranjos de painéis e cubículos;
- elaboração de diagramas lógicos (em conjunto com o processo).

F) ARQUITETURA

- critérios de projeto.

Dito tudo isto, faz-se interessante discutir aqui o conceito de ponto de não retorno (*point of no return*). Conforme o que já foi escrito, o conceito de projeto também pode estar vinculado ao conjunto de documentos que, internamente, será apresentado à Diretoria da empresa para aprovação e, externamente, ao conjunto de documentos que será apresentado aos órgãos governamentais para aprovação e aos agentes financiadores visando a obtenção de favores fiscais.

O objetivo é, então, obter as vantagens pretendidas. No desenvolvimento do projeto, em algum momento, o empresário estará tão comprometido com os órgãos governamentais e com a comunidade devido à expectativa criada e também tão comprometido com os agentes financiadores devido aos gastos já efetuados que não pode mais interromper o desenvolvimento do projeto, sendo obrigado a prosseguir até a implantação do mesmo, por conveniência. É importante ressaltar que o ponto de não retorno sempre existe, e o método de desenvolver projetos de engenharia por aproximações sucessivas permite postergar o ponto de não retorno.

2.3 – Fase III – Implementação

O conjunto de informações necessárias e suficientes para a elaboração da fase de implementação é aquela definida na etapa de planejamento. Assim sendo, representa uma etapa prévia no desenvolvimento deste detalhamento, em que se consolidam as condições técnico-econômicas e operacionais do projeto e se estabelecem os requisitos básicos para cada elemento do empreendimento.

A implementação caracteriza-se com o desenvolvimento detalhado das decisões básicas, no nível de fornecimento, fabricação, compra, construção, montagem e posta em marcha das instalações. Uma vez acordados cliente e responsável pela execução do projeto, o trabalho passa a ser intensivo e há um grande número de especialidades técnicas envolvidas, demandando o acompanhamento e controle de qualidade de um grande número de documentos. A equipe de projeto utilizada agora é diferente daquela utilizada nas etapas anteriores: o pessoal de alta experiência em mineração é substituído por engenheiros juniores, projetistas, desenhistas e técnicos das diferentes especialidades de engenharia envolvidas, havendo geralmente somente um engenheiro sênior por disciplina.

A fase de implementação consiste de todos os desenhos de execução e outros documentos complementares (folhas de dados, especificações, listas de materiais, requisições, etc.) que dão uma definição clara, qualitativa e quantitativa, das tarefas a serem executadas. Devem servir para a tomada de preços e celebração de contratos com fornecedores.

Eventualmente há a necessidade de se refazer alguns documentos e desenhos, utilizando agora as informações definitivas, que são fornecidas pelos desenhos certificados dos fornecedores de equipamentos principais, cujo processo de compra já foi iniciado na fase de planejamento. Somente agora é possível fazer os projetos detalhados de civil, elétrica, bases e fundações e etc. Os desenhos do planejamento consolidados é que irão fornecer base para todo o detalhamento subsequente.

Na fase de implementação, são gerados os seguintes trabalhos, por especialidade:

A) COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO

- normas de coordenação;
- cronogramas de atividades de engenharia;
- relatórios mensais de progresso;
- relatórios semanais de controle de homens-hora;
- relatórios mensais de controle de desenhos de fornecedores;
- estimativas de custo detalhado por disciplina;
- estimativas de custo resumido por disciplina;
- estimativas de custo resumido por área.

B) PROCESSO E SISTEMAS

- revisão dos fluxogramas de processo, engenharia e diagramas P&I;
- fluxogramas de engenharia e diagramas P&I para os sistemas auxiliares e de utilidades;
- especificações e/ou requisições complementares de equipamentos e sistemas auxiliares e de utilidades;
- lista e codificação dos equipamentos;
- manuais de operação e posta em marcha.

C) MECÂNICA E TUBULAÇÃO

- projeto detalhado de caldeiraria;
- *layouts* finais de cada unidade;
- especificação dos redutores e acoplamentos;
- especificação dos sistemas de manuseio de sólidos;
- especificação de isolamentos;
- especificação e detalhamento dos sistemas de ventilação e ar condicionado;
- listas de materiais;
- usinas de tubulação;
- isométricos;
- desenhos de suportes;
- requisições de materiais de tubulação.

D) ELETRICIDADE

- definição das fontes de energia: concessionária ou geração própria;
- lista de motores e consumidores elétricos (com complementação aos dados de processo);
- seleção de tensões;
- consolidação do diagrama unifilar geral;
- diagramas unifilares locais;
- diagramas de fiações e interligações;
- usinas de distribuição, aterramento, proteção, iluminação e comunicações;
- especificações destes sistemas;
- diagramas de intertravamento;
- diagramas lógicos;
- seleção e arranjo básico de controladores lógico-programáveis e/ou painéis de relés;
- especificações e requisições de equipamentos elétricos, materiais e painéis;
- arranjo e locação dos motores nos CCMs;
- lista de módulos para CCM e painéis de relés;
- listas de materiais para compra.

E) INSTRUMENTAÇÃO

- especificação e requisição complementares de instrumentos, painéis e materiais;
- usinas de instrumentação;
- diagramas de interconexão de instrumentos;
- detalhes típicos de instalação;
- listas de instrumentos.

F) CIVIL

- ESTRUTURAS DE CONCRETO

- critérios de projeto;
- desenhos padrões;
- definição do sistema estrutural;

- dimensionamento das fundações;
- desenhos de formas;
- desenhos de armações;
- listas de ferros;
- requisição de chumbadores e luvas;
- especificação de materiais e de execução.

- ESTRUTURAS METÁLICAS

- critérios de projeto;
- desenhos padrões;
- dimensionamento da estrutura;
- desenhos de projeto;
- especificação para fabricação e montagem.

G) GEOTECNIA

- plano de investigações geotécnicas;
- projeto detalhado de barragens de água e de rejeitos;
- projeto de estabilização de taludes.

H) IMPLANTAÇÃO

- critérios de projeto;
- plano de locação de sondagens;
- estudo de lançamento de efluentes;
- projeto de terraplenagem;
- projeto de acessos e pavimentação;
- projeto de sistemas de drenagem;
- projeto de sistemas subterrâneos;
- projeto de combate a incêndio;
- usina e isométricos para instalações prediais;
- usinas de drenagem sanitária e pluvial;
- desenhos e documentações para aprovação das entidades públicas;
- especificações dos sistemas e projetos citados acima;

- listas de materiais.

I) SUPRIMENTOS

- COMPRAS

- distribuição das especificações técnicas para tomada de preço;
- diligenciamento do recebimento de propostas;
- equalização de propostas;
- negociações comerciais com os fabricantes e fornecedores;
- emissão da ordem de compra ou do contrato de fornecimento.

- DILIGENCIAMENTO

- acompanhamento do trânsito de desenhos em aprovação;
- acompanhamento do provisionamento de matérias-primas e sub-fornecimentos;
- acompanhamento da fabricação em confronto com o cronograma;
- eliminação/minimização dos atrasos;
- embarque e transporte.

- INSPEÇÃO

- verificação dos procedimentos de fabricação;
- verificação da qualificação da mão de obra;
- verificação da matéria-prima;
- acompanhamento de testes e inspeções, compreendendo:
 - ☐ inspeção visual
 - ☐ controle dimensional
 - ☐ ensaios mecânicos
 - ☐ testes de funcionamento/desempenho
 - ☐ teste hidrostático
 - ☐ inspeção de pintura
 - ☐ inspeção de embalagem
- aplicação de medidas corretivas no caso de materiais defeituosos e/ou defeitos de fabricação.

- TRANSPORTE

- comunicação junto à transportadora;
- verificação da escolha de veículos;
- acompanhamento do embarque;
- diligenciamento do recebimento na obra;
- atuação junto à transportadora e companhia de seguros no caso de avarias.

- SERVIÇOS DE APOIO

- análise técnico-econômica das propostas e recomendações para a tomada de decisão;
- assistência às negociações técnicas e comerciais;
- elaboração de contratos de prestação de serviço.

Nesta fase de implementação, a inspeção e o diligenciamento desempenham papel fundamental, posto que, uma vez que o preço do item de fornecimento já está definido, resta o problema de colocá-lo na obra dentro do prazo e com a qualidade esperada. Portanto, o inspetor deve estar atento aos procedimentos de inspeção listados acima de modo a garantir cumprimento de prazos e qualidade. Via de regra o engenheiro de processos não possui, na mesma profundidade, os conhecimentos necessários para desempenhar estas funções. A formação técnica do inspetor é necessariamente diferente da de quem especificou ou operará o equipamento.

O serviço de controle de tráfego também é muito importante nesta fase, uma vez que atrasos causados por problemas no transporte podem comprometer todo o cronograma de implantação. Como norma geral, em empreendimentos de vulto, recomenda-se a compra de equipamentos e materiais FOB-fornecedor. Desse modo, a coordenação do tráfego, por parte do cliente, fica com menor custo e controle do tráfego mais adequado.

Finalmente, cabe aqui fazer considerações sobre a fiscalização da construção e montagem. Tanto o empreendedor quanto a equipe de engenharia que trabalharam até aqui no projeto não estão familiarizados com as exigências que se fazem necessárias quando da implantação de uma obra. Dessa forma, o gerenciamento de construção e

montagem deve contar com um profissional cuja capacitação permita coordenar os esforços envolvidos nesta etapa: projeto de campo e *as built*, suprimentos, obras civis e montagem eletromecânica. Necessitam-se portanto de equipes especializadas nestes misteres.

A estrutura montada é geralmente do tipo grupo-tarefa, com o coordenador e seu grupo de acessórios (planejamento, controle físico-financeiro, suprimentos). Os acessórios e equipes especializadas prestam contas ao engenheiro residente na obra e este, por sua vez, se reporta ao coordenador. A figura 3 mostra a estrutura organizada desta forma com as devidas divisões de responsabilidades.

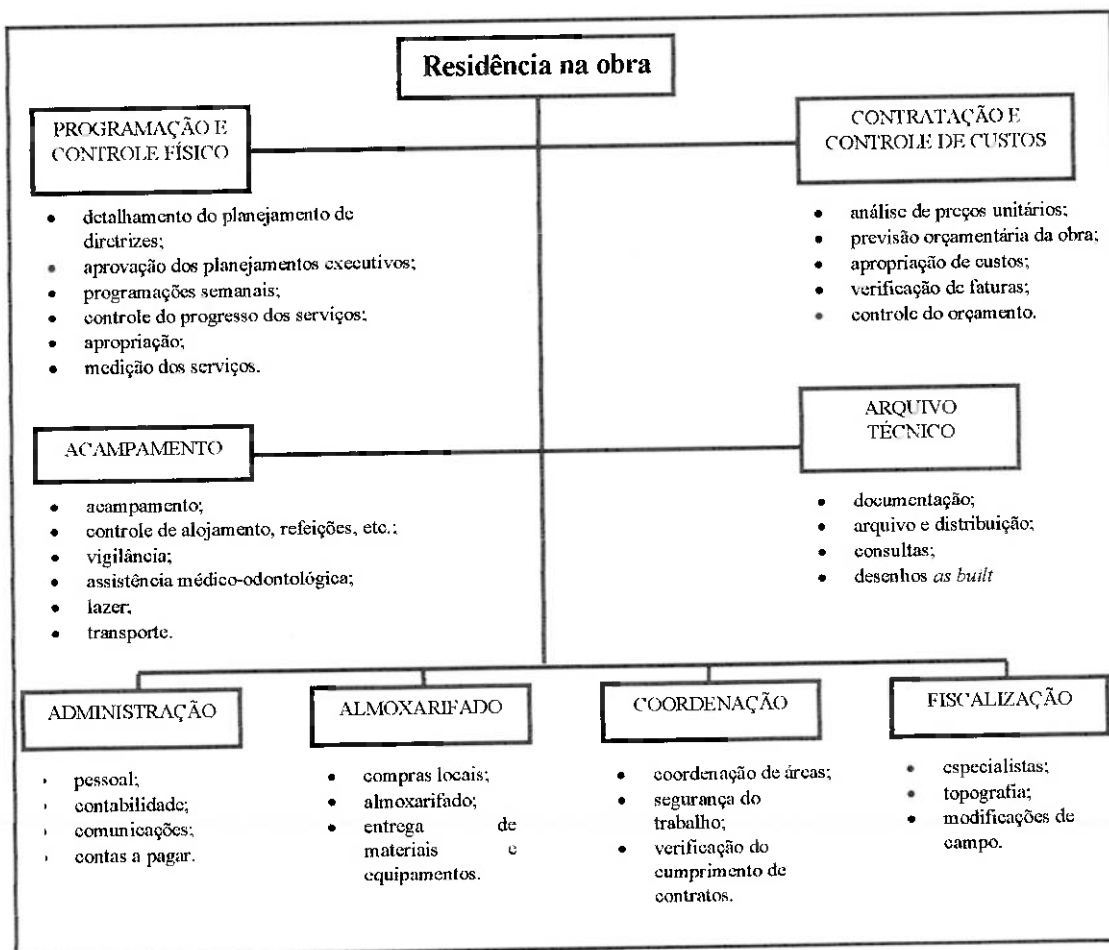


figura 3 – Estrutura do tipo grupo-tarefa na fase de implementação

2.4 – Conhecimentos adquiridos

Conforme vão sendo executados diversos projetos, um banco de dados de lições aprendidas vai sendo formado, agilizando e barateando os projetos subsequentes. Via de regra estas informações são obtidas junto à equipe de projeto e cliente, envolvendo uma seleção e posterior documentação da aprendizagem obtida de modo a obter-se uma avaliação estruturada ao final de um projeto.

3 – Gerência de projetos

3.1 – Coordenação

Estruturas das equipes

As equipes de engenharia podem estar estruturadas de duas maneiras: em grupos-tarefa ou em estruturas matriciais.

O grupo-tarefa consiste num grupo de pessoas das diversas especialidades designadas para executar um projeto. Os profissionais das diversas disciplinas ficam à disposição do grupo-tarefa desde o início até final dos trabalhos, haja ou não serviço para eles.

Este tipo de estrutura torna o trabalho mais caro uma vez que sempre haverá profissionais de alguma especialidade ociosos parte do tempo, mas cria um forte espírito de corpo e gera trabalhos de alta qualidade posto que todas as ações são discutidas em grupo.

Já a estrutura matricial consiste nas diversas disciplinas separadas em seções, sendo cada seção chefiada por um especialista da disciplina correspondente responsável pelo

andamento e qualidade dos serviços. Este tipo de estrutura permite otimizar o tempo gasto nos trabalhos das diversas especialidades.

O especialista tende a ser muito preciosista e, não tendo a visão do todo, tende a fazer um trabalho bom demais. Neste contexto cabe ao coordenador do projeto cobrar os prazos do chefe da seção. Daí a estrutura ser chamada de matricial: às colunas de uma matriz correspondem as especialidades técnicas e às linhas correspondem as diferentes especialidades técnicas. ?

A estrutura matricial, no Brasil, não tem como subsistir, uma vez que a terceirização tem significado despedir antigos funcionários e, então, contratá-los para prestar serviços desde que não seja caracterizada nenhuma relação empregatícia. Para tanto, são criadas micro-empresas ou compram-se notas fiscais de terceiros. Como se vê, o serviço sai mais barato se, ao invés de se ter uma estrutura de seções montada, contratar-se um profissional experiente para cada serviço de acordo com o esquema descrito. O serviço pode ser feito na casa do terceiro e economiza-se assim diversas despesas, ainda que com alguma possível perda de qualidade. Isto, evidentemente, não permite a manutenção da estrutura matricial.

O grupo-tarefa, feita esta análise, é o mais viável, posto que parte do custo da equipe sênior será economizado com a terceirização. De qualquer forma, esta estrutura sempre será mais cara que a estrutura matricial. As figuras 4 e 5 mostram esquemas das duas estruturas discutidas.

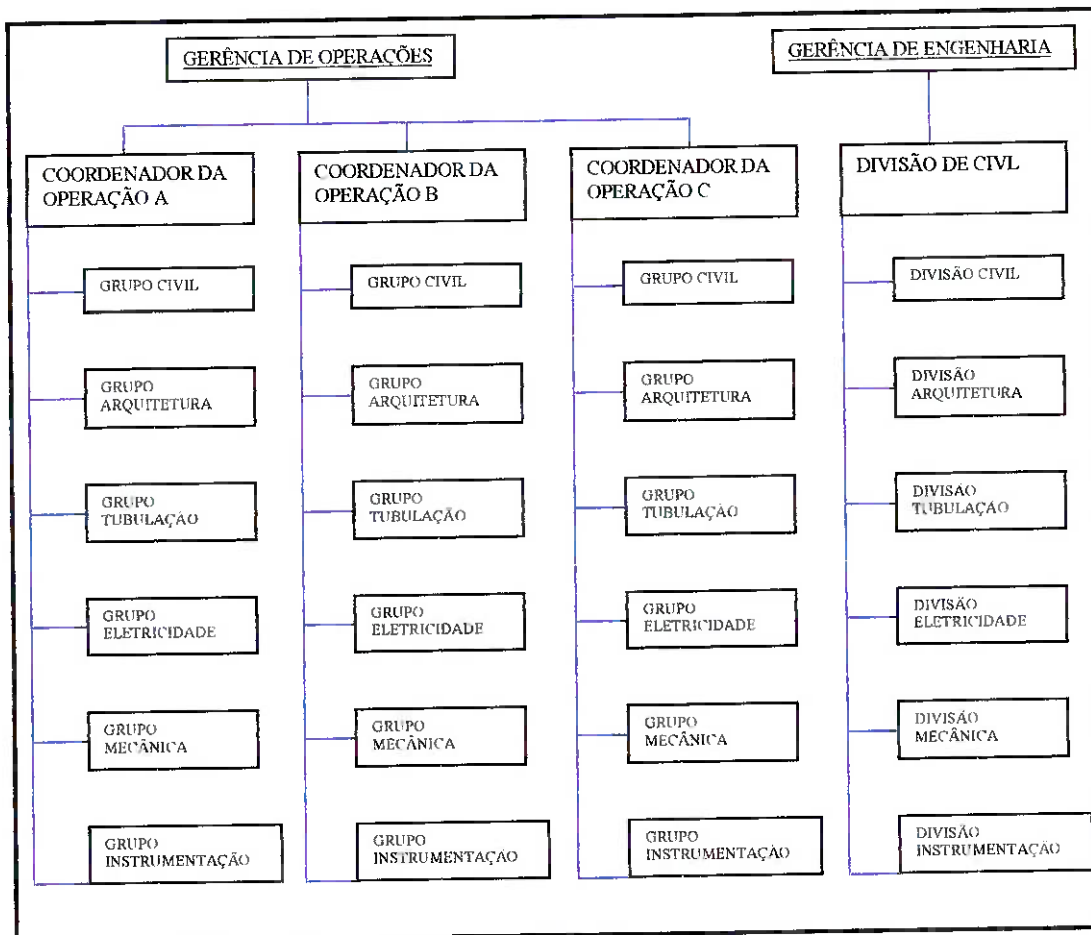


figura 4 – Grupo-tarefa

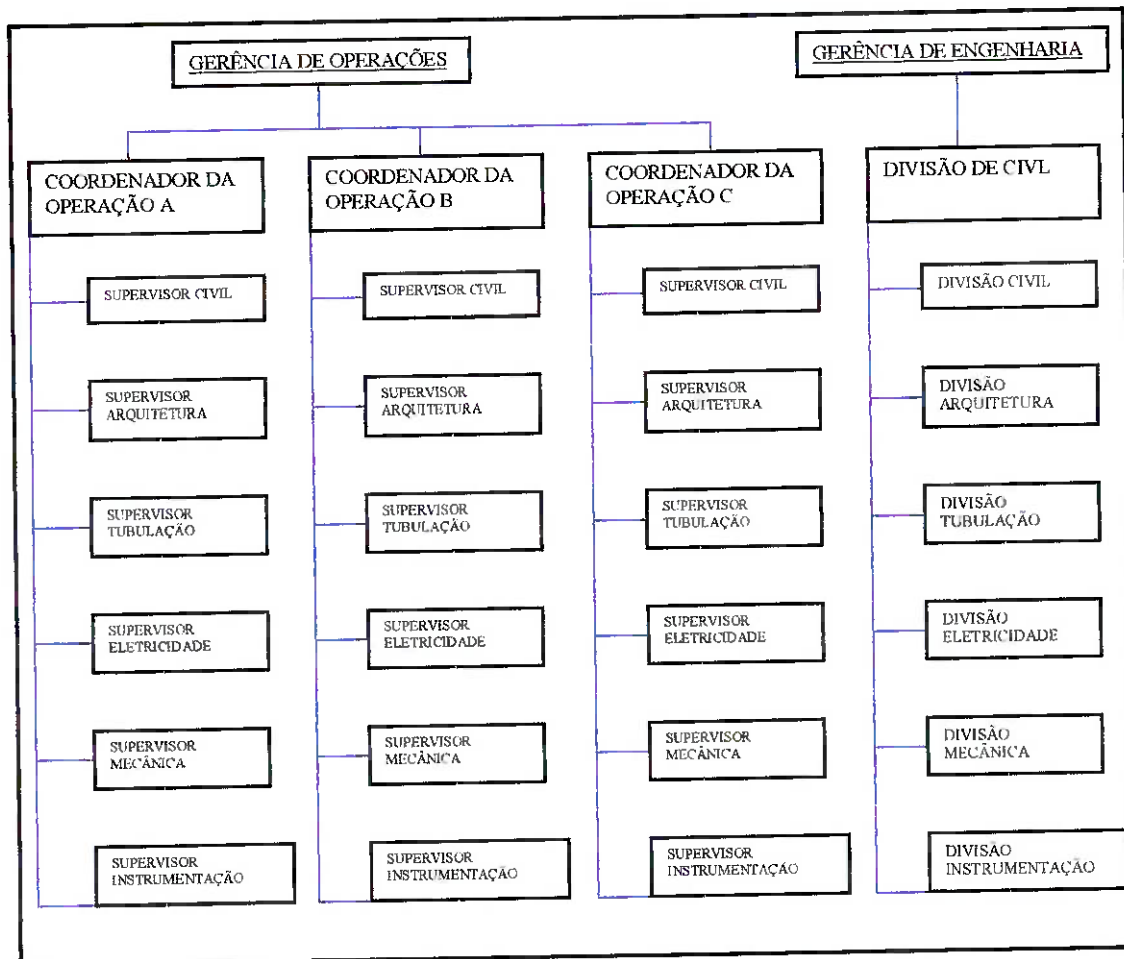


figura 5 – Sistema matricial

Planejamento

O planejamento e a programação de empreendimentos são instrumentos que permitem a coordenação:

- programar todos os estágios de formulação e execução de empreendimentos;
- dar a todos os grupos envolvidos informações sobre que atividades são esperadas, com as respectivas datas;
- prever e programar os recursos necessários à execução das diversas atividades;
- definir prioridades e objetivos intermediários para o projeto.

As tarefas de planejamento implicam em definir a natureza e a interdependência entre as atividades a realizar. A fase de programação define quando cada tarefa deve ser executada.

A técnica mais simples e também uma das mais utilizadas no planejamento e programação é o Gráfico de Gantt, o qual consiste num diagrama de barras onde estão representadas, numa escala de tempo, os *milestones* com sua data de início, duração e data de término. Este diagrama é muito adequado para o planejamento de empreendimentos pequenos e para servir de cronograma geral para empreendimentos de grande porte.

Associado ao Gráfico de Gantt podem vir indicações de caminho crítico (atividades que, se atrasarem, atrasam todo o projeto) através das metodologias conhecidas e já consagradas como o CPM (*Critical Path Method*) e o PERT (*Programme Evaluation and Review Technique*).

O PBS

A divisão de um empreendimento em partes, para fins de planejamento e controle, é feito através de um PBS (*Project Breakdown Structure*). O PBS corresponde à divisão física do empreendimento em áreas e serve de base para a elaboração de cronogramas, estimativas e controle de custos. Ainda segundo o PBS são codificados todos os equipamentos de um empreendimento e outros itens de custo.

No plano de contas, cada centro de custos é definido a partir da natureza do dispêndio e amarrado então à áreas e sub-áreas. São classes de contas típicas:

- a – investimentos preliminares;
- b – aquisição de imóveis e terrenos;
- c – pesquisa e preparação da mina;
- d – engenharia, consultoria e gerenciamento;
- e – construção civil;

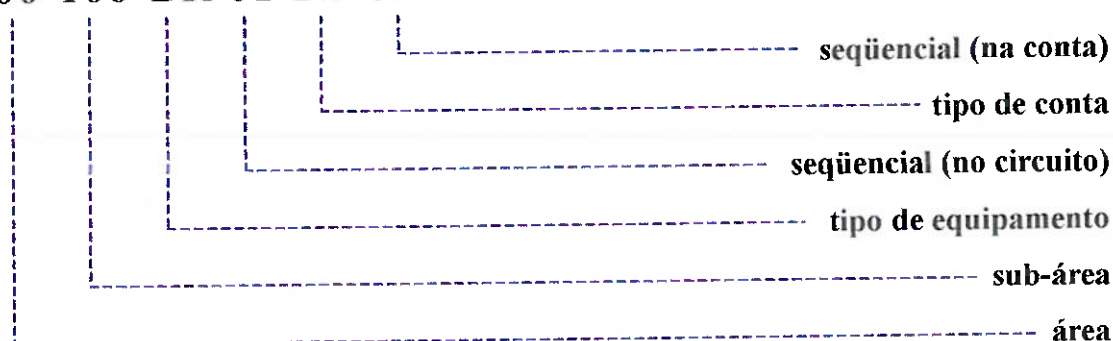
- f – máquinas e equipamentos nacionais;
- g - máquinas e equipamentos importados;
- h – materiais;
- i – montagens;
- k – despesas gerais de implantação e pré-operação;
- l – capital de giro inicial;
- m – encargos de financiamento;
- n – despesas com infra-estrutura.

Estas classes são divididas em contas. Por exemplo, as contas da classe f seriam:

- fa – equipamentos de mineração;
- fb – equipamentos de processo;
- fc – equipamentos de manuseio;
- fd – equipamentos elétricos e de instrumentação;
- fe – equipamentos de oficina, laboratório e manutenção;
- ff – equipamentos térmicos, de geração de utilidades e auxiliares;
- fg – equipamentos de telecomunicações, móveis e utensílios;
- fh – equipamentos de caldeiraria.

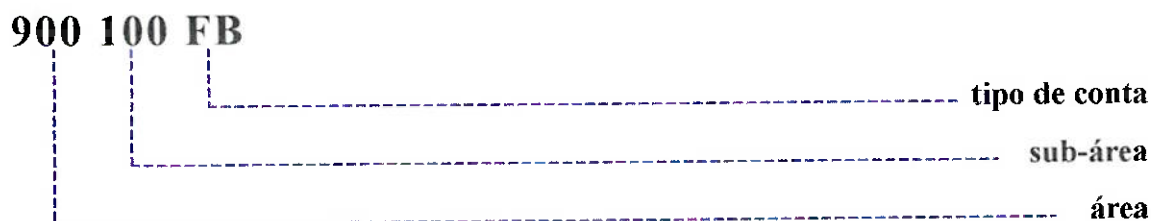
Posto isto, o *tagueamento* ou identificação do equipamento é feito de modo que o código permita saber de imediato a que área ele pertence. Por exemplo:

900-100-BR 01-FB 01



Deste modo o controle de custos do projeto será feito pelos centros de custos, os quais são centros de apropriação de custos definidos a partir do PBS. Cada centro de custo

terá então suas contas devidamente identificadas quanto ao centro a que corresponde e quanto à natureza da despesa. Por exemplo:



Relatórios de progresso

Estes documentos destinam-se àqueles diretamente envolvidos na implantação de projetos. Destinatários típicos são diretores de empresas e órgãos governamentais, bem como agentes financiadores. O relatório de progresso é de responsabilidade do coordenador do projeto e se baseia nos relatórios e informações daqueles que lhe estão submetidos segundo a estrutura de trabalho adotada (projetistas, emperiteiros, prestadores de serviço, etc.). Os relatórios de progresso devem ser sucintos (máximo de 3 folhas) e conter uma pequena parte descritiva, realçando-se o que aconteceu e a previsão para os próximos passos na implantação do empreendimento. Devem conter necessariamente dados que influenciam nos prazos e nos custos, propondo medidas corretivas quando necessário.

3.2 – Remuneração de serviços

“Não é inteligente pagar-se muito, como também não o é pagar-se pouco. Quando se paga mais do que se deve, perde-se, é óbvio, dinheiro. Quando se paga pouco, muitas vezes perde-se tudo, se a utilidade que se desejou comprar não cumprir sua finalidade. A lei não escrita do jogo de negócios proíbe que se pague pouco e que se receba muito. Não é aceitável isso. Se for escolhido o licitante de preço mais baixo, será, então, o caso

de se adicionar um algo mais em dinheiro, para cobrir o risco que se está correndo. Se isso se der, haverá provavelmente o suficiente para que se possa pagar por algo melhor.”

John Ruskin

A forma de remuneração dos diversos serviços de engenharia é função do tipo de serviço solicitado e do grau de detalhe exigido. A seguir descrevem-se as modalidades mais comuns utilizadas no convite às firmas de engenharia.

Preço global

Esta modalidade pode ser aplicada quando o escopo dos trabalhos e os prazos envolvidos estão claramente definidos. Contratos desta natureza geralmente contêm estipulações referentes à remuneração de serviços fora do escopo ou além do prazo determinado.

Reembolso de custos mais remuneração porcentual

Este sistema é aplicado quando não é possível definir acuradamente o escopo dos serviços e sua duração. Consiste basicamente no reembolso do salário-hora de cada funcionário mais os encargos sociais, multiplicado pelo número de horas efetivamente trabalhadas. Sobre este total incide uma taxa para cobrir despesas operacionais (custos administrativos) e honorários. O cliente terá ainda que cobrir quaisquer despesas diretas (viagens, diárias, tributos, ...).

Reembolso de custos mais remuneração fixa

Esta modalidade é uma variante da anterior onde os honorários são transformados numa remuneração fixa. Uma das vantagens deste sistema é que elimina a suspeita de que a firma de engenharia venha a aumentar indevidamente seus custos. Esta, por sua vez, buscará delimitar escopo e prazos de modo que na remuneração fixa já esteja embutida alguma contingência.

Tarifa horária

Este sistema é uma variante do sistema de reembolso de custos mais remuneração percentual e é aplicável onde o escopo dos serviços não estão bem definidos. Consiste no pagamento das horas efetivamente trabalhadas multiplicadas por uma tarifa horária definida para cada especialidade. As demais despesas diretas serão reembolsadas pelo cliente.

3.3 - Estimativa e levantamento de investimentos

Regra dos seis décimos

A regra dos seis décimos é utilizada quando não há disponibilidade de nenhuma informação melhor, e consiste na seguinte extrapolação:

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

Na realidade o expoente varia de 0,5 a 1,0, sendo 0,6 o número mais usado.

Fatoração

A fatoraço, já discutida anteriormente, consiste em buscar fatores (porcentagens) que serão aplicados ao total a ser investido e, assim, estimar o valor total do investimento no projeto. Estes fatos podem vir de dados publicados na literatura (como por exemplo a tabela do professor Mullar, já citada), de dados de uma unidade semelhante ou da experiência da equipe sênior envolvida no projeto.

Assim sendo, as estimativas de custos de equipamentos e benfeitorias são realizados a partir de um levantamento de valores percentuais típicos, como por exemplo o investimento em montagens, tubulações, engenharia, etc.

Curvas e índices da literatura

Os custos de equipamentos podem ser obtidos em curvas publicadas na literatura. O professor Mullar da universidade de *British Columbia* verificou que, de uma maneira geral os valores de equipamentos variam segundo a lei:

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

onde o parâmetro típico pode ser:

- diâmetro do ciclone;
- potência do moinho;
- área da boca para britadores de mandíbulas, etc.

O *Manual de Britagem* da Faço fornece os valores de a e b para os principais equipamentos de sua fabricação, base em USD de data não identificada, o que não permite a correção pela variação inflacionária. A figura 6 mostra o investimento

necessário, segundo esta metodologia, para a aquisição de um transportador de correia de 36".

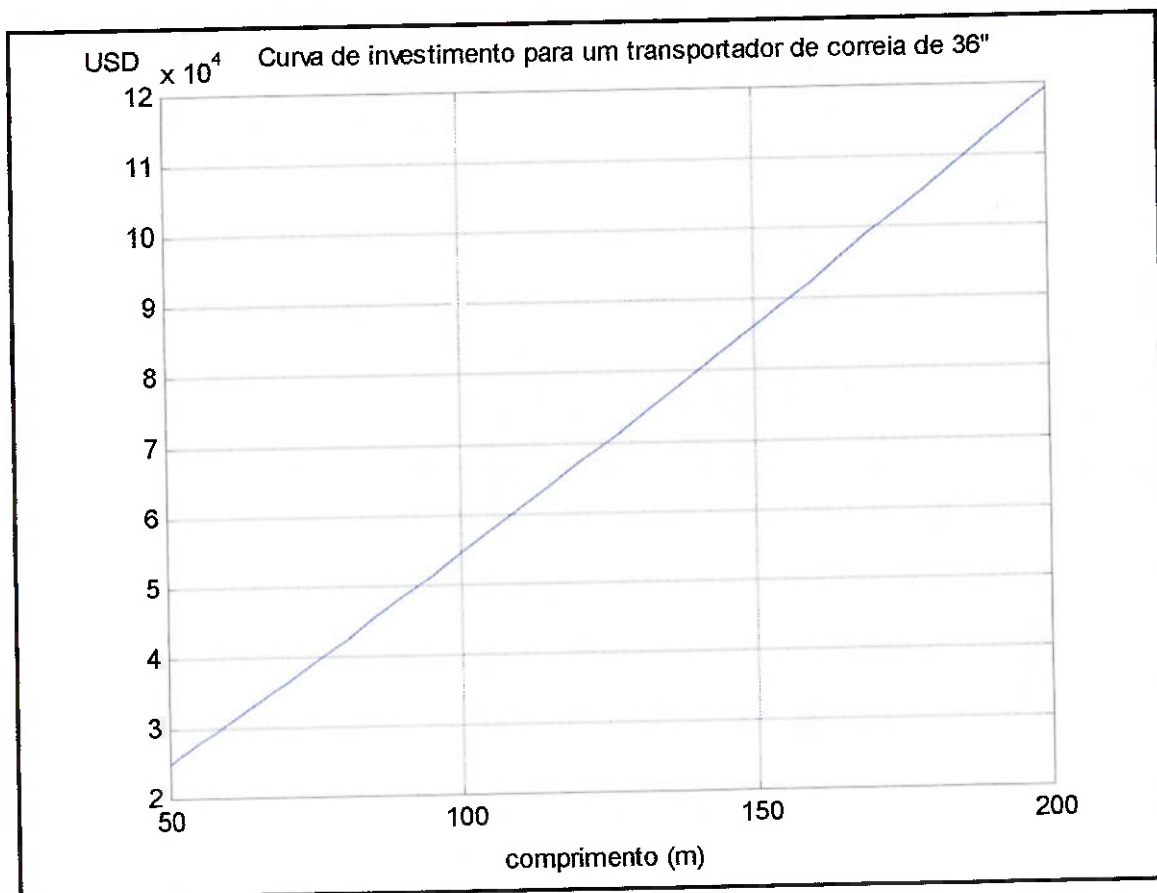


figura 6 - Curva de investimento de um transportador de correia de 36"

Tomadas de preço

As especificações técnicas para tomada de preço constituem documentos muito importantes pois apresentam, perante os fornecedores, os requisitos quanto à apresentação de propostas, procedimentos de inspeção, garantias, embalagem, transporte, faturamento, seguro e outras condições de natureza contratual. As coletas de preço geradas através destas especificações constituem não mais estimativas, mas apropriação de custos para o projeto.

As especificações técnicas para tomada de preço são padronizadas, pedindo aos fornecedores que apresentem suas propostas em certo número de vias até determinada data. Se houver qualquer imposição quanto a prazo de entrega ou condições de pagamento, isto deverá ser informado aos fornecedores através deste documento.

Evidentemente, deverá haver um diligenciamento das ofertas a fim de assegurar seu recebimento dentro dos prazos estabelecidos.

3.4 – Equalização de propostas

De posse de todas as ofertas recebidas, solicitam-se eventuais esclarecimentos dos fornecedores de modo a poder analisar todas as propostas em bases iguais ou comparáveis. Os principais fatores analisados nas propostas técnicas/comerciais são: requisitos técnicos atendidos, opcionais, assistência técnica, preços, impostos, seguros, embalagem e transporte, reajustes de preços, prazos de entrega e condições de pagamento.

O parecer tomado numa primeira instância poderá exigir novo contato com os fornecedores para o esclarecimento de dúvidas técnicas e então decide-se quais propostas são tecnicamente aceitáveis. O setor de compras decidirá, juntamente com a coordenação do projeto, qual a proposta mais vantajosa, tecnicamente e comercialmente.

4 - Análise econômica do projeto

Nas Fases I e II de um projeto, há as estimativas de custos com sua precisão relativa visando, além do objetivo técnico, dar uma avaliação financeira do projeto.

A partir dos documentos gerados nas Fases I e II é possível estabelecer estimativas de investimento: equipamentos, montagem eletromecânica, obras civis, etc. Os cronogramas

estabelecidos na Fase II permitem então montar um cronograma de desembolsos. A partir das previsões das potências a serem instaladas, mão de obra a ser empregada, consumo de utilidades, materiais, etc é possível estimar todo o custo decorrente da implantação do projeto (custo este que só será apropriado da Fase III em diante).

Do estudo de mercado realizado antes da Fase I tem-se um preço médio projetado para o produto que se pretende comercializar e, da Fase I, a escala de produção já é conhecida. Com estes números podemos projetar estimativas de receitas ou entradas de caixa.

O documento que mostra esses valores e a época de incidência de cada um deles é chamado de fluxo de caixa, constituindo um retrato financeiro do empreendimento. A decisão de continuar ou não um projeto sempre passa pela análise do fluxo de caixa. É usual fazê-lo em dólares americanos ou outra moeda forte. O quadro 1 é um fluxo de caixa de um empreendimento de mineração com 100% do capital próprio, ou seja, sem financiamentos.

ano																	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Investimentos																	
capital de giro	737,00																
implantação	4.400,00																
reposição								1.800,00							1.800,00		
total	5.137,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.800,00	0,00	0,00
Receita líquida																	
vendas		6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00
outras receitas																	
total		6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00
Custos operacionais																	
fixos		3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00
variáveis		1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00
total		4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00
Lucro antes dos Impostos		2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00	2.180,00
Depreciação		586,00	586,00	586,00	586,00	586,00	186,00	186,00	546,00	546,00	546,00	396,00	396,00	36,00	36,00	396,00	396,00
Lucro tributável		1.594,00	1.594,00	1.594,00	1.594,00	1.594,00	1.994,00	1.994,00	1.634,00	1.634,00	1.634,00	1.784,00	1.784,00	2.144,00	2.144,00	1.784,00	1.784,00
Tributo sobre lucros		541,96	541,96	541,96	541,96	541,96	677,96	677,96	555,56	555,56	555,56	606,56	606,56	728,96	728,96	606,56	606,56
Lucro líquido		1.638,04	1.638,04	1.638,04	1.638,04	1.638,04	1.502,04	1.502,04	1.624,44	1.624,44	1.624,44	1.573,44	1.573,44	1.451,04	1.451,04	1.573,44	1.573,44
Caixa	(5.137,00)	2.224,04	2.224,04	2.224,04	2.224,04	2.224,04	1.688,04	(111,96)	2.170,44	2.170,44	2.170,44	1.969,44	1.969,44	1.487,04	(312,96)	1.969,44	1.969,44
Caixa acumulado	(5.137,00)	(2.912,96)	(688,92)	1.535,12	3.759,16	5.983,20	7.671,24	7.559,28	9.729,72	11.900,16	14.070,60	16.040,04	18.009,48	19.496,52	19.183,56	21.153,00	23.122,44

quadro 1 – Fluxo de caixa (valores em kUSD)

A análise dos fluxos de caixa se dá através dos indicadores de rentabilidade: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e *payback*.

O fluxo de caixa apresentado no quadro 1 tem os seguintes indicadores de rentabilidade, para uma taxa mínima de atratividade de 12 %:

- **VPL** = USD 7.207.000,45;
- **TIR** = 40 %;
- ***payback*** = 4,5 anos.

A tabela 2 dá uma breve descrição de cada um dos métodos.

tabela 2 - Análise de fluxo de caixa através dos indicadores de rentabilidade

Método	Descrição
VPL	Os valores futuros são trazidos para o presente adotando-se uma taxa mínima de atratividade (taxa paga pelo mercado à empresa se esta aplicasse o dinheiro) e, se o valor presente líquido for positivo, o empreendimento é considerado atrativo.
TIR	Este método é análogo ao anterior, mas calcula a taxa mínima de atratividade que zera o VPL. Quanto maior a TIR, maior a atratividade do empreendimento.
<i>payback</i>	Calcula o tempo de retorno do investimento, ou seja, o tempo que leva para o lucro decorrente do processo produtivo pagar o investimento inicial.

Aplicações deste tipo de avaliação podem ser feitas tanto para empreendimentos novos quanto para empreendimentos em operação e análise de investimentos (aquisição de equipamentos, *scale up*, etc.). Vale a pena também ressaltar que, para os engenheiros e técnicos, o método que provavelmente faz mais sentido é o método do *payback*.

Como cada uma das fases do projeto têm uma precisão relativa na estimativa de investimentos, faz-se geralmente fluxos de caixa contemplando diferentes cenários. Por

exemplo, se a estimativa de investimento tem erro de $-20 +30 \%$, seria possível calcular fluxos de caixa para os seguintes cenários:

- otimista: investimento calculado -20% ;
- central: investimento calculado;
- pessimista: investimento calculado $+30\%$.

Com os custos operacionais e receitas faz-se raciocínio análogo e realiza-se então o que chamamos de análise de sensibilidade do empreendimento, variando-se as estimativas feitas em cada fase em $\pm 5 \%$, $\pm 10 \%$, $\pm 15 \%$, etc.

Vale ainda ressaltar que, nestas análises, deve-se também levar em conta o impacto da taxa mínima de atratividade usada, financiamentos, possíveis atrasos e outros parâmetros – por vezes não passíveis de serem quantificados do ponto de vista econômico – de modo a obtermos resultados que possam orientar numa tomada de decisão a mais correta possível. O quadro 2 mostra o mesmo fluxo de caixa do quadro 1 com uma redução de 5% nas receitas provenientes de vendas.

	ano																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Investimentos																	
capital de giro	737,00																
implantação	4.400,00																
reposição								1.800,00							1.800,00		
total	5.137,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.800,00	0,00	0,00
Receita líquida																	
vendas		6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00
outras receitas																	
total		6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00	6.270,00
Gastos operacionais																	
fixos		3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00
variáveis		1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00	1.320,00
total		4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00	4.420,00
Lucro antes dos impostos		1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00
Depreciação		586,00	586,00	586,00	586,00	586,00	186,00	186,00	546,00	546,00	546,00	396,00	396,00	36,00	36,00	396,00	396,00
Lucro tributável		1.264,00	1.264,00	1.264,00	1.264,00	1.264,00	1.664,00	1.664,00	1.304,00	1.304,00	1.304,00	1.454,00	1.454,00	1.814,00	1.814,00	1.454,00	1.454,00
Tributo sobre lucros		429,76	429,76	429,76	429,76	429,76	565,76	565,76	443,36	443,36	443,36	494,36	494,36	616,76	616,76	494,36	494,36
Lucro líquido		1.420,24	1.420,24	1.420,24	1.420,24	1.420,24	1.284,24	1.284,24	1.406,64	1.406,64	1.406,64	1.355,64	1.355,64	1.233,24	1.233,24	1.355,64	1.355,64
Caixa	(5.137,00)	2.006,24	2.006,24	2.006,24	2.006,24	2.006,24	1.470,24	(329,76)	1.952,64	1.952,64	1.952,64	1.751,64	1.751,64	1.269,24	(530,76)	1.751,64	1.751,64
Caixa acumulado	(5.137,00)	(3.130,76)	(1.124,52)	881,72	2.887,96	4.894,20	6.364,44	6.034,68	7.987,32	9.939,96	11.892,60	13.644,24	15.395,88	16.665,12	16.134,36	17.886,00	19.637,64

quadro 2 – Fluxo de caixa com variação de –5 % nas receitas (valores em kUSD)

O fluxo de caixa apresentado no quadro 2, agora com variação de -5% nas receitas, tem os seguintes indicadores de rentabilidade, para uma taxa mínima de atratividade de 12% :

- **VPL** = USD 5.851.000,25;
- **TIR** = 36% ;
- **payback** = 5 anos.

5 – Considerações finais

O presente texto discutiu todas as fases que compõem um projeto industrial, notadamente um projeto de mineração com todas as suas peculiaridades: custo de investimento crescente, intensidade capitalística elevada, alto risco e impactos ao meio ambiente.

Tópicos modernos atualmente em discussão tais como a terceirização e estruturação das equipes de engenharia foram discutidos em maior ou menor detalhe e a interface com a engenharia de minas foi caracterizada. Toda a parte legal, embora somente citada, foi colocada como parte integrante do projeto durante toda sua duração. Os principais documentos a serem apresentados foram citados, embora o tipo de regime – Licenciamento ou Concessão – não ter sido discutido uma vez que o objetivo principal do texto é concernente à parte técnica do gerenciamento de projetos.

As diferentes fases de um projeto: Conceituação, Planejamento e Implementação, formam um ciclo contínuo através do qual os conhecimentos adquiridos são passados para equipes de projeto e as lições aprendidas podem ser usadas para agilizar e baratear novos projetos mineiros.

O método proposto para a implantação de um projeto permite uma avaliação estruturada ao final do mesmo, permitindo melhorar continuamente o rendimento individual e coletivo através da utilização das lições aprendidas.

APÊNDICES

A1 – Uso do computador em projetos

No final dos anos 60 surgiram os microcomputadores, máquinas baratas e adequadas praticamente a todos os setores produtivos. Com a precisão requerida em cálculos de engenharia juntamente com o tempo em que tais operações devem ser realizadas, fica fácil compreender o tremendo sucesso alcançado por estes equipamentos. O computador passou a trabalhar com processamento de imagens, controle de estoque, controle de variáveis industriais, processamento de texto, banco de dados, simulações, cálculos matemáticos e etc.

Pode-se resumir toda esta euforia dentro de uma mudança profunda no comportamento das pessoas pela adequação ao uso dos microcomputadores. Esta mudança tem se traduzido em dois fatos: a liberação do homem para executar funções mais nobres e potencialmente mais gratificantes, mas, em contrapartida, os usuários de microcomputadores têm trabalhado cada vez mais fora do horário comercial, posto que a facilidade em executar tarefas antes consideradas difíceis têm significado em aumento na carga de trabalho.

O tráfego de informações entre computadores do mundo todo, através de redes de comunicação, fez com que a informação pudesse ser conhecida rapidamente através de gráficos, textos, seqüências de caracteres, etc. Com os avanços da tecnologia da informação é possível tomar decisões em função da análise crítica dos dados e, assim, atuar sobre o futuro de um projeto de maneira eficiente, rápida e segura.

A2 – Automação em empreendimento mineiros

A automação e o engenheiro de minas

Pode-se definir a automação industrial como uma maneira de oferecer e gerenciar soluções, uma vez que esta sai da usina e vai até o gerenciamento da informação. Apesar da diferença sutil entre os termos, far-se-á aqui uma distinção entre os termos automatização e automação.

Automatização está intrinsecamente ligada à sugestão de movimento automático, repetitivo. Significa basicamente uma reprodução de ações. Em sistemas onde há automatização, a saída é independente da entrada, ou seja, não há correção aplicada. Diz-se que o controle se dá por malha aberta. Neste caso o sistema apresentará sempre o mesmo comportamento esperado, pois ele é determinado por leis físicas indissolivelmente associadas ao *hardware* utilizado.

A automação é um conceito e um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com uma eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam. Com base nestas informações, o sistema calcula a ação corretiva mais apropriada para a execução da ação e esta é uma característica de sistemas em malha fechada, conhecidos como sistemas de retroalimentação, ou seja, aquele que mantém uma relação expressa entre o valor de saída em relação ao valor de entrada. Esta relação serve para controlar eventuais desvios na saída que não estejam de acordo com os valores desejados. Para tanto, são utilizados controladores que, por meio da execução algorítmica de um programa ou circuito eletrônico, comparam o valor desejado, efetuando o cálculo para ajuste e correção. Este valor desejado é também denominado *setpoint*.

Apesar da sutil diferença entre os termos, em ambos os casos o sistema deverá seguir as leis básicas da *cibernética*. Uma delas é que todo sistema dotado de retroação e controle implica na presença de três componentes básicos, cuja principal característica é a realimentação das informações requeridas para o seu controle, conforme ilustrado na figura 7.

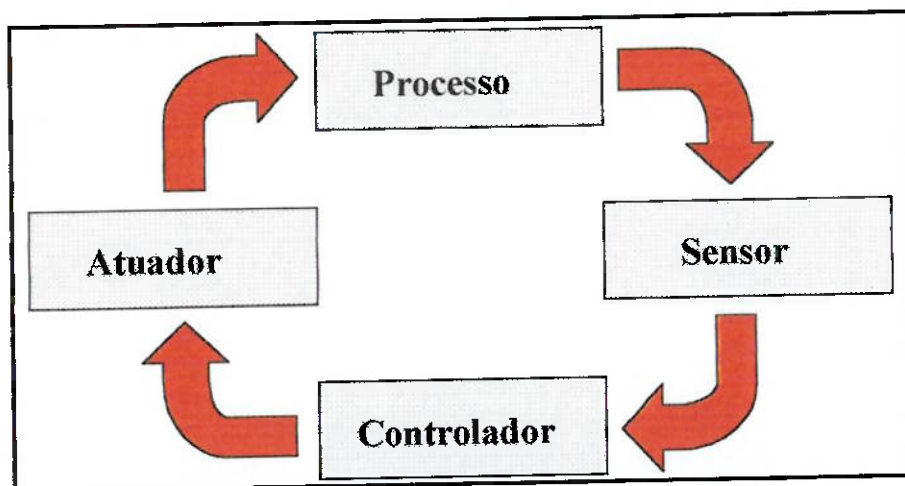


figura 7 – Diagrama de blocos de um sistema de automação

É do meu entender que o engenheiro de minas deve participar fortemente do processo de automação, não se furtando a esta tarefa e deixando este tópico somente aos cuidados de empresas de engenharia contratadas.

É da responsabilidade do engenheiro de minas a elaboração da filosofia de controle da usina e suas unidades e a especificação dos sensores, atuadores e controladores lógico-programáveis que eventualmente venham a ser utilizados. Estas especificações podem ser feitas com auxílio da lista de equipamentos e da lista de motores, uma vez que a estas listas se pode agregar colunas adicionais de sensores/atuadores e entradas/saídas correspondentes (lista de E/S ou *I/O list*) e então listar as entradas e saídas para cada equipamento: 0 a 10 Vdc, 3 a 15 psi, 4 a 20 mA, etc.

Feito tudo isto resta às empresas de engenharia contratadas para lidar com esta especialidade a programação dos PLCs e a montagem e instalação dos demais dispositivos, estas sim tarefas que não cabem ao engenheiro de minas. A título de exemplo somente, a figura 8 mostra a resposta típica à uma perturbação do tipo degrau unitário na vazão mássica de entrada de um silo utilizado na alimentação de um britador cônico. O silo é circular e tem 5 x 5 m; a vazão mássica é de 350 t/h e as seguintes hipóteses foram consideradas:

- o controlador é proporcional;
- os instrumentos e outros dispositivos têm dinâmica muito rápida quando comparados com o processo;

- não há tempo de retardo no processo.

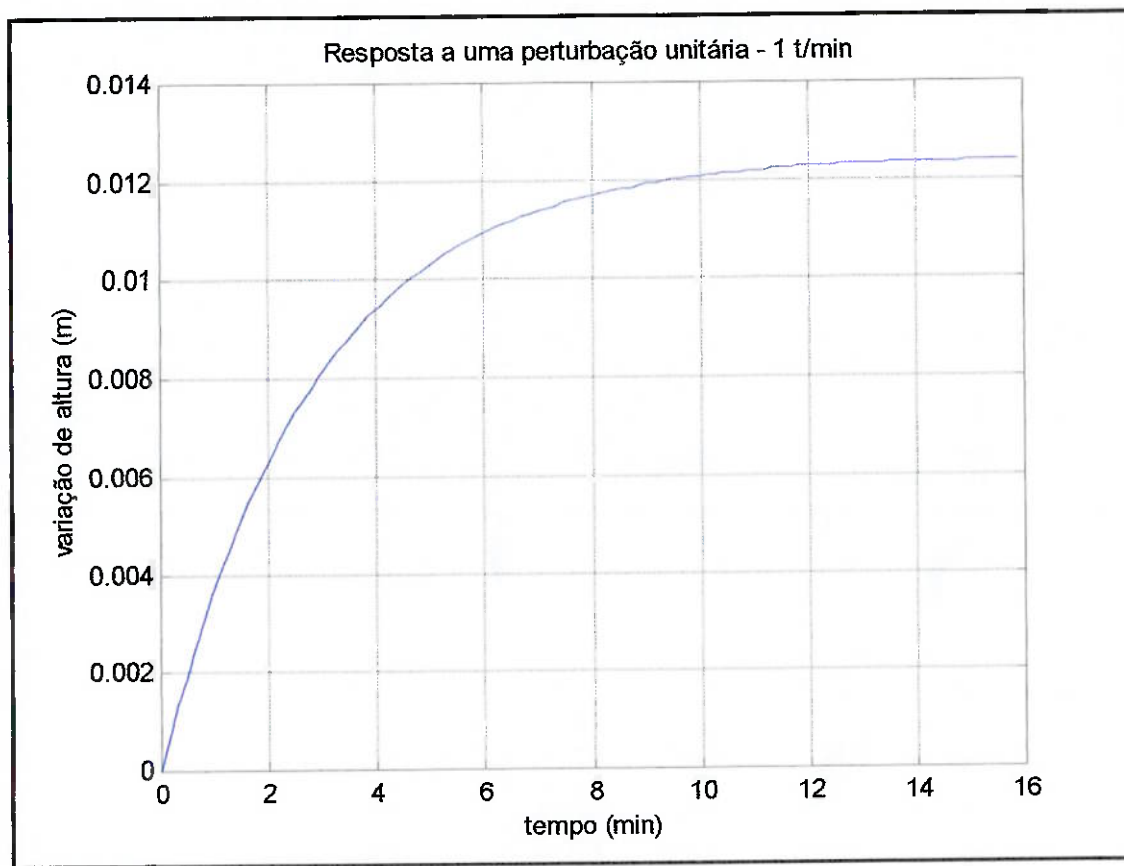


figura 8 – Resposta do nível do silo a uma perturbação de 60 t/h

Conseqüências sociais do emprego da automação

A grande questão que deve ser abordada, e com muito cuidado, é a falácia de que a automação é sinônimo de desemprego.

Henry Hazlitt, em seu livro “Economia numa única lição”, traz uma análise de um fabricante de roupas que compra uma máquina de fazer sobretudos pela metade da força de trabalho que antes empregava. Foram criados empregos indiretos oriundos do esforço exigido para se fabricar a máquina. Após esta ter sido depreciada o fabricante obterá lucro real e usará o lucro expandindo sua fábrica, eventualmente criando outra e assim aumentando seu próprio consumo, pois quanto menor o custo na fabricação dos sobretudos, menor preço de mercado e o lucro se manterá pelo aumento no volume de

vendas (demanda elástica), o que implicará em um aumento na produção e conseqüente aumento na taxa de emprego. Caso o sobretudo sofra um corte de USD 50,00 em seu preço final, não verificando um aumento nas vendas, mesmo assim o comprador teria agora USD 50,00 a mais, o que antes não se verificava. Despenderá, portanto, desta importância em outra coisa, proporcionando assim aumento de empregos em outros ramos.

Segundo Hazlitt, “A população do mundo, atualmente, é cerca de quatro vezes maior que a de meados do século XVIII, antes da Revolução Industrial estar em plena marcha.” Devido a este fato pode-se dizer que a automação trouxe qualidade de vida, proporcionando um aumento populacional, fato este que não se verificou sem ela.

Em linhas gerais, pairam sobre a sociedade questões de cunho filosófico e cujas respostas não são imediatas nem triviais. Dentre elas, podemos listar as seguintes razões do por que automatizar:

- trata-se de um processo de evolução tecnológica irreversível;
- valorização do ser humano em sua liberação na execução de tarefas entediantes e repetitivas, ou mesmo em situações de trabalho insalubres e de riscos;
- aumento da qualidade de vida de toda uma sociedade, promovendo seu conforto e maior integração;
- maior enriquecimento pelo menor custo do produto ou pelo aumento de produtividade;
- uma questão de sobrevivência e forte apelo de *marketing*, dentro de um mercado altamente competitivo;
- criação de empregos diretos e indiretos, além de novos empregos relacionados com a manutenção, desenvolvimento e supervisão de sistemas;
- busca pela qualidade do produto e a satisfação do cliente.

BIBLIOGRAFIA

- BISHOP, Robert H., *Modern Control System Analysis and Design Using MATLAB*. USA: Addison-Wesley, 1993.
- CHAVES, Arthur Pinto, *Gerenciamento de Projetos de Mineração*. Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: 1996.
- FAÇO. *Manual de Britagem Faço*. Allis Mineral Systems/Fábrica de Aço Paulista. 5. ed. São Paulo, 1994.
- HAZLITT, Henry. Tradução: Leônidas G. de Carvalho. *Economia Numa Única Lição*. 3. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1987.
- MULAR, A. L. *The estimation of Preliminary Capital Costs*. SME/AIME, Nova Iorque, 1978.
- NATALE, Ferdinando. *Automação Industrial*. 1. ed. São Paulo: Érica, 1995.
- SILVEIRA, Paulo R. da e SANTOS, Winderson E. *Automação e Controle Discreto*. 2. ed. São Paulo: Érica, 1999.
- SOUZA, Petain Ávila de. *Avaliação Econômica de Projetos de Mineração*. 1. ed. Belo Horizonte: IETEC, 1995.
- VALDMAN, Belkis. *Dinâmica e Controle de Processos*. Santiago: Tórculo Artes Gráficas, 1998.
- WONGTSCHOWSKI, Pedro. *Curso de Coordenação de Projetos Industriais*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Petróleo, 1976.