

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**TRABALHO DE FORMATURA**

**CONTROLE DE CUSTO DE PROJETOS INDUSTRIAIS  
DO RAMO QUÍMICO,  
FOCADO NA ENGENHARIA CIVIL**

**ROBERTO EIJI NISHITANI**

**ORIENTADOR**  
**MÁRCIO NOVAES COELHO**

**1997**

*X-1997  
N6330*

## AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

Ao professor Márcio Novaes pela orientação deste trabalho.

Em especial à Patrícia, que me auxiliou nas horas dificeis, e pelas dicas dados sobre o tema do trabalho.

Aos meus amigos, Massao, Simone, Carol, Dante e Kariya, por me ajudarem a superar as ansiedades e preocupações e pelos bons momentos que passei na faculdade.

Aos amigos da Engenharia Civil pelas dicas e informações.

Ao pessoal da Gerência de Planejamento e Orçamento (Ester, Rose, Varkulja, Stedile e Valdir). Ao Miranda, Marcello Damm, Vicente e Marcelo Serra da Engenharia, por dedicarem horas de seu trabalho para o meu aprendizado.

---

## SUMÁRIO

Este trabalho foi elaborado pelo fato dos dados históricos da seção mostrarem que existem desvios dos custos finais dos projetos que foram implantados em relação ao que foi orçado. Isto faz com que as unidades deixem de solicitar novos estudos, com receio de ocorrência de altos desvios nos projetos. Investimentos, que seriam necessários para que determinadas linhas de produção pudessem se manter em funcionamento e para ampliações de capacidade para mantê-las competitivas, tornam-se financeiramente inviáveis, o que implica muitas vezes na desativação das linhas em questão.

Dessa forma, o que está sendo proposto é controlar os desvios de custo e um reestudo do planejamento dos projetos para execução de serviços em projetos de investimento na Engenharia Civil.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>2</b>
1.1. A EMPRESA .....	2
1.2. O ESTÁGIO .....	5
1.3. A ENGENHARIA (ENG) E A GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE ORÇAMENTO (GPO).....	7
1.4. ESCOLHA DO TEMA.....	9
1.5. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	14
<b>2. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO.....</b>	<b>16</b>
2.1. O DESENVOLVIMENTO TEÓRICO DE UM PROJETO.....	16
2.1.1. <i>As Etapas de um Projeto</i> .....	16
2.1.2. <i>Os Níveis de Detalhamento dos Estudos</i> .....	18
2.1.3. <i>Os Tipos de Contratos de Empreiteiras</i> .....	19
2.2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO NA RHODIA .....	21
2.2.1. <i>Estudos de Viabilidade</i> .....	23
2.2.2. <i>Detalhamento do Projeto</i> .....	28
2.2.3. <i>Construção e Montagem da Instalação</i> .....	29
2.2.4. <i>Partida da Instalação</i> .....	29
2.3. ESTIMATIVA PARA SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM.....	30
2.4. ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DOS PROJETOS .....	33
2.5. CONSIDERAÇÕES.....	35
<b>3. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS DESVIOS DE CUSTO.....</b>	<b>37</b>
3.1. FALHA DE GESTÃO DO PROJETO .....	39
3.1.1. <i>Escopo Mal Definido</i> .....	39
3.1.2. <i>Falta de Controle sobre Desvios dos Trabalhos de Terceiros</i> .....	39
3.1.3. <i>Front-End Insuficiente</i> .....	40
3.1.4. <i>Contratação Prematura da Obra</i> .....	40
3.1.5. <i>Fluxo de Informações Deficiente</i> .....	41
3.2. VARIAÇÃO ECONÔMICA .....	42
3.2.1. <i>Hipótese de Custo Otimista</i> .....	42
3.2.1.1. <i>Aprovação do Projeto</i> .....	42
3.2.1.2. <i>Pressão do Cliente por Custos Menores de Projeto e Usina</i> .....	43
3.2.2. <i>Estimativa da Base de Despesas Indiretas</i> .....	43
3.2.3. <i>Variação da Taxa de Câmbio</i> .....	44
3.2.4. <i>Dissídio da Mão-de-Obra</i> .....	44

---

3.3. PROJETO DEFICIENTE.....	45
3.3.1. Alteração de Escopo no Detalhamento e na Obra.....	45
3.3.2. Perdas na Construção.....	46
3.3.3. Reciclos de Projeto.....	47
3.3.4. Prazos Curtos.....	47
3.4. COMPETÊNCIA DAS EQUIPES.....	48
3.4.1. Rotatividade da Mão-de-Obra .....	48
3.4.2. Subempreiteiras.....	48
<b>4. PROPOSTAS PARA AS CAUSAS DOS DESVIOS DE CUSTO .....</b>	<b>50</b>
4.1. FALHA DE GESTÃO DO PROJETO .....	50
4.1.1. Escopo Mal Definido.....	50
4.1.2. Falta de Controle sobre Desvios dos Trabalhos de Terceiros .....	51
4.1.3. Fluxo de Informações Deficiente .....	53
4.1.4. Front-End Insuficiente .....	56
4.1.5. Contratação Prematura da Obra.....	56
4.2. VARIAÇÃO ECONÔMICA .....	56
4.2.1. Estimativa da Base de Despesas Indiretas.....	58
4.2.2. Hipótese de Custo Otimista.....	58
4.3. PROJETO DEFICIENTE.....	59
4.3.1. Alteração de Escopo no Detalhamento e na Obra.....	59
4.3.2. Prazos Curtos.....	60
4.3.3. Perdas na Construção.....	61
4.3.4. Reciclos de Projeto.....	62
4.4. COMPETÊNCIA DAS EQUIPES.....	62
4.5. VANTAGENS ECONÔMICAS DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	62
4.5.1. Análise pelo Método de Taxa Interna de Retorno.....	63
4.5.1.1. Simulação de um Investimento.....	65
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>73</b>
5.1. PRÓXIMOS PASSOS.....	75
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>77</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>80</b>
7.1. ANEXO 1: O ÍNDICE GERAL DE INVESTIMENTOS (IGI) .....	80
7.2. ANEXO 2: FLUXO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO NA RHODIA .....	85

---

## *Capítulo 1*

### *Introdução*

*Neste capítulo, faz-se uma breve descrição sobre a empresa, as suas atividades e sobre o estágio. Apresenta-se a explicação dos objetivos do trabalho e as justificativas para a escolha do tema do trabalho.*

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. A EMPRESA**

A empresa, onde o trabalho foi desenvolvido, é a multinacional Rhodia S.A., pertencente ao Grupo Rhône-Poulenc de origem francesa. Este grupo, atualmente, é o sétimo maior grupo químico-farmacêutico mundial e está presente em 140 países.

Desde sua instalação no Brasil em 1.919 na cidade de Santo André - SP, a Rhodia vem diversificando sua gama de produtos, com a fabricação de matérias-primas químicas e têxteis, medicamentos e produtos destinados à saúde animal e à agricultura, multiplicando suas fábricas, disseminando tecnologia e abrindo mercados. Hoje, ela possui 13 unidades de produção situados nos estados de São Paulo, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Com investimentos acumulados da ordem de US\$ 1,5 bilhões, a empresa fatura cerca de US\$ 1,3 bilhões por ano e possui um quadro de 9 mil funcionários.

Após receber uma série de mudanças em sua estrutura interna, incluindo fusões e aquisições de empresas, no sentido de adquirir competitividade em segmentos de mercado considerados estratégicos, como as *joint-ventures* que resultaram na Rhodia-Ster S.A. e na Fairway Filamentos S.A., a Rhodia é constituída de um grupo de empresas, compartilhando de princípios de gerenciamento, visão de futuro, etc., e uma estrutura comum de instalações fabris e escritórios. Porém, cada vez mais as empresas estão desenvolvendo seus processos de decisões de modo independente. Assim, as áreas corporativas são fornecedoras de serviços para os negócios seguindo uma cadeia de cliente-fornecedor interno bastante intensa.

A Rhodia tem como missão, desenvolver os negócios da Rhône-Poulenc na América do Sul e, complementarmente, aqueles que reforçam sua posição regional, participando da estratégia do grupo através da sua base industrial e tecnológica, aumentando de forma contínua o valor da empresa. Esta empresa apoia o princípio de

que: “Uma nova filosofia gerencial que estimula uma profunda transformação em toda a organização para atingir e manter ‘Performance de classe mundial’”.

As unidades de produção que compõem o Grupo são as seguintes:

<b>Unidades de Produção da Rhodia</b>	
Acrinor Acrilonitrila do Nordeste S.A.	Rhodia-Ster S.A.
Fairway Filamentos S.A.	Rhodia-Ster Fibras Ltda.
Recipet Revalorização de Produtos Ltda.	Rhodia-Ster Filmes Ltda.
Rhodia Agro Ltda.	Rhodia-Ster Fipack Ltda.
Rhodia Farma Ltda.	Rhodia-Ster Nordeste Ltda.
Rhodia Mérieux Veterinária Ltda.	Rhodiaco Indústrias Químicas Ltda.
Rhodia Nutrição Animal Ltda.	

As atividades realizadas pelas empresas podem ser divididas em quatro setores básicos, listados a seguir:

- *Setor Fibras e Polímeros (Fairway Filamentos, Rhodia-Ster, Rhodia)*

Neste setor estão a Rhodia S.A., a Rhodiaco Indústrias Químicas Ltda., a Rhodia-Ster S.A. e a Fairway Filamentos S.A.. A atividade Plásticos de Engenharia da Rhodia trabalha no sentido de aperfeiçoar as propriedades mecânicas, técnicas e elétricas dos polímeros de poliéster e *nylon*. Por suas propriedades, sua linha de produtos é utilizada como matéria-prima de um número cada vez maior de peças e componentes destinados, sobretudo, aos mercados automotivo e elétrico. Esta atividade produz, também, o *filter tow*, utilizado na fabricação de filtros de cigarro. Além, destes produtos a Rhodia fabrica o fio BCF, para a aplicação de tapetes, carpetes, não-tecidos e esponjas de limpeza.

A Rhodiaco é uma associação da empresa norte-americana Amoco com a Rhodia, sendo que ela sócia majoritária. Nela fabrica-se o ácido tereftálico purificado (PTA), matéria-prima do poliéster.

A Rhodia-Ster é uma *joint-venture* formada entre a Rhodia e a Celbrás, e é líder na produção de fibras e não-tecidos de poliéster, filmes, resinas, pré-fórmas e garrafas de poliéster, além destes fabrica, também, fibras de acrílico e viscose. As atividades mais importantes podem ser ditas como sendo a produção de embalagem PET

(principalmente para garrafas), de fibras (principalmente em vestuários e no mercado lar) e de Bidim (um não-tecido de poliéster, utilizado para construção de drenos, impermeabilização de lajes, isolantes térmicos, entre outras utilidades).

Finalmente, a Fairway, sociedade com participação de 50% da Rhodia e 50% da Hoechst, é líder no segmento de filamentos para aplicações têxteis e industriais na América do Sul. Os fios de *nylon* e poliéster tem aplicações tanto no mercado de vestuário e moda casa, como no segmento industrial (pneus, cintos de segurança, lonas, cabos navais, etc.).

- *Setor Químico (Rhodia)*

O Setor de Especialidades Químicas fabrica produtos, que estão incorporados ao dia-a-dia, presentes em produtos como xampus, sorvetes, analgésicos, tintas, produtos de limpeza, e fabrica, também, itens como fosfatos, antioxidantes, resinas PVAs, enzimas e silicones. Este setor constitui um campo fértil para as pesquisas em busca de soluções que tornem concretas as novas tendências de mercado, regidas por preocupações cada vez maiores com a saúde e o meio ambiente.

O Setor de Produtos Industriais de Base é dividida em quatro atividades: Fenol e Derivados (intermediários químicos, resinas, polímeros e solventes), Acéticos (ácido acético, aldeído acético, acetato de vinila monômero), Solventes (MIBK, acetona, acetato de etila, acetato de butila, isopropanol, hexileno glicol, entre outros) e Sílicas (Zeosil, Tixolex e Tixosil). Parte desta produção, cerca de 15%, é destinado às próprias divisões da Rhodia, e o restante abastece os mais variados setores da indústria nacional e estrangeira, como o automotivo, eletroeletrônico, alimentício, de construção civil, higiene e limpeza, extração mineral, metalurgia e explosivos.

- *Setor Saúde (Rhodia Farma, Rhodia Mérieux e Rhodia Nutrição Animal)*

A Rhodia Farma é responsável pela produção de medicamentos como anti-inflamatórios, analgésicos, anti-parasitários e para o tratamento do câncer. A Rhône-Poulenc Rorer, uma das líderes mundiais do setor farmacêutico, proporciona à esta

divisão o acesso às mais recentes pesquisas científicas, possibilitando a produção de medicamentos de alta eficácia.

A Rhodia Mérieux produz vacinas e medicamentos para animais. Esta divisão possui o maior e mais completo parque industrial de produtos veterinários. Enquanto que a Rhodia Nutrição Animal, considerada a mais moderna do mundo, produz DL-metionina (Aminoácido sintético) utilizada como aditivo na composição de rações para aves, suínos e bovinos, além de animais de companhia (cães e gatos). Este ainda participa na comercialização de vitaminas.

- *Setor Agro (Rhodia Agro)*

A Rhodia Agro tem destinados seus produtos, como inseticidas, fungicidas, reguladores de crescimento e herbicidas, para as principais culturas e segmentos do mercado nacional e de países como o Uruguai, Paraguai e Bolívia.

## **1.2. O ESTÁGIO**

O estágio foi realizado na Gerência de Planejamento e Orçamento (GPO) da Direção Científica e Tecnológica (DCT) da Rhodia, que constitui uma área corporativa, no período de março de 1997 a dezembro de 1997.

A estrutura hierárquica resumida dos departamentos pode ser melhor visualizada na Figura 1.1, que contém o organograma da DCT. Este organograma visa permitir a identificação das diversas áreas e especialidades envolvidas, porém não corresponde à estrutura real de desenvolvimento dos projetos. A estrutura utilizada nos projetos é do tipo matricial, com a formação de equipes compostas por um representante de cada especialidade, para cada projeto a ser desenvolvido. Maiores detalhes sobre a formação das equipes e a estrutura organizacional existente serão fornecidos no próximo capítulo. Durante o estágio, o autor vivenciou o cotidiano da GPO e das atividades da Gerência de Engenharia de Investimentos. Além disso, manteve contato com outras áreas associadas ao processo de desenvolvimento de projetos industriais, como a Gerência de Administração de Materiais (GAM).

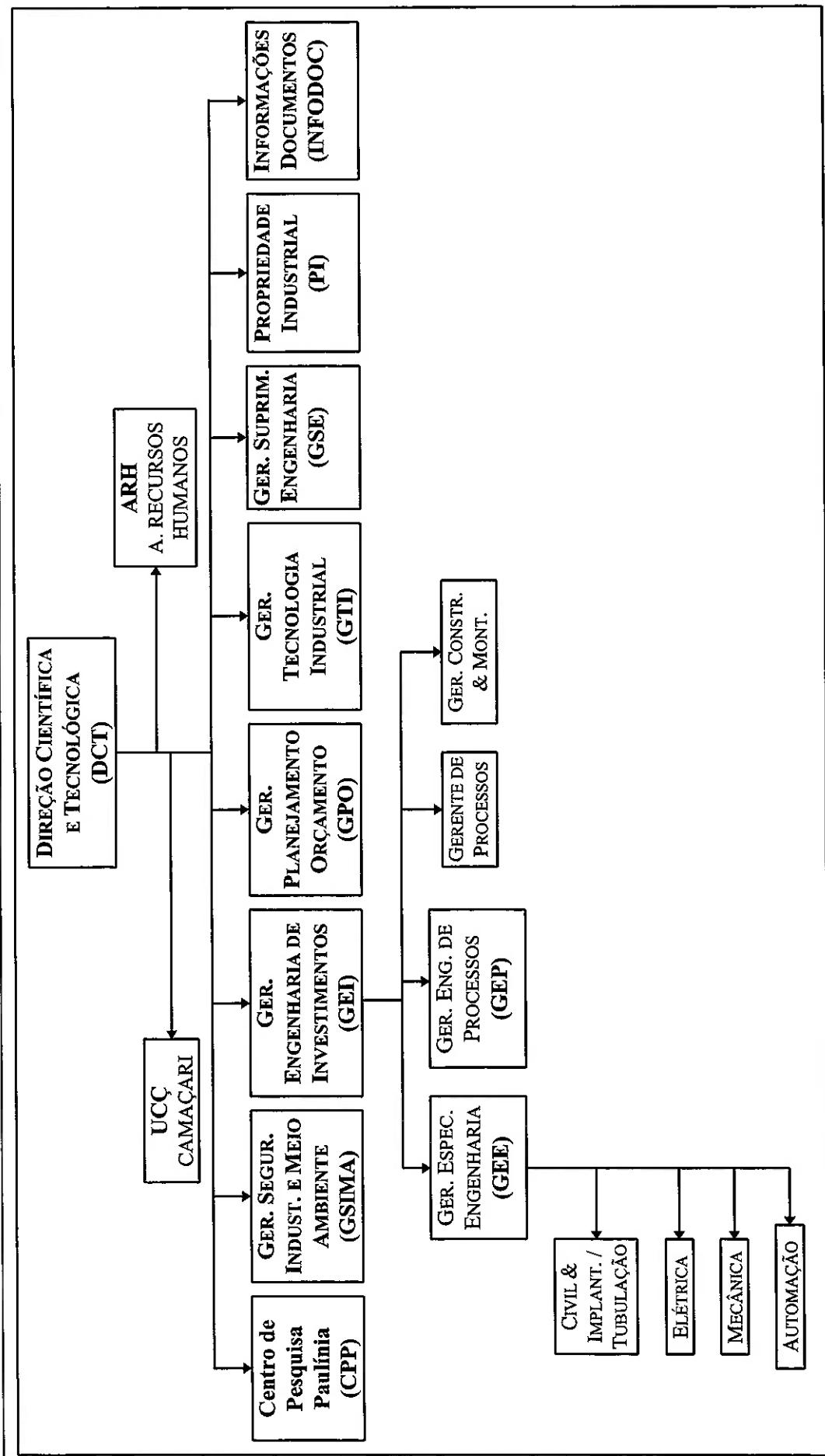


Figura 1.1: Organograma da Direção Científica e Tecnológica - Visão Departamental (elaborado pelo autor)

O contato diário com profissionais da empresa e a formação proporcionada no curso de Engenharia de Produção, constituíram a base de conhecimento que permitiu a elaboração deste trabalho.

### ***1.3. A ENGENHARIA (ENG) E A GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE ORÇAMENTO (GPO)***

A Engenharia (ENG), dentro da organização da Rhodia, é uma Função de Apoio Central e tem como missão atender suas solicitações referentes a Projetos de Investimento Industrial e às Tecnologias de Industrialização.

Dentro de sua Missão, a ENG, abrangendo as unidades industriais nos quatro setores, citados anteriormente, na América do Sul, deve gerenciar o Projeto de Investimento Industrial desde o estudo de viabilidade até a realização, participar na Definição de Investimento, integrar no estudo de viabilidade e na realização do Projeto, os requisitos de segurança, higiene ocupacional e de preservação do meio ambiente, prover assistência à partida, assegurar a permanente vigilância tecnológica e contribuir para a melhoria contínua.

A Engenharia da Rhodia, com sua Orientação Dirigida aos Clientes, tem seu objetivo de ser uma força de inovação e de progresso técnico por eles reconhecida, ampliar e melhorar continuamente seu atendimento, ser para eles a melhor alternativa em custo global e favorecer o desenvolvimento profissional e a motivação de todos.

A Gerência de Planejamento e Orçamento (GPO) possui a função de gerir física e economicamente os investimentos estratégicos. Atua, inicialmente, na fase de estimativa do custo do projeto, consolidando as informações (fornecidas pelas diversas especialidades de engenharia) referentes ao escopo da instalação, quantidade de horas necessárias à realização do projeto e equipamentos necessários (avalia as propostas de fornecedores referentes aos equipamentos principais para efeito de orçamento). Posteriormente, é responsável pela efetivação de um planejamento e gestão eficazes, ao

longo da realização do projeto, que assegurem a otimização dos custos e prazos nas condições autorizadas pela atividade.

No que diz respeito à gestão de custos, a GPO é responsável pela elaboração, controle e faturamento do *budget*<sup>1</sup> da Engenharia. Isto implica a realização do cálculo da tarifa a ser cobrada das atividades, a consolidação das horas trabalhadas em cada projeto e a cobrança dos valores despendidos por cada atividade, gerenciando o fluxo de caixa da Engenharia da Rhodia.

No momento em que a atividade autoriza a realização do projeto, são estabelecidos parâmetros referentes ao escopo a ser desenvolvido, prazo e custo liberado para o investimento. A GPO é a área da Engenharia responsável pela consolidação dos valores despendidos (gastos com a execução do projeto) nos investimentos. Assim, deve acompanhar os desvios de custo e prazo dos projetos, comparando os valores reais dos investimentos com os valores liberados pela atividade e elaborando as medições de performance da Engenharia, a nível dos projetos e do seu desempenho interno.

No âmbito do desenvolvimento dos projetos, a GPO coordena as estimativas através da valoração<sup>2</sup> e validação dos investimentos, e efetua o planejamento e controle dos custos durante a implantação do projeto.

A estimativa é baseada na avaliação de um banco de dados com valores/quantidades anteriormente utilizados e na análise da evolução dos preços de recursos (materiais e mão-de-obra) típicos à instalação de uma planta química. A função de planejamento deve promover a elaboração de cronogramas que possibilitem a avaliação do desenvolvimento do projeto (física e economicamente), efetuar o controle do plano de carga (mão-de-obra disponível x necessária) e a gestão dos Hxh (Homem-hora) utilizados.

---

<sup>1</sup> O *budget* corresponde ao orçamento de custo da Engenharia como um todo. A Engenharia atua como uma empresa independente, devendo, assim, ser auto-sustentável. A verba (ou faturamento) provém dos serviços prestados às atividades.

<sup>2</sup> A valoração é a atribuição de valores estimados, baseada no escopo inicial fornecido, para a execução do projeto. Seu objetivo é fornecer uma idéia do custo de desenvolvimento/implantação do projeto.

O controle dos custos é realizado em planilhas que permitem o acompanhamento do aprovisionamento de materiais e de serviços utilizados durante a realização do projeto.

#### **1.4. ESCOLHA DO TEMA**

O número de estudos (estimativas de custo do projeto) realizados pela Engenharia da Rhodia que não são aprovados vem aumentando. Os investimentos, que seriam necessários para que se pudesse manter em funcionamento determinadas linhas de produção ou realizar ampliações de capacidade para mantê-las competitivas no mercado, tornam-se financeiramente inviáveis, o que implica, muitas vezes, na desativação das linhas em questão.

Este fato se deve aos desvios de custo dos projetos que foram implantados nos últimos anos. Como pode ser observado no Gráfico 1.1, que mostra os desvios de custo (custo real/custo previsto x100) de uma série de projetos com encerramento<sup>3</sup> entre jun/94 e abr/97, em ordem cronológica da data de entrega do projeto (entrega da instalação). Devido a existência de tais desvios, em média 13% (curva pontilhada do gráfico) com uma amplitude de 27%, as atividades deixam de solicitar novos estudos, com preocupação de ocorrência de altos desvios nos projetos.

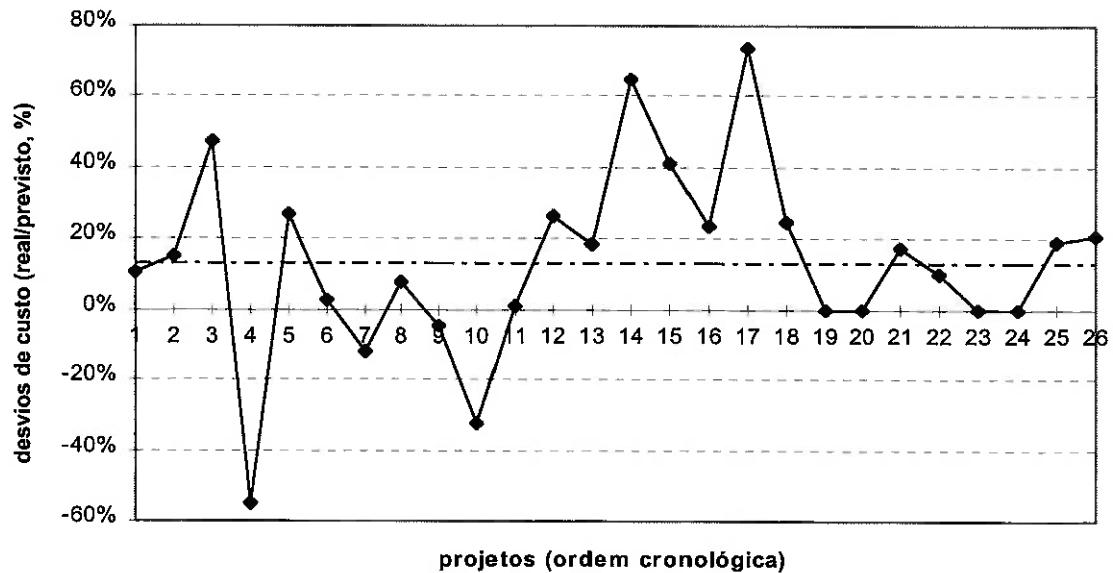
Porém, o Brasil é um país que comporta uma série de segmentos industriais do Grupo e, estrategicamente falando, tanto ao nível do Grupo Rhône-Poulenc como do Grupo Rhodia, é importante que seja possível manter a maioria das unidades existentes funcionando de forma competitiva e que a instalação de novas unidades seja viável.

Assim, torna-se importante reavaliar o processo de implantação e desenvolvimento de um projeto, para que seja possível identificar as causas destes altos desvios de custo e posteriormente corrigi-las ou excluí-las do processo, de forma a

---

<sup>3</sup> O encerramento de um projeto corresponde à data de entrega da sua instalação para uso normal.

diminuir a imprecisão e restabelecer a confiança dos clientes em relação à eficácia da Engenharia Rhodia.



**Gráfico 1.1: Desvios de Custo dos Projetos - Medição de Performance: Qualidade Q3 (elaborado pelo autor)**

Dessa forma, devido ao contato diário do autor com as diversas fases do processo, seu interesse pessoal pelo assunto e a necessidade da área de desenvolver este tema ficou definido o escopo inicial deste trabalho: analisar o processo de desenvolvimento e implantação do projeto como um todo e controlar os custos, identificando quais os pontos que interferem na precisão das estimativas e propondo solução para aqueles que forem considerados mais importantes.

Porém, analisar o processo como um todo é um tema muito amplo. Assim, foi necessário um agrupamento dos itens utilizados no processo em duas contas genéricas, que seriam os materiais/equipamentos e os serviços, para direcionar este estudo. O item serviços estaria englobando os custos de mão-de-obra utilizada na montagem

eletromecânica, construção civil, revestimento e engenharia (interna e externa)<sup>4</sup>. Já na conta de materiais e equipamentos, estão envolvidos os custos associados ao preço de produtos comerciais, elementos utilizados pelas áreas de : automação (transmissores de pressão e controladores digitais), elétrica (cabos e motores), equipamentos industriais (bombas, reservatórios e trocadores de calor) e tubulação (válvulas e tubos).

Utilizou-se, então, o Índice Interno de Evolução de Preços, também denominado Índice Geral de Investimentos (IGI), para a análise dos dois itens. O IGI caracteriza a evolução do custo de investimento de projetos tipicamente químicos. A cesta básica utilizada na contabilização do índice é composta por elementos que permitem avaliar as evoluções de preços (em dólar) de materiais, equipamentos e serviços associados ao desenvolvimento e implantação do projeto (para maiores considerações a respeito do cálculo e particularidade do índice serão feitas no decorrer do trabalho).

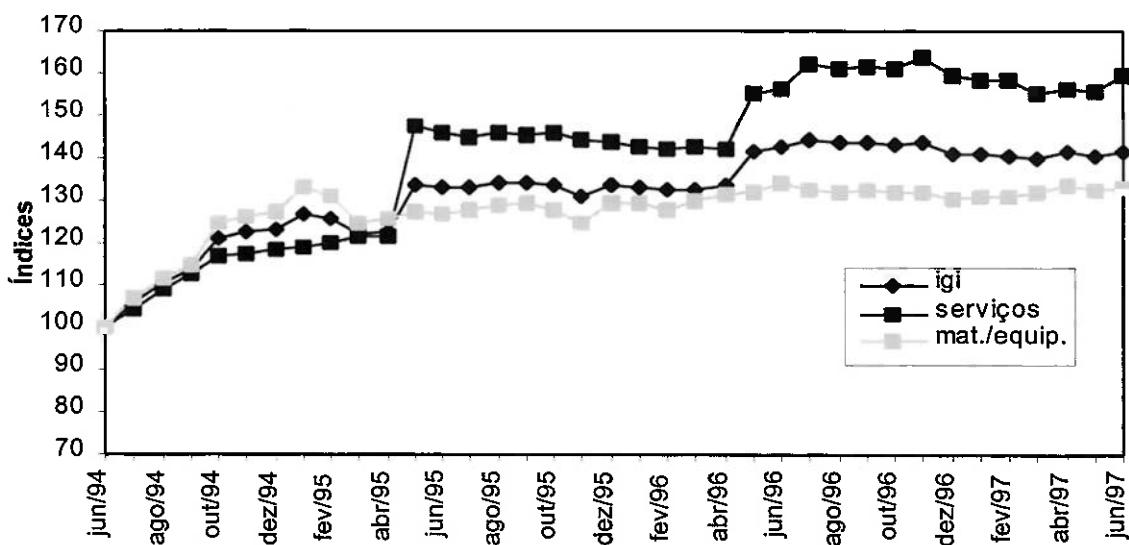
Mensalmente são cotados os preços dos materiais, equipamentos e serviços que compõem a cesta básica. A partir daí, o sistema efetua o cálculo das contas<sup>5</sup> existentes, avaliando a variação de preço (em dólar) entre o mês atual e o mês anterior e acrescenta-se esta variação ao índice do mês anterior ( $I_i = (p_i/p_{i-1}) * I_{i-1}$ ).

O Gráfico 1.2 contém as curvas de evolução de custo do IGI e as contas principais que o compõem, sob a segmentação macro em: Materiais/Equipamentos e Serviços. A avaliação deste gráfico permite visualizar que a evolução no custo dos investimentos (representada pelo IGI) foi impulsionada principalmente pela evolução dos preços dos serviços associados à implementação do projeto - 59 % neste período - e parcialmente pela evolução dos custos referentes à materiais e equipamentos - 33 % neste período.

---

<sup>4</sup> A engenharia externa é a empresa de engenharia que desenvolve, sobretudo, o detalhamento dos projetos aprovados. É a engenharia não realizada pela Engenharia Rhodia.

<sup>5</sup> As contas são segmentações do índice principal. São elas: automação, elétrica, equipamento principal, tubulação, construção civil, engenharia, montagem e revestimento.



**Gráfico 1.2: Evolução do Custo dos Investimentos - IGI, Materiais/Equipamentos e Serviços (extraído de material interno)**

É importante ressaltar ainda que a evolução do custo dos materiais e equipamentos também é influenciada pelo aumento do custo da mão-de-obra envolvida em sua fabricação.

Os produtores de materiais e equipamentos, após a abertura do mercado e frente à possibilidade de importação, estão sofrendo concorrência externa e, portanto, tendem a balizar seus preços com os valores praticados pelos seus concorrentes no exterior.

Diante da possibilidade de perda de clientes nacionais, que podem usufruir da importação e a necessidade de concorrer mundialmente, as empresas nacionais de fabricação de materiais e equipamentos estão passando por um processo de reavaliação de seus processos com o intuito principal de reduzir o custo de fabricação de seus produtos, proporcionando preços de mercado mais competitivos. Dessa forma, existe “um limitador de preço” para os materiais e equipamentos comercializados no Brasil: o preço dos equipamentos comercializados no exterior adicionado de seus respectivos custos de importação.

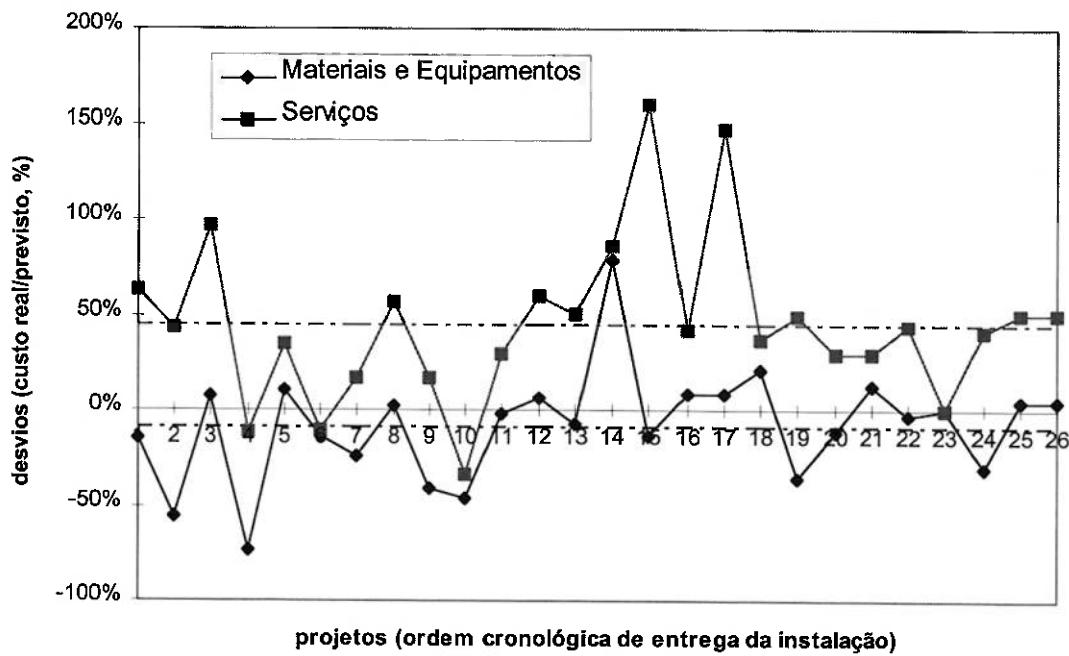
Diferente dos materiais e equipamentos, os serviços (mão-de-obra de montagem eletromecânica, construção civil e detalhamento de engenharia), necessários à elaboração e implantação do projeto, não são, atualmente, contratados no exterior.

A engenharia externa, responsável pelo detalhamento do projeto cujo escopo foi pré-definido pela Engenharia Rhodia, poderia ser contratada no exterior. Porém, isto não vem sendo feito devido à falta de confiança e conhecimento do processo desenvolvido à distância. Mas, no que se refere à construção civil e à montagem eletromecânica, que atuarão no canteiro de obras, mesmo no caso de contratação no exterior, as empresas terão de operar com a mão-de-obra nativa, que se desloca de uma obra para outra. O grande ganho neste ponto seria na utilização de tecnologia e metodologia mais desenvolvidas, que deveriam ser absorvidas pelas empresas nacionais.

Assim, devido a dificuldade de se realizar contratações a distância, as empresas nacionais que atuam nestes ramos possuem, atualmente, o privilégio de “monopólio” do mercado interno.

Com o auxílio do Gráfico 1.3, que representa a evolução da participação das contas de materiais/equipamentos e serviços no custo total dos investimentos, em ordem cronológica por encerramento do projeto, no período de jun/94 à abr/97, podemos observar que existe um desvio médio de 45% na conta serviços e de -8% na conta materiais e equipamentos.

Dentro das atividades existentes na conta de serviços, escolheu-se a Civil pelo interesse pessoal do autor por esta atividade e por ser uma das atividade que possui maior volume em investimentos do que a Engenharia. Sendo que a Construção, em média, representam aproximadamente 30% do investimento em serviços. O desvio desta conta está em torno de 30% do desvio total da parte de serviços. O restante do desvio está distribuída entre as horas de Engenharia e o gasto com Montagem, a maior montante está concentrada na estimativa das horas de Engenharia, porém esta variável estaria relacionada, principalmente, à experiência dos envolvidos, sem haver muito o que modificar.



**Gráfico 1.3: Desvios de Custo das Contas Serviços e Materiais/Equipamentos dos Projetos Implantados (elaborado pelo autor)**

Dessa forma, podemos definir um escopo mais claro para este trabalho: o de realizar um estudo que permita entender as razões destes grandes desvios de custo relativos à Construção Civil e propondo soluções que possibilitem minimizar seus desvios em um projeto típico de investimentos químicos.

### 1.5. OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem como principal objetivo, o de identificar as causas do desvio do custo no processo de desenvolvimento e implantação de um projeto químico no Brasil, sob a óptica de priorização da Engenharia Civil e de propor soluções para as principais causas identificadas que deverão ser viabilizadas através do desenvolvimento de um plano de implantação.

## *Capítulo 2*

### *O Processo de Desenvolvimento de um Projeto*

*Neste capítulo, foi feita uma explicação resumida do embasamento teórico necessário à compreensão do desenvolvimento de um projeto e, em seguida, a forma de desenvolvimento de um projeto na Engenharia da Rhodia.*

## **2. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO**

Para se realizar uma análise do processo de construção e montagem de um projeto, é necessário que haja uma visualização inicial do processo de concepção, desenvolvimento e implantação de um projeto, os conceitos que estão envolvidos em relação ao desenvolvimento de um projeto. E em seguida verificaremos como é o desenvolvimento de um projeto na Engenharia Rhodia.

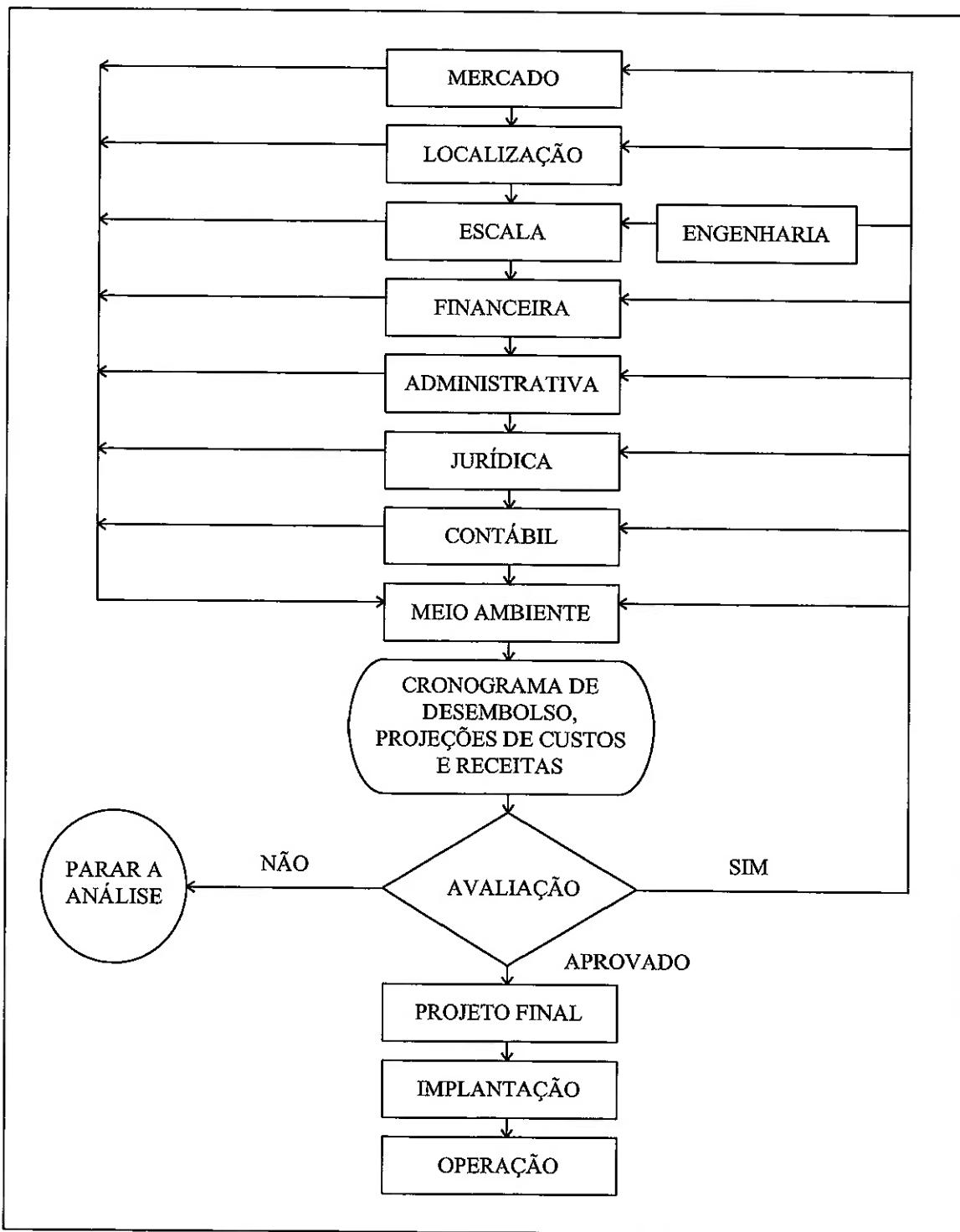
### **2.1. O DESENVOLVIMENTO TEÓRICO DE UM PROJETO**

A elaboração e a análise de um projeto, que, segundo WOILER (1996) e MESEGUER (1991), é um conjunto de informações internas e/ou externas à empresa, coletadas e processadas com o objetivo de analisar-se uma decisão de investimento, envolvem uma série de etapas interativas. Pode-se observar na Figura 2.1 os aspectos mais importantes considerados na elaboração do projeto.

#### ***2.1.1. As Etapas de um Projeto***

A etapa de análise do Mercado consiste no estudo para identificar a oportunidade de investimento, fornecendo dados como a quantidade demandada, o preço de venda e os canais de distribuição. A escolha da Localização do investimento verifica a sua viabilidade a partir de estudos como o de mercado, de escala pretendida e de considerações técnicas, além da disponibilidade local dos bens de produção como mão-de-obra, matéria-prima, resistência do solo e clima.

O estudo da Escala de produção verifica o volume de produção ideal para o investimento, assim, depende, entre outros fatores, do estudo do mercado, da localização e dos aspectos técnicos. Na Engenharia, é realizado um estudo envolvendo as considerações referentes à seleção entre os diversos processos de produção, à engenharia do projeto, ao arranjo físico dos equipamentos na fábrica, etc.



**Figura 2.1: As etapas de um projeto (extraído de WOILER (1996))**

A etapa Financeira envolve uma análise das diferentes opções que existem para compor o capital a ser investido no projeto, dessa forma, determina-se a composição do

capital próprio e de terceiros. Na Administrativa, realiza-se um estudo relativo à estrutura organizacional que será necessária para a implantação e para a operação do projeto. Já na Jurídica, apresenta-se uma relação indireta para com o projeto, relacionando-se, também, as exigências legais e/ou incentivos fornecidos pelos governos federal, estadual e municipal.

Durante a etapa de estudo do Meio ambiente, realiza-se uma análise no impacto ambiental que o projeto pode provocar, tanto aspectos positivos (como nível de emprego e desenvolvimento da comunidade onde se instala o empreendimento) como aspectos negativos (como poluição e degradação ecológica). Finalmente, na Contábil, relaciona-se a metodologia de elaboração dos cronogramas financeiros e das projeções, além da estrutura contábil da empresa.

### **2.1.2. *Os Níveis de Detalhamento dos Estudos***

Todas estas etapas mencionadas acima podem possuir diferentes graus de elaboração, e estes correspondem, sem grandes critérios ou normas, a três grandes etapas sucessivas do processo do projeto. São eles o *estudo preliminar*, que é, sobretudo, uma descrição funcional, contendo informações como a localização, os principais requisitos e as limitações; o *anteprojeto*, que inclui a escolha do tipo estrutural e algumas dimensões básicas dos elementos, com cálculos simples, sem grandes precisão; e o *projeto detalhado*, que inclui o dimensionamento final com todos os detalhes de armaduras, cálculos completos e precisos são necessários neste etapa. Entre o progresso destas grandes etapas, existem avaliações, onde se define a interrupção do estudo, caso haja uma conclusão de que o projeto é desinteressante, ou caso contrário, ele pode prosseguir para a etapa seguinte. No caso do projeto detalhado, segue-se para a implantação e em seguida, finalmente, para a operação.

Os projetos ainda podem apresentar diferentes níveis de estudo e elaboração que podem ser classificados em três níveis. No primeiro nível, os cálculos estão teoricamente de acordo com a norma, mas estão muito incompletos e não é possível o seu entendimento por despertar contínuas dúvidas, faltando definir alguns dados e

símbolos. Existem problemas como desenhos que não possuem escalas sistemáticas, sendo confusos e necessitando “interpretar” seu conteúdo; inclusão de notas de rodapé ambíguos, em vez de desenhar detalhes; etc. Existem poucas ou mesmo nenhuma comprovação por parte de uma terceira pessoa. Este nível de projeto é insatisfatório para todos os casos, porém são muito utilizados nas obras de edificação de porte médio.

No segundo nível, os cálculos são realmente consistentes e corretos, as soluções escolhidas para cada problema correspondem à prática corrente, sem que se tenha dedicado tempo para idealizar outras alternativas. Este tipo de projeto é apropriado para projetos de médio porte e caráter rotineiro.

Já no terceiro nível, os cálculos são feitos levando-se em conta as normas, mas considerando também as propriedades específicas dos materiais, o estudo da arte e sem perder a visão do conjunto ao estudar cada detalhe. Neste nível são desenhadas as plantas importantes que definem a armação antes de se proceder aos cálculos finais e todos os detalhes são desenhados em escala grande. Os aspectos mais decisivos visando a qualidade são examinados detalhadamente, o projeto é revisado por um especialista e o projetista visita sempre a obra e ocorre, então, uma colaboração contínua entre o projetista e o construtor. Este nível pode ser utilizado para qualquer projeto e imperativo para os de grande porte ou os que tenham caráter especial.

### ***2.1.3. Os Tipos de Contratos de Empreiteiras***

Segundo GIAMUSSO (1991), existem quatro modalidades de contrato de construção civil. São elas o contrato por preço global, por preços unitários, por administração e misto.

O contrato por preço global, também denominado “por empreitada global”, consiste na contratação dos serviços para entrega depois de inteiramente executados. Esta modalidade só é possível quando se dispõe de um projeto executivo completo em todos os seus detalhes, isto é, com as quantidades e especificações de todos os serviços bem definidos. Nessas condições o construtor pode orçar uma obra com uma precisão

que depende exclusivamente da confiabilidade dos parâmetros adotados, mas, principalmente, da experiência anterior. Este tipo de contrato realizado sem o preenchimento dos requisitos mencionados, pode dar margem a muitas dúvidas no que diz respeito à quantificação de serviços, estabelecimento de preços unitários, forma de pagamento e outros, além de incidir uma taxa extra para o risco do projeto. Neste caso, o faturamento é feito subdividindo-se o preço total em parcelas, que devem ser pagas de acordo com o andamento da obra.

No contrato por preços unitários, usual quando estão bem definidas as especificações (natureza dos serviços), mas não as suas quantidades, recomenda-se que se solicite a apresentação de todos os preços unitários dos serviços. Neste caso, os serviços são medidos dentro de períodos estabelecidos em contrato, geralmente mensais.

O contrato por administração é feito usualmente quando não se dispõe de informações quanto ao tipo de serviço e sua quantidade. Neste caso, sobre o custo dos serviços é cobrada uma taxa de administração, que varia de acordo com o tipo e o porte do serviço.

Existe ainda os casos de trabalho em sistema misto, ou seja, quando não são definidas ou houver variações nas quantidades de alguns serviços previstas num contrato por preço global; ou quando surgem serviços não previstos no contrato por preço global ou por preços unitários; ou quando houver alteração no projeto, o que, geralmente, resulta em um dos casos citados.

O acompanhamento e controle da obra pode ser realizada por várias técnicas como a curva ABC e os cronogramas. Dentre eles vale destacar o acompanhamento por cronograma financeiro. Este tem o importante objetivo de informar quanto aos recursos necessários ao andamento da obra. Outro importante resultado desse acompanhamento é a aferição do próprio orçamento e dos parâmetros e metodologia adotados. Para a elaboração do cronograma financeiro pode-se, numa primeira aproximação, supor que os custos se distribuem da mesma forma que o andamento das obras.

Existe ainda a apropriação de custos, que consiste em verificar os custos reais dos serviços através do cuidadoso controle das quantidades de insumos. Esse trabalho é uma realimentação (“feed-back”) de informações no sentido obra-escritório, do qual depende a ajustagem dos coeficientes adotados na elaboração do orçamento.

Mesmo fatores como perdas, produtividade de pessoal e de equipamento podem ser controlados por meio de apropriação. Estes itens, na verdade, são os que necessitam de um acompanhamento de perto não só para correção de coeficientes, mas também para que se possa exercer uma administração eficiente da obra.

A metodologia da apropriação de custos é relativamente simples e consiste, basicamente, em anotar ou apontar, tempos, quantidades consumidas, perdas de materiais, procurando sempre identificar causas e meios de redução dessas grandezas, e, concomitantemente, melhorando a qualidade dos serviços.

Além dos quatro tipos de contrato, existe também o contrato em regime “turn-key”, onde se transfere a responsabilidade da construção para um consórcio ou empresa especializada, com uma obra rápida, sem haver a necessidade do domínio do know-how de construção. Porém, este tipo de contrato não interessa à Rhodia pela existência da ENG, que possui um know-how especializado em indústrias químicas.

## **2.2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO NA RHODIA**

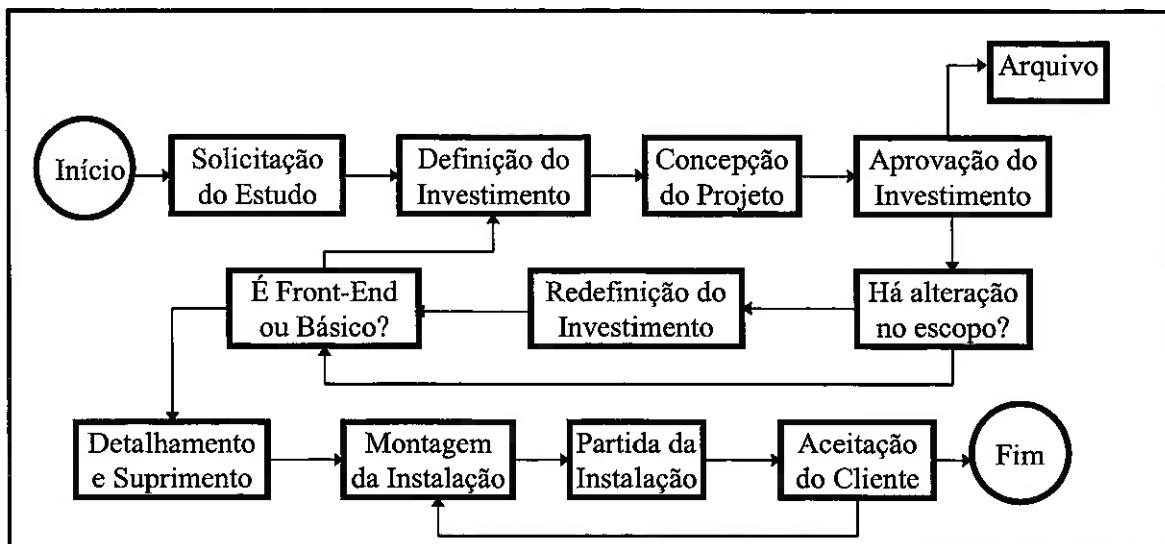
Segundo a definição das normas da qualidade da Rhodia, “o Projeto de Engenharia é o resultado de um conjunto de atividades de natureza gerencial, econômica e técnica desenvolvidas por diversas funções de Engenharia especializada que é apresentado sob a forma de especificação técnica, desenho, lista de material, memorial descritivo, cronograma, orçamento, ..., cujo conteúdo permite descrever, quantificar, estimar o custo e planejar a realização física de uma instalação industrial”.

Dessa forma, é importante observar que este trabalho está envolvendo apenas a análise das etapas de Engenharia, Projeto Final e Implantação. As outras etapas do projeto, como o estudo de Mercado, a definição da Escala, entre outros são feitas pelo

próprio Cliente<sup>6</sup>, ou por outras áreas como a etapa do estudo do Meio ambiente e Jurídico que são feitas por áreas específicas que tratam de todos os projetos da Rhodia. O nível de estudo a seguir pela Engenharia Rhodia deve ser a terceira, onde os cálculos são feitos levando-se em conta as normas, as propriedades específicas de materiais, o estudo da arte, já que grande parte dos projetos são referentes a de grande porte e possuem caráter especial por se tratar de instalações em meio agressivo.

Inicialmente, podemos ilustrar o fluxo teórico de desenvolvimento de um projeto na Rhodia, desde a Solicitação do Estudo até a Aceitação do Cliente, na Figura 2.2 para se ter uma visualização geral de um projeto, de forma a facilitar o estudo.

Este fluxo está sendo considerado como teórico por ser extraído das normas e procedimentos da Engenharia Rhodia (ENG) e resumido pelo autor. O fluxo do projeto completo, de acordo com os procedimentos internos estabelecidos, pode ser observado no ANEXO 1: Fluxo de Desenvolvimento de um Projeto na Rhodia. A simplificação do fluxo foi feito para facilitar na análise do problema. A seguir estão explicadas cada etapa do desenvolvimento de um projeto.



**Figura 2.2: Fluxo Teórico de Desenvolvimento de um Projeto na Rhodia (adaptado dos procedimentos da Rhodia)**

<sup>6</sup> Cliente, neste trabalho, está sendo considerado como o setor que está solicitando o estudo.

### ***2.2.1. Estudos de Viabilidade***

Estes estudos são feitos na Engenharia Interna da Rhodia e tem por finalidade fornecer à Direção das Empresas a informação de que ela necessita para planejar e decidir a Liberação do Investimento.

O fluxo do projeto se inicia com a elaboração do documento de Definição do Investimento<sup>7</sup>, preparado pelo Cliente, ou seja, a definição do escopo desejado e fornecer dados necessários para o desenvolvimento de cada etapa do projeto (Ordem de Grandeza, Preliminar, Front-End ou Básico). Esse documento tem a intenção de assegurar ao Cliente que o projeto executado atenda os seus anseios e visa eliminar os reciclos que acontecem quando o escopo não é bem definido inicialmente. O Estudo Básico ou o Estudo Front-End faz o papel de uma Definição de Investimento para a etapa de Detalhamento.

O desenvolvimento do projeto na Rhodia está dividida em quatro tipos de estudo, realizados pela Engenharia, são eles: Ordem de Grandeza, Preliminar e Básico ou Front-End. Esta divisão fundamenta-se basicamente na precisão da estimativa a ser efetuada, variando também a quantidade de documentos emitidos e o tempo de conclusão de cada estudo.

A Estudo de Ordem de Grandeza é feito de forma superficial, apenas para se ter uma idéia, como o próprio nome sugere, da ordem de grandeza do projeto que está sendo solicitado, com uma precisão pouco próxima da real. No Estudo Preliminar já existe um estudo mais elaborado, sendo que nesta fase se realizam comparações com algumas alternativas de projeto.

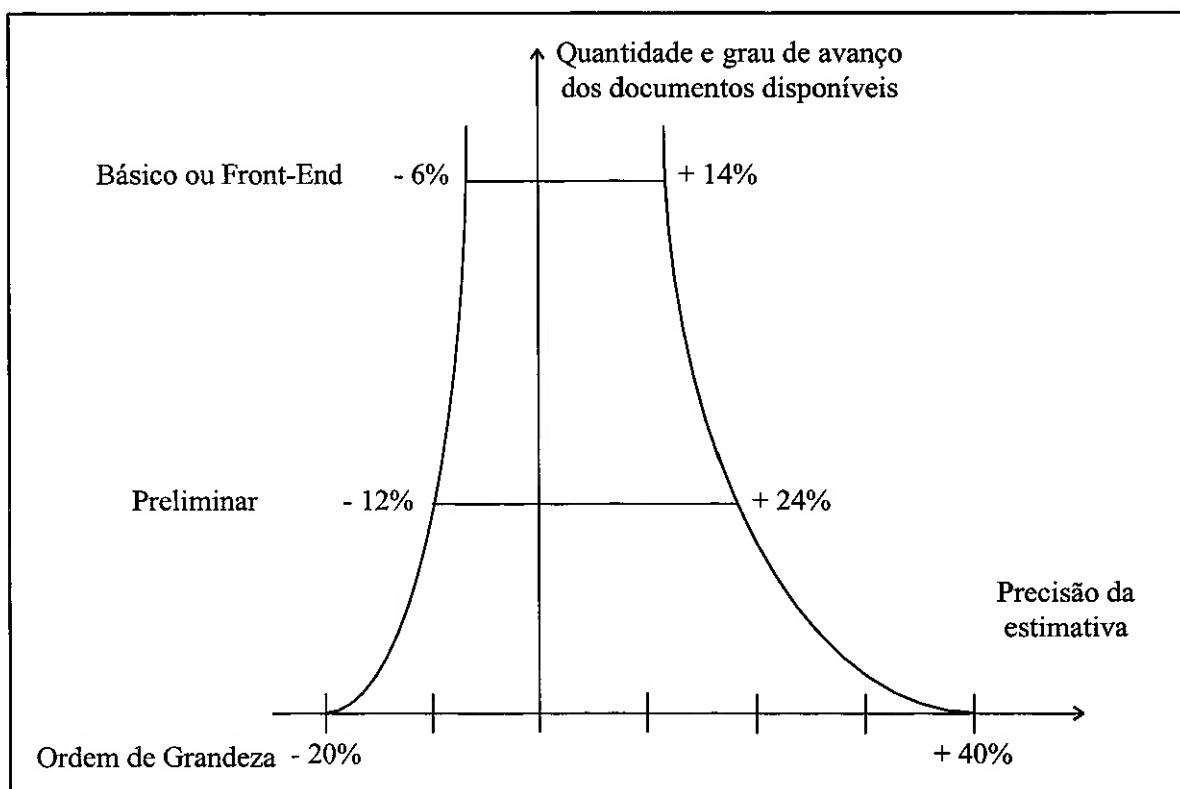
O Estudo Básico é uma preparação para o Detalhamento o projeto, portanto é feito um estudo mais preciso. O Estudo Front-End é uma nova etapa criada com a

---

<sup>7</sup> Investimento é o conjunto de todas as instalações e ações necessárias para atingir os objetivos desejados pelo Cliente, e que serão cobertas pela estimativa de custo de imobilização a ser preparada pela Engenharia Rhodia.

intenção de se reduzir gasto com a ENG de forma que este estudo possui um aprofundamento que está entre o Preliminar e o Básico, com a finalidade de substituir o último. Vale ressaltar que os projetos, feitos a partir de 1994, utilizam o Front-End ao invés do Estudo Básico para obter maior agilidade na emissão da estimativa do projeto.

Pode-se observar na Figura 2.3 a quantidade e o grau de avanço dos documentos disponíveis em função da precisão da estimativa solicitada, em função do tipo de estudo solicitado.

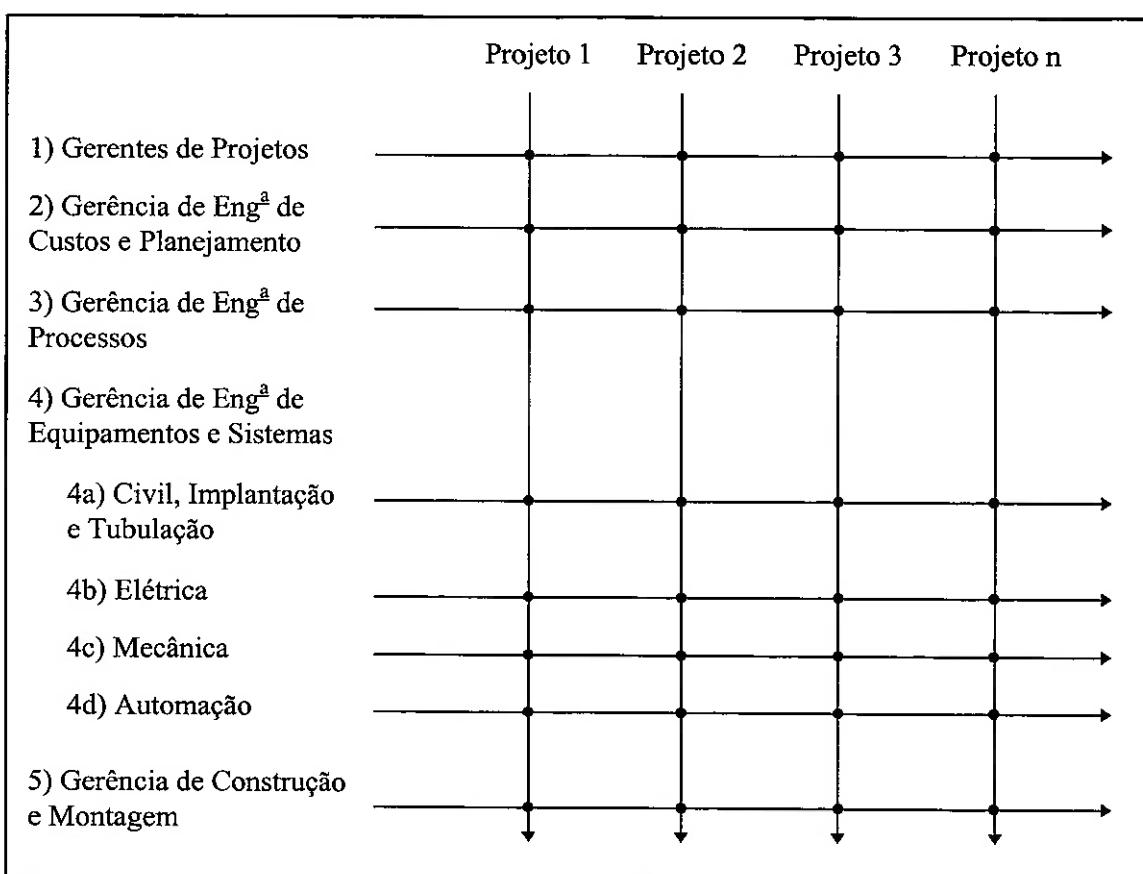


**Figura 2.3: Método para Estimativas (extraído de material interno)**

Funcionalmente, o projeto se inicia com uma análise crítica do estudo solicitado pelo Cliente, envolvendo os profissionais responsáveis pelo investimento (tanto da atividade solicitante quanto da Engenharia) e estabelecendo um planejamento macro do projeto. São analisados o escopo do projeto solicitado, os pontos chaves para sua realização, a organização necessária à sua concretização e é definida a equipe da Engenharia Rhodia que atuará nele. Geralmente, a equipe definida aqui é mantida em

todas as etapas do projeto, ou seja, a mesma equipe fica responsável por todas as etapas realizadas em um projeto.

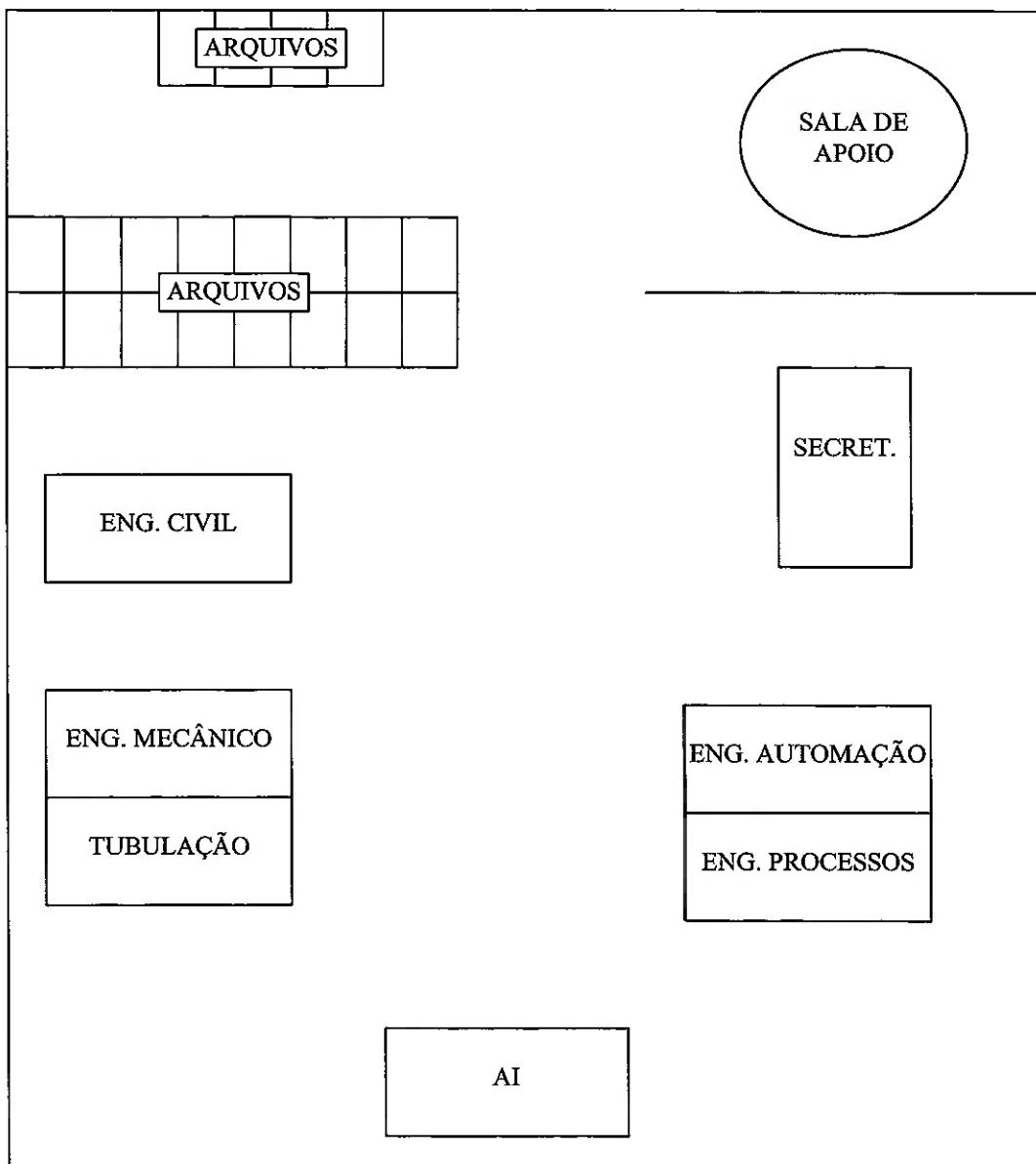
O projeto é realizado por uma equipe de engenheiros, esta é definida a partir de uma avaliação da carga de trabalho prevista para cada componente das especialidades envolvidas, de forma a envolver representantes de todas as especialidades de engenharia. Forma-se, assim, uma estrutura matricial, que gera equipes por projeto, podendo ser melhor visualizada na Figura 2.4.



**Figura 2.4: Estrutura Matricial com ênfase em Projetos (elaborado pelo autor)**

Na formação das equipes, tenta-se ao máximo manter as mesmas equipes, a fim de se ter um maior entrosamento dos membros. Para tanto, o escritório de engenharia possui um lay-out que favorece a formação de equipes, agrupando os representantes de

cada especialidade em uma área. Pode-se observado na Figura 2.5, uma representação esquemática da disposição dos funcionários de uma das quatro áreas existentes.



**Figura 2.5: Lay-out do escritório da ENG<sup>8</sup> (adaptado de material interno)**

<sup>8</sup> neste lay-out cada retângulo com o nome de uma especialidade dentro, representa a mesa e um armário de um engenheiro.

A carga prevista de trabalho dos profissionais da Engenharia Rhodia podem ser verificadas através de uma consulta no Plano de Carga. Neste Plano estão previstas as horas a serem gastas por cada profissional de cada especialidade. Ela é formulada a partir do planejamento de carga de trabalho a serem utilizados nos meses seguintes por profissionais em cada projeto em execução, fornecido pelos gerentes dos projetos (ou AI's - Administrador de Investimento). Assim, pode-se verificar disponibilidades de cada membro das especialidades de engenharia, de forma a alocar as pessoas mais adequadas ao novo projeto.

Em seguida, é efetuado o planejamento do projeto e orçado o custo de engenharia necessário à sua realização. Nesta fase é feita a apresentação oficial do projeto à equipe e são definidas a relação de documentos que serão produzidos, a estimativa de horas necessárias e o plano de carga de cada especialidade envolvida. A execução do estudo é composto pela produção de fluxogramas, especificações e análises de custo e prazo sobre o processo a ser desenvolvido.

Após o término do estudo solicitado (Ordem de Grandeza, Preliminar, Front-End ou Básico) e de posse do valor estimado para investimento, a atividade deve autorizar ou não a continuação do seu desenvolvimento. Caso o tipo de estudo tenha sido Ordem de Grandeza ou Preliminar, haverá continuação do estudo do projeto se a atividade solicitar um estudo mais preciso (Front-End ou Básico). Caso contrário, segue-se a avaliação do estudo pelo Setor ou Comitê de Investimento (responsável pela atividade solicitante), autorizando ou não a liberação do projeto.

Com a aprovação do projeto, segue-se para as fases de Detalhamento e Suprimentos e Montagem da Instalação que envolvem a contratação de uma Empresa de Engenharia Externa (prestadora de serviços - responsável pelo Detalhamento do projeto), empresas de construção e montagem (responsáveis pela implantação do projeto) e o aprovisionamento de compra dos equipamentos e materiais necessários à realização do projeto.

O valor aprovado no Front-End ou no Básico pode ser alterada caso haja uma mudança no escopo do projeto feita pelo Cliente junto à Engenharia Rhodia ou quando há um desvio de custo do projeto em relação ao estimado maior do que 10%, desde que haja uma prévia aprovação por parte do Cliente.

### ***2.2.2. Detalhamento do Projeto***

A fase de Detalhamento do Projeto é realizado por uma Empresa de Engenharia Externa (EEE). Para se realizar a contratação, inicialmente, a Rhodia elabora o Caderno de Encargos<sup>9</sup> e o encaminha, através do AI, à coordenação da EEE. Este Caderno fornece dados e informações para a elaboração da proposta para o fornecimento de serviços de engenharia, e para uma posterior execução dos mesmos. É importante ressaltar que a passagem dos serviços para a Engenharia Externa centraliza-se no AI.

O AI apresenta o projeto à equipe contratada, designada pelo seu gerente de projeto. Esta equipe realiza uma análise crítica interna da consulta recebida, e então são feitas reuniões com o fim de realizar esclarecimentos gerais e dos especialistas, onde, juntamente, serão debatidas sugestões da EEE decorrentes da análise crítica.

Eventualmente, são feitas visitas ao local onde implantar-se-á o projeto para melhor compreensão do escopo, e contato direto da Empresa Externa com os futuros usuários das instalações (Cliente: Fabricação e Manutenção). Com as informações adquiridas, a EEE elabora a estimativa de horas para a etapa a ser contratada do projeto e é negociada com a equipe técnica da Rhodia. Caso haja necessidade, o Caderno de Encargos pode ser revisada, de acordo com as negociações. A Engenharia Externa procede a execução dos trabalhos de cada especialidade de engenharia, respeitando os padrões, procedimentos e metodologia, consolidados com cada uma das áreas especializadas pelos responsáveis técnicos (RT's) da Rhodia e EEE.

---

<sup>9</sup> O Caderno de Encargos é um termo genérico para um documento que define o escopo, responsabilidades e condições diversas para prestação de serviços ou fornecimento de bens entre duas ou mais partes.

### ***2.2.3. Construção e Montagem da Instalação***

De posse das datas de término do Detalhamento, chegadas de equipamentos e materiais, início e fim da obra conforme um cronograma geral, o responsável pelo planejamento e controle da empresa externa, elabora os cronogramas da construção e montagem, que após a aprovação do coordenador da obra da Engenharia, se torna o documento de referência para a execução e acompanhamento dos serviços durante a sua realização. O contrato, em geral, é feito por preço unitário e, a partir dos cronogramas da obra, o responsável do planejamento atribui pesos para as atividades em função das horas e/ou outros parâmetros físicos, levando-se em conta a duração e a complexidade de cada uma, que se somados mês a mês constituem os pontos das curvas de avanço físico previsto (curva “S”).

As modificações de uma unidade de fabricação em operação apresentam a particularidade de intercalar fases de trabalho durante as paradas. Estas paradas são, geralmente, de curta duração e esses projetos necessitam de um planejamento muito rigoroso, onde se pode avaliar o que deve ser realizado antes, durante e após a parada. Verificando quais são as intervenções previstas nas zonas de trabalho que podem perturbar o desenvolvimento da construção. Após estabelecer a alocação dos recursos, o responsável pelo planejamento e controle verificará, como coordenador de obra, se a densidade de recursos é compatível com o rendimento e com as normas de segurança.

### ***2.2.4. Partida da Instalação***

Após o término da construção e montagem da instalação, inicia-se os testes da linha de produção, assim, a ENG participa na Assistência Técnica junto ao Cliente, realizando ajustes, de forma a auxiliar a unidade fabril até que esta atinja o nível de produção projetada ou até que não haja mais necessidade do acompanhamento de membros da Engenharia Rhodia. Exige-se ainda, por parte do Cliente, uma aprovação da instalação para que se tenha a conclusão do projeto.

### ***2.3. ESTIMATIVA PARA SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM***

A estimativa de custo dos serviços de Construção e Montagem é aplicada nas etapas Preliminar, Front-End e Básico. Estão listadas a seguir uma documentação mínima para se realizar as estimativas, sabendo-se que o nível de detalhamento destas informações pode variar de acordo com os diferentes tipos de Estudos que estiverem sendo realizados.

- **Equipamentos:**

- ⇒ lista de equipamentos;
- ⇒ implantação;
- ⇒ informações adicionais para equipamentos especiais;
- ⇒ informações sobre assistência de fornecedores específicos.

- **Estrutura Metálica:**

- ⇒ peso por tipo de estrutura;
- ⇒ tipo: leve, média, pesada piso metálico, corrimões, ...;
- ⇒ implantação das estruturas.

- **Tubulação:**

- ⇒ quantidades de tubos por material base, schedule e diâmetro;
- ⇒ plantas de tubulação ou material descritivo para montagem.

- **Elétrica:**

- ⇒ implantação de campo e CCM;
- ⇒ diagrama unifilar;
- ⇒ memorial descritivo para montagem;
- ⇒ lista de motores, equipamentos e materiais;
- ⇒ particularidades da obra;
- ⇒ informação sobre assistência de fornecedores específicos.

- Automação:

- ⇒ fluxograma de engenharia;
- ⇒ implantação de campo e sala de controle;
- ⇒ memorial descritivo para montagem;
- ⇒ lista de instrumentos, equipamentos e materiais;
- ⇒ informações sobre assistência de fornecedores específicos.

- Pintura:

- ⇒ especificação da pintura;
- ⇒ quantidades a serem pintadas para:
  - estrutura metálica (ton);
  - equipamento ( $m^2$ /esquema de Pintura);
  - tubulação (metros lineares de tubos/esquema de Pintura).

- Isolamento:

- ⇒ especificação;
- ⇒ quantidades a serem isoladas para:
  - equipamento ( $m^2$  por espessura/tipo de isolamento);
  - tubulação (metro linear de tubo, por diâmetro e espessura/tipo de isolamento);
  - quantidade de caixas fixas e móveis para cada diâmetro.

- Revestimentos:

- ⇒ antiácido, fireproofing, refratários, especificação e quantidades em  $m^2$ /tipo de revestimento.

- Supervisão de Obra Interna e Externa:

- ⇒ cronograma macro do investimento com etapa de construção e montagem destacada.

- Construção Civil:

A estimativa executada pela Engenharia Civil aborda a instalação do canteiro de obras; movimento de terra; serviços gerais; infra-estrutura; superestrutura; paredes e painéis; esquadrias de madeira; esquadrias metálicas; vidros; cobertura; impermeabilização e isolamento térmico; forro; revestimento de paredes internas; revestimento de paredes externas; pisos internos; pintura; e, finalmente, serviços externos complementares.

A elaboração da estimativa é feita com o auxílio do software de apoio VOLARE<sup>10</sup>. Este software trabalha baseado na TCPO 10 (10<sup>a</sup> edição do livro Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos) em conjunto com o Banco de Dados oferecido pela Pini. No TCPO 10, incorpora-se as profundas mudanças gerenciais pelas quais passam as empresas de construção. O TCPO possui uma estrutura e classificação de todas as composições, possibilitando o acompanhamento dos serviços complementares, que integram um determinado serviço básico, evidenciando a ordem de execução. Para facilidade de cálculo, é apresentada a composição-resumo, Consumo de Materiais e Mão-de-Obra, relacionando todos os insumos, nas suas quantidades e unidades de compra ou contratação, dos serviços complementares e do serviço básico. Ele engloba também a classificação de 3.272 composições de serviços básicos.

Os preços de materiais, equipamentos e mão-de-obra são pesquisados e atualizados, obedecendo rigorosamente às cotações em vigor, na localidade em que a obra for executada, e para tanto utiliza-se a seção de Construções, da revista “Construção” da Editora Pini. Além da utilização deste software de apoio, existe ainda uma verificação para se confirmar a entrada de todos os dados e de todos os serviços a serem executados na obra civil.

---

<sup>10</sup> VOLARE - programa para realizar estimativas, elaborada pela PINI Sistemas Ltda.

De acordo com o grau de detalhamento dos documentos recebidos e com o tipo de serviço a ser estimado, são utilizados as seguintes ferramentas:

- ⇒ Sistema informatizado de banco de dados da CM;
- ⇒ Banco de Dados de obras passadas, não informatizados;
- ⇒ Experiência da CM;
- ⇒ Experiência de empreiteiras.

#### **2.4. ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DOS PROJETOS**

Existem dois tipos de Relatórios emitidos pela Engenharia, que tem a função de registrar a avanço físico dos projetos. Os dois tipo de relatórios existentes são o Relatório Mensal do Projeto e o Relatório Final de Síntese de uma Realização.

O Relatório Mensal do Projeto, emitido por todos os projetos em curso na Engenharia nas etapas de Estudo Preliminar, Front-End, Básico ou Realização, é um documento que dá uma visão macro do avanço físico, situação financeira, principais ocorrências, desvios de custo e prazo, principais pendências. Tem como objetivo informar os diversos Clientes de um forma homogênea, facilitando a coordenação e permitindo uma melhor eficácia das ações corretivas e de controle. Nela são relacionadas dados como estimativas de custo e prazos de término iniciais e suas tendências, datas de entrada de dados, observações em relação a eventos anteriores e atividades previstas para o mês seguinte.

O outro relatório emitido pela Engenharia Rhodia é o Relatório Final de Síntese de uma Realização, que tem por objetivo permitir uma avaliação do transcorrer do projeto de forma a auxiliar em futuros investimentos. Neste relatório existe um campo onde é preenchida por comentários sobre cada fase analisando as mudanças de escopo ocorridas; sobre o desempenho das empresas envolvidas com relação a qualidade e outros critérios de performance (empresas de engenharia, de montagem, principais fornecedores); sobre aspectos de Segurança, Meio Ambiente (riscos identificados, ações, melhorias, incidentes/acidentes ocorridos durante a montagem).

A comunicação ao Cliente sobre a evolução do projeto é feita pelos Relatórios citados acima e existe ainda uma Reunião de Recentragem que consiste na apresentação do projeto ao Cliente. Nesta Reunião, feita ao fim do Estudo Preliminar e do Front-End, logo após a estimativa de custo do projeto e envolvendo, principalmente, o Coordenador de Projetos da Engenharia e o Representante do Cliente, são repassadas todas as hipóteses e alternativas importantes de processo, tecnologia e custo, revisando-se também a estimativa de custo e a Definição de Investimento.

Em seguida, envia-se um Dossiê Resumo da Etapa ao Cliente ao final de cada Etapa, nela estão contidas informações como custos e prazos de entrega da instalação prováveis e conclusões e comentários relevantes, que auxiliam na preparação do dossiê mais amplo que a Atividade apresentará para aprovação das etapas seguintes.

O acompanhamento na fase de Detalhamento, quando é feita por uma engenharia externa, é feita com a emissão do Fechamento Mensal de Progresso Físico nas EEE's dos Projetos. Este documento é negociado entre a Engenharia Rhodia e a Engenharia Externa na ocasião da contratação da prestação de serviços de engenharia e tem como finalidade liberar à prestadora de serviços o faturamento do trabalho efetuado.

## **2.5. CONSIDERAÇÕES**

Atualmente a Engenharia Rhodia está localizada no Centro Empresarial, junto à presidência da Rhodia S.A.. Esta localização foi definida pelas informações da Rhodia estarem aí concentradas anteriormente e pela sua infra-estrutura. A desvantagem de se ter um centro de engenharia é a dificuldade que se tem de realizar um acompanhamento da implantação da obra a distância, lembrando que a Rhodia possui várias unidades por todo o Brasil. Porém, a ENG será transferida para o complexo de Paulínia no ano de 1998. Com isso, a Rhodia estará deixando de ter despesas com o aluguel no Centro Empresarial, atualmente rateada entre as unidades, além de se aproximar mais a unidade de Pesquisa e Desenvolvimento da Rhodia, situada em Paulínia. Também tem-se a vantagem da proximidade do local, onde são implantados vários projetos.

Apesar da ENG ser transferida para outra localidade, basicamente, os projetos desenvolvidos não sofrerão alterações, desde o estudo de viabilidade até o acompanhamento da implantação, desde que não haja uma revisão dos procedimentos de qualidade.

## *Capítulo 3*

### *Identificação das Causas dos Desvios de Custo*

*Neste capítulo, como o próprio nome sugere, foi feita um estudo sobre o processo de desenvolvimento de projetos na Rhodia e, com isso, a identificação das principais causas que prejudicam as estimativas, provocando desvios de custos sobre os projetos desenvolvidos na Engenharia Rhodia.*

### **3. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS DESVIOS DE CUSTO**

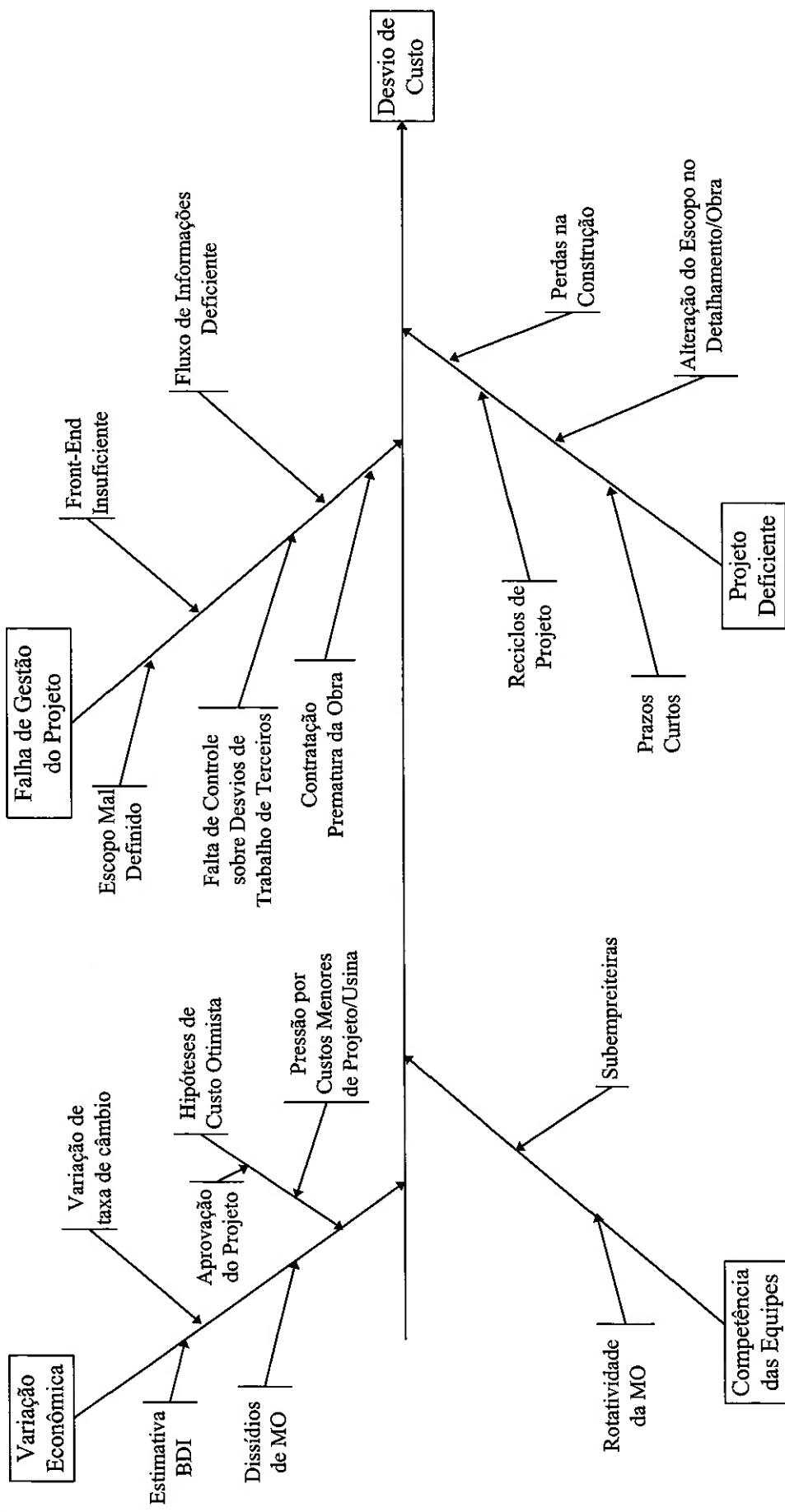
Escolheu-se dois projetos, estudados pela Engenharia Rhodia, com o objetivo de identificar as principais causas dos desvios das estimativas de custo, focadas na Engenharia Civil. Por motivos de sigilo, identificou-se os projetos como “projeto A” e “projeto B”. Estes dois projetos, como vários outros, tiveram desvios de custo acima do especificado no Front-End para a aprovação do investimento. É importante lembrar que o desvio aceito pela Rhodia está entre -6% e +14% do valor estimado, como foi mencionado no capítulo anterior.

De acordo com a ficha de Definição de Investimento, o “projeto A” se refere a um projeto de uma nova seção de secagem de um certo tipo de ácido; e o “projeto B”, a um projeto de uma nova unidade de fabricação de um produto. Estes dois projetos foram escolhidos pois abordam duas situações, onde uma envolve a parada de uma unidade de fabricação para efetuar a ligação da nova seção, e a outra situação a unidade é independente das outras.

Após realizar pesquisas nos arquivos criou-se um primeiro diagrama de Causa e Efeito a partir dos problemas particulares, e em seguida, baseado no primeiro diagrama, entrevistou-se os projetistas, e pôde-se criar um segundo diagrama, representado na Figura 3.1, das principais causas do desvio de custo. Todas as causas puderam ser agrupadas em quatro grandes grupos que foram nomeadas como:

- Falha de Gestão do Projeto;
- Variação Econômica;
- Competência das Equipes;
- Projeto Deficiente.

**Capítulo 3 - Identificação das Causas dos Desvios de Custo**



**Figura 3.1: Diagrama de Causa e Efeito do Desvio de Custo (elaborado pelo autor)**

### **3.1. FALHA DE GESTÃO DO PROJETO**

#### ***3.1.1. Escopo Mal Definido***

Como foi mencionado no capítulo anterior, existem reuniões da equipe da ENG com o CI (representante do Cliente), para o acompanhamento do projeto pelo Cliente e para esclarecimento de eventuais dúvidas. Durante estas reuniões, o CI realiza uma série de pedidos de modificações no projeto que são atendidas à medida do possível. Porém, teve-se uma grande dificuldade para se diferenciar um mal entendido na transmissão do escopo do projeto, de uma real mudança de escopo. Isso se deve ao fato da Definição de Investimento ter sido emitida sem ser suficientemente detalhada em pontos importantes, possibilitando a realização de modificações pelo Cliente em relação às irregularidades, e também impossibilitando a alteração do valor estimado no estudo Básico ou Front-End pelo novo valor provocado pelas mudanças de escopo.

#### ***3.1.2. Falta de Controle sobre Desvios dos Trabalhos de Terceiros***

A Falta de Controle sobre Desvios dos Trabalhos de Terceiros está relacionado, principalmente, a administração da obra, um problema constante na implantação do projeto. Em uma obra, a empreiteira contrata várias subempreiteiras que ficam responsáveis por alguns serviços segmentados, fazendo com que o coordenador do serviço perca a visão do conjunto da obra, limitando-se ao seu serviço. Assim, quando ocorrem imprevistos durante a construção, como em qualquer processo de produção, são feitas correções, já que o contrato com a empreiteira é feita por preço unitário e isso possibilita o acréscimo de serviços, que, isoladamente, não representam muito sobre o valor total da obra, mas quando somados, resultam em um desvio considerável.

Caso o projetista realizasse visitas curtas e freqüentes, já que ele possui uma visão global, poder-se-ia compensar os desvios com reduções em pontos não muito importantes. Porém, dado a distância do escritório ao local e a quantidade de projetos

que um projetista está envolvido, as visitas à obra se tornam ocasionais e de longa duração.

### ***3.1.3. Front-End Insuficiente***

O estudo Front-End, que está sendo utilizado atualmente, não está oferecendo condições para se obter informações essenciais para uma estimativa que atenda as especificações da Rhodia. Na estimativa da Engenharia Civil, o estudo não permite que o projetista realize o aprofundamento necessário na análise do terreno. Ela é importante para estruturar as fundações da obra, além das ligações essenciais com a infra-estrutura existente. A análise envolve verificações de problemas com as fundações de antigas instalações<sup>11</sup> e da localização das tubulações instaladas sob o terreno em estudo.

Para confirmar o problema, durante a entrevista, foi mencionado um caso em que foi possível realizar um estudo mais aprofundado sobre a instalação de estacas por cima de fundações de uma antiga instalação. Com a contratação de um serviço terceirizado, pôde-se chegar a uma estimativa mais próxima do custo real, que foi de, aproximadamente, 67% acima do valor previsto no estudo anterior. Caso o estudo seguisse as normas da estimativa Front-End, o valor seria próximo à estimativa anterior, e, portanto, longe da especificação (-6% e +14%).

Este estudo também não permite uma emissão de documentos adequada, como desenhos de algumas partes da obra, para se registrar as definições estabelecidas e evitar eventuais mudanças de escopo para o projeto durante o Detalhamento, além de facilitar a compreensão do projeto por parte do Cliente.

### ***3.1.4. Contratação Prematura da Obra***

De acordo com a definição da Rhodia, um investimento pode ser dividido em dois grandes grupos, o ISBL (In Side Battery Limit) e o OSBL (Out Side Battery

---

<sup>11</sup> Na demolição de uma instalação, as suas fundações são mantidas.

Limit). O primeiro grupo envolve o investimento físico, ou seja, aquele que realmente é o processo de produção, enquanto que o outro envolve os efluentes, os estoques de matéria-prima e de produto-acabado, as Utilidades<sup>12</sup>, os juros intercalares, entre outros.

Esta divisão auxilia no avanço do Detalhamento, pois o ISBL se conclui antes do OSBL, possibilitando o progresso de alguns estudos sem a necessidade da conclusão do estudo Básico ou Front-End na Rhodia. Da mesma forma, na fase de Construção e Montagem, há um progresso de acordo com o avanço nos estudos de Detalhamento. Reduzindo-se, dessa forma, o tempo total desde a solicitação do estudo de um projeto até a sua partida.

O problema que surge com a otimização do tempo de implantação é que a Construção Civil é iniciada antes do término do Detalhamento, e durante este meio termo, geralmente, são feitas modificações de projeto que implicam em alterações do projeto da Engenharia Civil, o que resulta em retrabalhos na obra e nos projetos, com redesenhos e recálculos.

Este foi o caso do “projeto A”, em que não foram fornecidas informações sobre o piso térreo, onde houve um acréscimo de equipamentos após o término da emissão do valor final do estudo Front-End para o pedido de aprovação, o que exigiu a instalação de bases de concreto para suporte dos novos equipamentos, aumentando o custo da construção civil.

### ***3.1.5. Fluxo de Informações Deficiente***

A visão individualista dos integrantes da equipe de projeto, considerado como um problema cultural da empresa, é uma das causas para o fluxo de informações deficiente. Durante o desenvolvimento do projeto, existem casos em que, por descuido, a evolução de pontos importantes de uma especialidade não são comunicadas aos

---

<sup>12</sup> Utilidades são os equipamentos que auxiliam o processo de produção, como as caldeiras e as Estações de Tratamento de Água e de Esgoto.

outros, que podem ser influenciados com o progresso. Atualmente, não existe nenhum tipo de controle de troca de informações entre as equipes, existindo somente algumas reuniões no final do projeto, mas que não estão sendo suficientes para a atualização constante das modificações.

Além da falta de comunicação entre as especialidades, existe também uma incompatibilidade entre as informações. Sobre o valor calculado pelas especialidades, são adicionados os juros intercalares, as peças de reserva e as despesas de partida da instalação para se totalizar o investimento total. As despesas de partida são calculados pelo próprio Cliente, pois nela utiliza-se a mão-de-obra local. Assim, na emissão da Ficha de Liberação, no valor final devem estar inclusas o custo do projeto mais os juros intercalares e as peças de reserva. Porém, existem alguns casos em que estes dois itens não são inclusos no valor final para o pedido de aprovação, por simples descuido. Isso faz com que os custos real e liberado, se tornem incompatíveis, dificultando, ou mesmo, invalidando a comparação entre eles. Atualmente, nestes casos, separa-se os juros intercalares e peças de reserva do valor real na comparação, para eliminar o problema de incompatibilidade na medição do desvio, mas isso não pode ser considerado como solução, pois o Cliente, na Liberação de Investimento, analisa o valor incompleto como sendo o valor total para a implantação do projeto.

### **3.2. VARIAÇÃO ECONÔMICA**

#### ***3.2.1. Hipótese de Custo Otimista***

As Hipóteses de Custo Otimista são causas para a subestimação do custo de implantação. É feita pelo interesse na Aprovação do Projeto, tanto pela ENG quanto pelo Cliente, e pela Pressão por Custos Menores de Projeto e para a Usina.

##### ***3.2.1.1. Aprovação do Projeto***

Com o intuito de aumentar a aceitação do projeto por parte dos Clientes, os projetistas realizam estimativas otimistas, assim, são feitas algumas reduções, que no

Detalhamento são detectadas e incluídas novamente. Estas estimativas otimistas refletem muito no valor lançado pela Engenharia Civil, pois para cada acréscimo de equipamento, existe a necessidade de criar estruturas de apoio como base de concreto, podendo alterar as características da estrutura da obra, necessitando de reestudos do projeto.

No caso do “projeto B”, foi prevista, inicialmente, uma estrutura metálica por volta de um Silo<sup>13</sup>, porém como o custo estava se tornando muito alto, decidiu-se retirar a estrutura para a emissão do valor estimado para a Liberação de Investimento. Durante o desenvolvimento do Detalhamento, foi necessário acrescentar Utilidades por volta do Silo a ponto de necessitar da estrutura metálica para poder suportar os acréscimos.

### ***3.2.1.2. Pressão do Cliente por Custos Menores de Projeto e Usina***

Como qualquer consumidor de qualquer produto ou serviço, o Cliente pressiona a ENG por custos menores de implantação e de manutenção. No estudo Preliminar, identifica-se a melhor opção dentre algumas alternativas para o projeto, porém, em alguns casos, mesmo assim, é necessário realizar reduções no projeto de forma a satisfazer as exigências do Cliente por custos menores. Para tanto, são feitas subtrações de pontos importantes para o funcionamento eficiente do projeto, o que acabam sendo identificados no Detalhamento e incluídos novamente, resultando no investimento real para o Cliente.

### ***3.2.2. Estimativa da Base de Despesas Indiretas***

Uma das maiores dificuldades que a Engenharia Civil tem para realizar a estimativa de custo está relacionado ao BDI (Base de Despesas Indiretas), que pode variar de construtora para construtora e de projeto para projeto. O BDI está relacionado às despesas como o engenheiro que acompanha a obra e os canteiros de obra. Dessa

---

<sup>13</sup> Silo é um depósito de armazenagem de matéria-prima, de produtos intermediários ou produto acabado, dotado de aparelhamento para carga e descarga.

forma, mesmo para uma Construção pequena, exige-se um mínimo de despesas que pode acabar custando mais que a própria obra civil. Portanto, o BDI pode variar bastante, podendo chegar a índices maiores que 100% nos projetos de pequeno valor.

A Base de Despesas Indiretas pode ser menor em um projeto de grande porte, ou seja, o tamanho do empreendimento e o BDI são inversamente proporcionais. Dessa forma, o mesmo ocorre quando se contrata uma mesma empreiteira para dois projetos sendo implantados na mesma localidade. Nos casos dos “projetos A” e “B” pôde-se realizar tal divisão, reduzindo, assim, a base (BDI). Porém, em um estudo de estimativa não há condições de prever se, na mesma época, serão ou não realizados outros projetos, e se há possibilidade de conciliá-las com a estudada, ou seja, utilizar a mesma empreiteira. O que está sendo feito, atualmente, é incidir uma BDI de 60% sobre os projetos, havendo, assim, uma imprecisão neste valor.

### ***3.2.3. Variação da Taxa de Câmbio***

Todos os valores dos investimentos feitos pela Engenharia Rhodia, emitidos para a aprovação, são convertidos para o dólar, por ser uma moeda estável, porém nem sempre a variação cambial é capaz de absorver a variação econômica, como a inflação. Existem casos em que a variação do preço dos equipamentos foi maior que a variação da taxa cambial, resultando em uma diferença considerável no final do projeto.

### ***3.2.4. Dissídio da Mão-de-Obra***

O dissídio da mão-de-obra, atualização do salário frente a variação econômica, também afeta nas estimativas dos projetos, por estes serem de longa duração na sua grande maioria. A atualização é um processo muito instável, podendo ser maior que a inflação, ou mesmo se atrasar, dependendo da negociação feita entre as empresas e os sindicatos.

Oficialmente, o dissídio da mão-de-obra da construção civil acontece uma vez por ano, em maio, podendo ter mais de um quando existir uma inflação muito alta.

Dessa forma, o início da implantação influencia na quantidade de dissídios que a mão-de-obra pode ter durante a obra. Este fato afeta não só a construção civil, mas também a Engenharia Externa, como a Montagem, porém, nestes casos, o dissídio pode acontecer em datas diferentes.

### **3.3. PROJETO DEFICIENTE**

#### *3.3.1. Alteração de Escopo no Detalhamento e na Obra*

Devemos ressaltar que pequenas mudanças de escopo podem resultar em grandes alterações nos projetos, afetando, assim, a qualidade da estimativa. Em geral, a mais prejudicada é a Engenharia Civil, pois uma modificação pode, facilmente, solicitar a mudança da estrutura predial, desviando a estimativa. Podemos ressaltar, ainda, que uma alteração de escopo na obra acarreta em um custo muito mais elevado que na Detalhamento, pois o custo do retrabalho de um desenho é muito menor de um retrabalho na construção.

O maior motivo do desvio ocorrido no “projeto A”, de acordo com os engenheiros entrevistados, foi devido a mudança de escopo durante o desenvolvimento do Detalhamento pela EEE. A partir dos registros, constatou-se que no decorrer do Detalhamento, houve uma mudança no escopo que indicava haver uma possibilidade futura da produção do ácido ser substituída por um produto alimentício e que esta instalação deveria ser preparada para tal. Por este motivo, houve uma obrigatoriedade legal do projeto seguir uma série de normas que exigem uma limpeza mais rigorosa na área de ensacagem do ácido seco. Porém, no estudo Front-End tal possibilidade não estava prevista. Dessa forma, necessitou-se de uma alteração do piso previsto para um que permitisse minimizar a quantidade de juntas entre os pisos, necessidade essa para diminuir a possibilidade de acúmulo de poeira. A inclinação do piso também teve de ser modificada, antes nivelada, passou-se para um com um ângulo de inclinação e uma calha no centro da área para escorrer a água de limpeza. Esta simples alteração no

escopo, provocou um acréscimo no custo final do projeto, que representou 15% do desvio.

Podemos observar, então, que uma modificação no Detalhamento pode provocar um desvio considerável, dessa forma, uma alteração de escopo na Obra pode resultar em um problema de maior escala.

### ***3.3.2. Perdas na Construção***

As perdas na construção são causas de aumento de custo para a empreiteira, e este fato reflete na qualidade da estimativa do projeto. As perdas na construção podem ter várias origens, dentre elas podemos citar as perdas por superprodução, quando se produz uma quantidade de material maior que o necessário para um certo período; por espera, quando há falta de suprimento; e por processamento, quando há necessidade de retrabalho por não atender as exigências do projeto. Para tanto, deve-se ter uma certa carga em experiência prática, o que auxiliaria na previsão de alguns desvios mais prováveis. Porém, existem casos em que a previsão para as perdas não foi suficiente, provocando, assim, problemas como falta de material.

A criação de planilha de materiais para a obra pela Empresa de Engenharia Externa foi um dos problemas do “projeto A”. Os números foram aplicados diretamente sem haver nenhuma revisão prévia deles, porém as perdas na construção não podem ser desprezadas e, na planilha enviada pela EEE, não estavam sendo consideradas imprevistos de construção suficientes para compensar os erros na Realização. Dessa forma, o que a Engenheira Civil da Rhodia concluiu é que existe uma grande possibilidade da EEE estar utilizando uma mão-de-obra com falta de experiência prática em relação à construção civil. Para evitar novos erros da mesma natureza, atualmente, os próprios engenheiros criam a planilha de materiais.

### ***3.3.3. Reciclos de Projeto***

Problemas como mudanças de escopo, contratação prematura da obra, fluxo de informações deficiente, entre outros são responsáveis pelos reciclos de projeto. Esses retrabalhos, envolvendo recálculos e redesenhos, devido a inclusão de novas máquinas por exemplo, são custos extras que não estavam sendo previstas nas estimativas.

### ***3.3.4. Prazos Curtos***

A exigência dos Clientes por um prazo curtos para a partida da instalação é devido a ameaça da concorrência externa no lançamento de novos produtos ou aumento da produção, pois a entrada antecipada no mercado pode firmá-la, resultando em alta rentabilidade do empreendimento. Dessa forma, os prazos curtos exigidos pelo Cliente prejudicam o cronograma da implantação do projeto, que é determinado por um caminho crítico, sem haver folgas das atividades envolvidas para poder absorver eventuais imprevistos durante a Implantação do projeto. Estes imprevistos são problemas, como atrasos pelo início das fundações em época de chuvas, atrasos por greves em épocas de dissídio da mão-de-obra, e atrasos por erros de projeto. Todos estes imprevistos resultam em atrasos no cronograma original, que não possui folgas nas atividades críticas, o que exige horas-extras nos serviços, para cumprir o prazo determinado, aumentando o custo do empreendimento.

O prazo curto prejudica também na escolha da empreiteira para a implantação do projeto. Para a escolha realiza-se uma pesquisa de mercado e pede-se o orçamento da obra a algumas empreiteiras, porém o prazo exigido pela Engenharia não é suficiente para se ter uma boa precisão, prejudicando, assim, a estimativa do projeto.

### **3.4. COMPETÊNCIA DAS EQUIPES**

#### ***3.4.1. Rotatividade da Mão-de-Obra***

A construção civil brasileira possui uma grande deficiência no treinamento da mão-de-obra, isso se deve ao fato da existência de uma alta rotatividade neste setor. Devido a este fato, a qualidade do serviço se torna muito deficitária. A permanência média de um funcionário em uma obra no Brasil está em torno de oito meses, período suficiente para que o operário possa aprender alguma técnica de construção e poder ser contratado por outra empreiteira como um pedreiro, e não mais como servente. A rotatividade é tão alta a ponto de dizerem que, durante o ano, o empregado trabalha por seis meses em São Paulo, e nos outros seis volta ao Nordeste, de onde a maioria provém, para viver do seguro desemprego. A má qualidade do serviço acaba prejudicando a eficiência no combate contra as perdas na construção civil, o que provoca um aumento no custo das obras. Além de arcar um custo extra para a empreiteira, pelo custo de admissão de um funcionário ser muito alto.

#### ***3.4.2. Subempreiteiras***

Existe uma razão para o não cumprimento dos prazos e má qualidade dos serviços das construtoras civis. Esta razão é devida o antigo costume de subempreitar os serviços, o que é diferente de terceirizar<sup>14</sup>. Porém, o que acontece muitas vezes é contratação dos chamados “gatos”, empresas subcontratadas informalmente que ignoram direitos trabalhistas e obrigações tributárias. Mal gerenciadas e desestruturadas administrativamente, elas geralmente trabalham mal com baixa produtividade. Possuem, no entanto, um atrativo que seriam os preços módicos.

---

<sup>14</sup> terceirizar tem um pressuposto básico, onde é garantida que a empresa contratada será capaz de executar o serviço ou a etapa de obra, agregando produtividade, tecnologia e redução de prazos e custos para a construtora.

## *Capítulo 4*

### *Propostas para as Causas dos Desvios de Custo*

*A partir das causas identificadas no capítulo anterior, foram apresentadas propostas para minimizar os efeitos das principais causas e uma metodologia para verificar a existência de vantagem econômica na aplicação das propostas.*

## **4. PROPOSTAS PARA AS CAUSAS DOS DESVIOS DE CUSTO**

Inicialmente, foram propostas soluções para as causas identificadas de forma isolada, e em seguida foi feita uma análise para verificar a existência de vantagem econômica na solução proposta.

### **4.1. FALHA DE GESTÃO DO PROJETO**

Dentro deste item foram identificadas cinco tipos de problemas, que são o Escopo mal definido; a Falta de controle sobre desvios dos trabalhos de terceiros; o Front-End insuficiente; a Contratação prematura da obra; e o Fluxo de informações deficiente, como foi mencionado no capítulo anterior.

#### **4.1.1. Escopo Mal Definido**

A má definição de escopo ou erros de interpretação da Definição de Investimento podem resultar em grandes desvios da estimativa. As causas comuns, segundo KERZNER (1984), para tais erros são:

- as misturas de tarefas, especificações, aprovações e instruções especiais;
- o uso de linguagem imprecisa, como “próximo” e “aproximadamente”;
- a falta de padrão, estrutura ou ordem cronológica da Definição;
- a grande variação de tamanhos de tarefas;
- a grande variação na descrição dos detalhes do trabalho;
- a falta de uma terceira revisão.

Para evitar tais erros e poder definir melhor o escopo, foi criado um *check-list*, apresentado abaixo, que os membros da equipe envolvida para a Definição de Escopo deveria utilizá-la:

- A Definição de Escopo está especificada o suficiente para poder preparar um resumo da força humana e das soluções necessárias para acompanhar todas as tarefas?

- Os pontos específicos estão claros, de modo a entender o pedido? E o representante, que assina o relatório de aceitação, poderá dizer quando está de acordo?
- Todas as partes da Definição de Escopo estão tão bem escritas sem a existência de nenhum tipo de ambigüidade?
- Quando é necessário a referência de outros documentos, ela está apropriadamente descrita e citada? Todos eles estão realmente pertinentes para a tarefa, ou apenas parte deveria ser referida?
- Existe alguma exigência de dados sobre os tempos das fases de cada produto semi-acabado?
- Os formatos e a gramática dos cabeçalhos foram checados? Os subcabeçalhos são compatíveis? O texto é compatível com o título? O sistema numérico utilizado na Definição de Escopo é multidecimal ou alfanumérico?
- As proporções apropriadas de regulamentações das mediações foram seguidas?
- Todos os dados requeridos foram especificados separadamente em um apêndice de dados requeridos ou em algo equivalente?
- Os requerimentos confidenciais estão adequadamente protegidos caso for pedido?
- A acessibilidade das documentações foi especificada?

Com o uso deste *check-list*, podemos evitar os desvios causados pela má definição do escopo, podendo esclarecer melhor as tarefas da Engenharia Rhodia, de forma a evitar que, na Definição de Escopo, existam pontos obscuros que possam provocar ambigüidade, além de se ter uma estrutura padronizada e de fácil compreensão da Definição.

#### **4.1.2. *Falta de Controle sobre Desvios dos Trabalhos de Terceiros***

Em outras indústrias, independente do grau de complexidade dos produtos, elas empregam especificações simples e claras, porém a construção civil emprega especificações complexas, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusa, desta forma, a qualidade se torna mal definida desde a origem. Além disso, em outras indústrias, as responsabilidades se encontram relativamente concentradas e estão bem

definidas. Já na construção, as responsabilidades estão dispersas e pouco definidas, o que sempre origina zonas obscuras para a qualidade.

Uma comunicação apropriada poderia melhorar as interfaces entre a ENG e a EEE, definindo melhor as atividades de cada parte e facilitando o controle sobre os desvios de seus trabalhos. Da mesma forma, poderia ser feita com as empreiteiras para que o engenheiro da empreiteira, que acompanha a obra, pudesse ter conhecimento do projeto para ter um maior controle dos imprevistos que acontecem durante a obra. A comunicação no desenvolvimento de um projeto, segundo KERZNER (1984), pode ser feito de quatro modos que seriam a formal verbal ou escrita, ou a informal verbal ou escrita.

Entre as comunicações, podem existir interferências que podem provocar distorções das informações das mensagens. Estas interferências podem ser causadas por problemas como: pessoas que escutam o que querem escutar, por realizar o mesmo serviço durante muito tempo; diferenças de percepção entre os dois lados, o que é importante para a interpretação das exigências do contrato, definição do trabalho e pedidos de informações propostas; e pessoas ignorarem conflitos de informações e interpretá-los como os agrada.

Para evitar tais problemas, podemos utilizar técnicas que podem ser usadas para melhorar as comunicações. Eles incluem:

- a obtenção feedback, quando possível em mais de uma forma;
- o estabelecimento de múltiplos canais de comunicações;
- o uso de uma comunicação direta quando possível;
- a determinação do grau de sensibilidade das pessoas à sua comunicação;
- a atenção às mensagens simbólicas, como as expressões faciais das pessoas;
- as comunicações nas ocasiões apropriadas;
- o uso de uma linguagem simples;
- o uso de redundâncias sempre que possível.

Para evitar os problemas de interferência na comunicação devemos:

- deixar de assumir que a mensagem enviada será recebida na mesma forma original;
- entender que a comunicação mais suave e eficiente é feita entre as pessoas com pontos de vista comuns, e, assim, o gerente que alimentar uma boa relação com seus associados poderá ter menores dificuldades na comunicação com os clientes;
- estabelecer cedo as comunicações no projeto.

#### ***4.1.3. Fluxo de Informações Deficiente***

Em qualquer projeto, as interfaces entre uma e outra especialidade são zonas particularmente vulneráveis para a qualidade e nelas, geralmente, ocorrem os erros com maior freqüência. Estes problemas se multiplicam, já que os projetos realizados pela Engenharia Rhodia são, normalmente, complexos.

Um problema típico de interface é quando uma das especialidades necessita de um determinado dado do projeto<sup>15</sup> e quem deve fornecê-lo não está ainda em condições de finalizá-lo. Por melhor que seja o planejamento do projeto, este fato pode ocorrer sempre e, para resolver o impasse, não há melhor solução do que fornecer uma informação provisória mesmo que não seja muito seguro. Esta obrigação de fornecer dados provisórios deve ser prevista na fase de planejamento do projeto.

Para minimizar os problemas, deve-se ter um controle sobre os dados do projeto. Para tanto, todos estes dados devem ser listados, com o objetivo de facilitar o seu controle. Não se pode esquecer que parte dos erros cometidos tem sua origem na alteração de dados que passa despercebida ou que não comunicada a tempo às pessoas que devem saber, um risco que aumenta com o tamanho e a complexidade do projeto.

---

<sup>15</sup> Dados do Projeto são todos aqueles parâmetros numéricos, critérios e requisitos sobre as quais se baseia o projeto.

Um correta gestão do controle dos dados proporciona:

- a garantia para todos os membros da equipe do projeto, pois assegura que todos utilizam os mesmos dados;
- a eliminação de erros, por estabelecer uma sistemática;
- a permissão de um melhor controle do projeto e facilita sua revisão;
- uma ajuda na gestão do projeto, ao identificar aqueles dados que ainda se encontram na espera e que devem ser complementados o mais breve possível;
- uma grande ajuda para a verificação de possíveis causas em casos de falha ou desordem.

Os dados devem ser registrados em um documento adequado. Uma boa solução foi construir uma tabela, como a apresentada na Tabela 4.1, para cada especialidade envolvida no projeto. É importante destacar que esta tabela se trata de um documento “dinâmico”, que pode mudar durante o processo de projeto até a construção e que deve estar continuamente atualizado, ela pode também mudar seu lay-out de acordo com as necessidades do redator. A tabela termina quando todos os dados alcançam a categoria de valores definitivos.

Esta tabela deve ser utilizada de forma a registrar todas as versões das listas dos documentos utilizados de cada especialidade, como a lista de equipamentos, e circular para todos os membros do projeto relacionado, para que se notificar as alterações feitas nos dados de uma certa especialidade. Dessa forma, já que as alterações são registradas, não haveria problemas de erros de estimativa por falta de comunicação entre as especialidades.

**Tabela 4.1: Registro das alterações dos dados (elaborado pelo autor)**

#### ***4.1.4. Front-End Insuficiente***

O problema da estimativa Front-End Insuficiente pode ser amenizada com o uso do estudo Básico, que permite uma documentação mais apropriada para registrar as definições estabelecidas e evitar eventuais desentendimentos com o Cliente, além de possibilitar um maior aprofundamento dos estudos, sendo mais apropriado para a especificação exigida.

A modificação proposta permite uma maior precisão no estudo Front-End, porém aumenta o tempo de estudos da Engenharia Rhodia em, aproximadamente, 50%, ou seja, quatro meses de estudo passariam para seis meses. Este acréscimo de tempo nos estudos não é muito bem vinda, já que, em muitos casos, o Cliente tem uma grande pressa para a partida da instalação.

#### ***4.1.5. Contratação Prematura da Obra***

Para reduzir o problema causado pela Contratação Prematura da Obra, após a contratação da Construção Civil, as especialidades definir as quantidades dos equipamentos e as suas posições, e dificultar as suas modificações no projeto, de forma a permitir apenas alterações daquelas que impliquem em acréscimos de custo para o projeto ou para os usuários que justifique tal alteração.

Com isso, os retrabalhos tanto na obra quanto no projeto reduziram melhorando a qualidade da estimativa, além de possibilitar o uso de estruturas pré-moldadas que podem agilizar a implantação do projeto.

### ***4.2. VARIAÇÃO ECONÔMICA***

Os problemas de Dissídios de Mão-de-Obra e Variação de Taxa de Câmbio podem ser minimizadas com a utilização do Índice Geral de Investimentos (IGI), ligeiramente modificado. O IGI atual é um índice que visa acompanhar a evolução dos preços de equipamentos, materiais, serviços e insumos industriais (energia elétrica, óleo

diesel, aço e cobre). Este é um índice próprio da Engenharia Rhodia, emitida pela GPO, para acompanhar melhor a evolução dos custos de investimentos em projetos químicos, com a projeção de cenários de curto e médio prazos para investimentos em plantas químicas no Brasil. Possui o objetivo de fornecer uma visão real das variações dos custos de investimento, visto que os índices oficiais são afetados pelas intervenções do governo na economia (Planos Cruzado, Bresser, Verão, Collor).

O IGI atual mede a evolução de uma cesta de produtos majoritários dentro de cada especialidade, através da fixação de um físico congelado cujas ponderações são proporcionais aos valores correntes, ou seja, este índice possui o aspecto físico fixo e uma ponderação variável. Desta forma, os principais objetivos do IGI são:

- detectar a evolução passada de custo das várias contas que compõem o investimento;
- servir de fonte de informação para projeções futuras;
- detectar o melhor momento para compra dos recursos;
- melhorar e agilizar a forma de orçar os investimentos;
- detectar diferenças entre os valores cotados e comprados;
- permitir o reajuste do patrimônio Rhodia avaliado.

Este índice engloba as principais especialidades de engenharia envolvidas na consolidação de um projeto industrial químico, assim, ele envolve a automação; a civil; a elétrica; a engenharia; o equipamento principal; a montagem; a tubulação; e, finalmente, o revestimento.

O método utilizado em seu cálculo, parte de dados coletados junto a fabricantes (fornecedores tradicionais) de equipamentos, materiais e serviços, para constituir os elementos de nível 4 (ex.: AUT 4.1.1) e índices de várias instituições. Os preços de final de mês são convertidos para o dólar pela taxa cambial do mês. Os dados (elementos/índices) são ponderados (de acordo com a participação estipulada) de forma a gerar um índice (IGI) que mede a evolução em dólar dos custos de investimento no Brasil.

Porém, o uso do dólar na conversão dos preços está incorreto, pois o dólar sofre forte controle pelo governo federal através de intervenções do Banco Central do Brasil nos leilões de compra e venda. Dessa forma, existe uma necessidade de se adotar , segundo COELHO (1993), uma moeda-forte, que deve ser regido pelas regras do mercado e estar imune às manipulações políticas do governo. A melhor opção de parâmetro alheio às imposições governamentais encontrado foi o IGP-M, publicado pela Fundação Getúlio Vargas e disponível no final de cada mês.

Com a adoção desta alteração no IGI e a utilização dela para realizar projeções futuras e para atualização de estimativas passadas, a Engenharia Rhodia seria capaz de minimizar os desvios de custo causados pela Variação de Taxa de Câmbio e pelos Dissídios de Mão-de-Obra.

#### ***4.2.1. Estimativa da Base de Despesas Indiretas***

A estimativa da Base de Despesas Indiretas se torna um processo muito difícil de se controlar por envolver variáveis, como a construção de um outro projeto na mesma época, na mesma localidade e ser realizada por uma mesma empreiteira, variáveis que são difíceis de serem previstas já que a implantação do projeto não está suficientemente definida, nem a de outros projetos. Dessa forma, o que pode ser feito aqui é superestimar o BDI. A razão de superestimá-lo e não subestimá-lo está na política da empresa que condene o pedido de verba adicional para a conclusão do projeto, e também na possibilidade de se utilizar a verba extra, caso exista, para se absorver os erros em outras partes relacionadas à construção civil.

#### ***4.2.2. Hipótese de Custo Otimista***

A Hipótese de Custo Otimista está relacionada à vontade de aprovar o projeto e a pressão exercida pelo Cliente para a redução de custo. Em relação ao problema da vontade de aprovar o projeto, tanto por parte da Engenharia Rhodia, quanto do Cliente, devemos notar que não existe razão para se aprovar um projeto com uma estimativa induzida para se obter um custo menor, que escondem alguns pontos importantes, que

deveriam ser considerados no valor total. O valor do investimento real para o projeto é muito importante para realizar a análise de investimento por parte do Cliente. Dessa forma, a ENG deve ter uma posição mais neutra possível em relação à decisão do Cliente no empreendimento para garantir uma boa análise e conquistar a confiança do empreendedor na qualidade do serviço prestado pela ENG.

Em relação à pressão exercida pelo Cliente por custos menores de projeto e para a Usina, devem ser atendidas conforme a capacidade do projeto, ou seja, não adianta realizar cortes de partes importantes, existe um limite para a redução e deve haver uma consciência, tanto por parte da Engenharia, quanto do Cliente. Dessa forma, o Cliente deve ter conhecimento sobre as limitações para as reduções de custo para não prejudicar a estimativa do projeto.

#### **4.3. PROJETO DEFICIENTE**

##### ***4.3.1. Alteração de Escopo no Detalhamento e na Obra***

As alterações de escopo durante o desenvolvimento do Detalhamento e durante o Obra pode ser reduzida com uma definição do escopo mais clara no anteprojeto, ou seja, nos estudos feitos na ENG. Podemos dizer que as reuniões de revisão do projeto com o Cliente, geralmente, são as reuniões mais críticas e inflexíveis. Assim, todo esforço deve ser feito para consentir com as exigências feitas nas reuniões. O AI freqüentemente ignora o fato que o seu projeto é, simplesmente, um dos vários projetos interrelacionados para o Cliente. Os AI's devem dedicar tempo para preparar bem as apostilas e literaturas antes da reunião. Este tempo de preparação e/ou viagem devem ser incluídas no orçamento.

Os Clientes não somente gostam de informações em primeira mão, mas também preferem que seus especialistas técnicos sejam diretamente informados pela especialistas da companhia. Muitos gerentes de projeto não gostam desta troca de informações por temer que os especialistas possam dizer ou fazer algo contraditório à estratégia ou idéia do projeto. Estes temores podem ser superados, fazendo com que

apenas a equipe de projeto possa autorizar as soluções ou providenciar as informações de um pedido do Cliente. Este fato alivia a necessidade de se ter um representante de projeto durante todas as discussões, mas irá requerer que sejam providenciadas gravações de todas as comunicações com o Cliente para a equipe de projeto.

#### ***4.3.2. Prazos Curtos***

O problema de Prazos Curtos dos projetos, que resultam em aumento do custo do empreendimento devido a horas-extras dos serviços, podem ser resolvidos com a negociação de prazos mais longos para a implantação dos projetos, que tenham folgas capazes de absorver os eventuais imprevistos. Esse acréscimo de custo, caso não haja a extensão do prazo da implantação, seria de, aproximadamente, 5% sobre o valor total previsto.

Seria necessário um acréscimo de, aproximadamente, 20% sobre o caminho crítico do projeto, segundo o Engenheiro, ou seja, em um programa de implantação de doze meses de duração, prazo com o caminho crítico do cronograma, seria necessário um aumento de dois meses e meio.

Os prazos curtos que prejudicam o orçamento das empreiteiras contratadas pode ser prejudicada com o tempo mais longo para um maior aprofundamento dos estudos. Para tanto o que poderia ser feito aqui é uma divisão do contrato da construção civil em duas partes, a primeira seria as fundações e a outra o restante da obra. Esta divisão estaria baseada na dificuldade de se obter uma precisão grande para a análise do terreno, mesmo se utilizando de técnicas avançadas, pois não passam de uma análise estatística do terreno. Dessa forma, a parte com menor precisão poderia ser contratada por preço unitário, enquanto a outra, que possui uma possibilidade menor que ocorrer imprevistos, poderia ser contratada por empreitada global.

### 4.3.3. Perdas na Construção

As perdas podem ser classificadas em duas categorias, as inevitáveis, que correspondem a um nível aceitável de perdas e que são identificadas quando o investimento necessário para a redução é maior que a economia gerada, podendo variar de empresa para empresa e de obra para obra; e as evitáveis, aqueles que o custo de ocorrência é maior que o custo de prevenção, são consequência de um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são empregados inadequadamente. As principais perdas podem ser observadas na Tabela 4.1, onde estão apresentados um conjunto de exemplos de perdas, indicando a sua natureza, origem e momento de incidência.

Natureza	Exemplo	Momento de incidência	Origem
Superprodução	Produção de argamassa em quantidade superior necessária para um dia de trabalho	Produção	Planejamento: falta de procedimento
Substituição	Utilização de tijolos à vista em paredes a serem rebocadas	Produção	Suprimentos: falta do material em canteiro por falta na programação de compras
Espera	Parada na execução dos serviços por falta de materiais	Produção	Suprimentos: falha na programação de compras
Transporte	Duplo manuseio	Recebimento, Transporte, Produção	Gerência da obra: falha no planejamento de locais de estocagem
Processamento	Necessidade de refazer uma parede por não atender aos requisitos de controle (nível e prumo)	Produção	Planejamento: falhas nos sistemas de controle Recursos humanos: falta de treinamento dos operários
Estoques	Deterioração do cimento estocado	Armazenamento	Planejamento: falta de procedimentos referentes às condições adequadas de armazenagem
Movimentos	Tempo excessivo de deslocamento devido às grandes distâncias de entrepostos de trabalho no andar	Produção	Gerência da obra: falta de planejamento da seqüência de atividades
Elaboração de produtos defeituosos	Desníveis na estrutura	Produção, Inspeção	Projeto: falhas no sistema de fôrmas utilizado

**Tabela 4.1: Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem (extraído da revista Téchne jul/ago 1996)**

Para se reduzir as perdas, como erros de superprodução e processamento, provocadas pelas empreiteiras, deve haver uma seleção mais rigorosa de forma a dar

maior importância à qualidade dos serviços prestados. A escolha poderia ser feita com empresas conceituadas no mercado como a HOCHTIEF, a RACIONAL, a MOURA SCHWAK, a DUMAZ, entre outras, que possam garantir a qualidade de seus serviços e deixar de realizar contratações apenas pelo atrativo econômico.

#### ***4.3.4. Reciclos de Projeto***

Com as soluções propostas acima teríamos uma ciclo de projeto mais eficaz, ou seja, com uma definição de escopo mais clara e uma comunicação entre a EEE e a ENG e entre os próprios projetistas, os redesenhos de plantas e recálculos seriam reduzidos, o que resultaria em uma redução nos custos e também no tempo do projeto.

#### ***4.4. COMPETÊNCIA DAS EQUIPES***

Os problemas de Rotatividade da Mão-de-Obra e Subempreiteiras, relacionados à competência das equipes, fica fora do alcance da Engenharia Civil, por se tratar de atividades que são coordenadas pelas empreiteiras. Porém, uma medida que poderia ser tomada é contratação de empreiteiras que garantam a qualidade de seus serviços, assim como foi mencionado no item 4.3.2.

#### ***4.5. VANTAGENS ECONÔMICAS DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS***

As propostas de solução do desvio de custo proporcionam uma vantagem, que é a maior precisão das estimativas, e uma desvantagem, que seria o atraso na partida da instalação e perder uma fatia do mercado nos primeiros anos pelo atrasar na entrada no mercado. Uma antecipação da partida da instalação garantiria uma entrada antecipada no mercado, proporcionando uma maior fatia do mercado nos primeiros anos e, assim, maiores lucros nesse período, apesar de ter um acréscimo de 5% no custo final de investimento.

Temos, então, duas alternativas que possuem as suas vantagens e desvantagens. Para verificar qual das duas seria melhor, seria necessário realizar uma análise de

alternativas econômicas. Para tanto, dentre os vários métodos para a análise, como o método do Valor Presente Líquido e o de Prazo de Retorno, escolheu-se o da Taxa Interna de Retorno, pela vantagem de poder levar em conta o valor do dinheiro no tempo e as receitas ao longo de toda a vida do projeto, além de não haver a necessidade de se pressupor o uso de uma taxa de desconto preestabelecida. A sua desvantagem estaria na dificuldade dos cálculos.

#### ***4.5.1. Análise pelo Método de Taxa Interna de Retorno***

Para esta análise, devemos, inicialmente, determinar as Taxas Internas de Retorno ( $i$ ) das duas alternativas isoladamente consideradas e compará-la com a Taxa Mínima de Atratividade ( $i_e$ ). Em seguida, devemos determinar o Valor Presente Líquido (VPL) a um juros de 0%.

A Taxa Interna de Retorno é a taxa de juros que torna o Valor Presente Líquido nulo. Neste taxa, a somatória das Receitas, ou seja, dos benefícios (B), se torna exatamente igual à somatória dos dispêndios, isto é, dos custos (C), já que o VPL é a soma algébrica dos benefícios e dos custos no instante inicial. Assim temos que:

$$VPL = B - C = 0 \quad \Rightarrow \quad B = C$$

onde:  $VPL = \sum_0^n F_n (1 + i)^{-n}$ ,

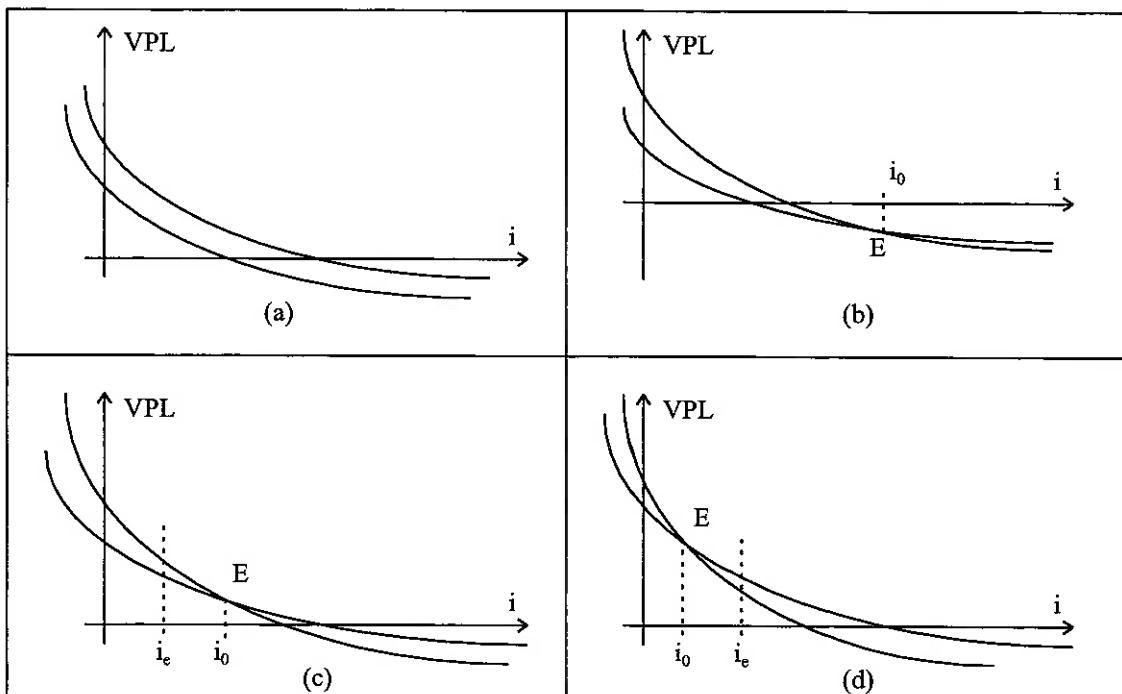
sabendo que  $F_n$  representa os dispêndios ou receitas que ocorrem nos intervalos de zero a  $n$ , podemos obter o valor de  $i$ , ou melhor, a Taxa Interna de Retorno.

Caso  $i$  for igual a  $i_e$ , a alternativa é aceitável como investimento igual a um investimento financeiro com Taxa Interna de Retorno igual à Taxa Mínima de Atratividade. Caso  $i$  for maior que  $i_e$ , o investimento é bem aceitável e dizemos que a alternativa é viável. Caso  $i$  for menor que  $i_e$ , o investimento não é bem aceitável, tendo em vista que um investimento financeiro forneceria uma Taxa de Retorno igual à Taxa Mínima de Atratividade, sendo assim uma alternativa não viável.

Antes de realizarmos uma simulação de uma análise de alternativas econômicas, é importante que sejam feitas algumas considerações:

- as Receitas, como as vendas do Cliente, não foram possíveis de serem divulgadas por motivo de confidencialidade;
- o custo de implantação do projeto foi considerado como sendo gasto apenas na partida da instalação, já que o custo emitido pela Engenharia Rhodia inclui os juros intercalares.

Com estes dois dados, podemos traçar o gráfico VPL x i das duas alternativas para auxiliar na seleção da melhor condição. As possíveis situações podem ser observados a seguir no Gráfico 4.1:



**Gráfico 4.1: Possíveis situações do Gráfico VPL x i (elaborado pelo autor)**

Em seguida, devemos verificar a existência da Taxa de Igualdade<sup>16</sup> ( $i_0$ ), pelo gráfico VPL x i das duas alternativas apropriadas, localizada entre 0% e as Taxas Internas de Retorno (i) das alternativas. Podem ocorrer os seguintes casos:

---

<sup>16</sup> Taxa de Igualdade é a taxa de juros em que os Valores Presentes Líquidos das alternativas são iguais.

- $i_0$  é menor do que zero ou inexiste, devendo optar pelo que tem maior VPL a 0% (Gráfico 4.1 (a));
- $i_0$  é maior que as Taxas Internas de Retorno das alternativas, devendo escolher aquela que tem maior VPL a 0% (Gráfico 4.1 (b));
- $i_0$  é menor que as Taxas Internas de Retorno das alternativas. Neste caso há uma necessidade de comparar  $i_0$  com  $i_e$ , se a primeira for maior que a segunda, então a melhor alternativa seria a que tem maior VPL a 0%, caso contrário, a que tem menor VPL a 0% (Gráfico 4.1 (c) e (d)).

#### *4.5.1.1. Simulação de um Investimento*

A título de exemplo e explicação dos passos, foi feita uma simulação com dados fictícios de previsão da Receita Líquida do Cliente relativo ao “projeto A”, que foi um dos projetos utilizados para a identificação das causas do desvio de custo, e que teve um custo final de US\$ 7.800 mil. Caso o prazo de implantação do projeto fosse estendido em quatro meses, o custo final seria de, aproximadamente, US\$ 7.400 mil, ou seja, uma economia de US\$ 400 mil.

A análise de escolha das duas possibilidades depende da Receita que o projeto pode oferecer após o início da operação da instalação. Dessa forma, foram imaginadas criamos duas alternativas com uma Taxa Mínima de Atratividade de 10% a.a. e uma vida útil da instalação de 10 anos (considerados iguais para as duas situações por se tratar do mesmo projeto), que estão listadas a seguir:

##### Alternativa I:

- custo de implantação de US\$ 7.800 mil, devido a antecipação da partida da instalação;
- receita no primeiro ano de US\$ 1.600 mil, maior pelo ganho de uma fatia maior do mercado, devido a antecipação na partida da instalação;
- receita nos anos seguintes de US\$ 1.500 mil, redução da receita causada pela estabilização do mercado e surgimento de novos concorrentes.

Alternativa II:

- custo de implantação de US\$ 7.400 mil, menor por conseguir prazos de estudo e implantação mais longos;
- receita no primeiro ano de US\$ 1.400 mil, reduzido pelo atraso da partida da instalação e consequente perda de fato do mercado;
- receita nos anos seguintes de US\$ 1.500 mil, aumento causado por esforços por maiores vendas e estabilização do mercado.

Para facilitar o compreendimento do problema, temos uma representação gráfica dos fluxos de caixa:

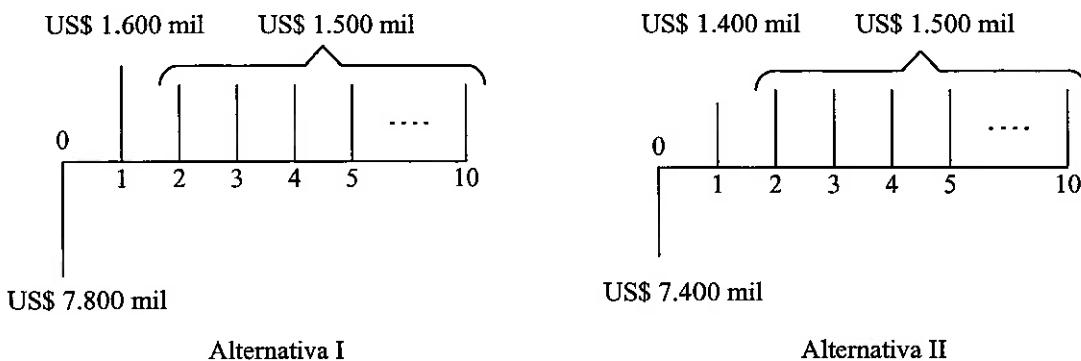


Gráfico 4.2: Fluxo de Caixa das Alternativas da Situação 1 (elaborado pelo autor)

A fim de definir a Taxa Interna de Retorno das duas alternativas podemos:

Alternativa I:

$$VPL_I = -7.800 + 1.600 (P/F; i; 1) + 1.500 (P/U; i; 9) (P/F; i; 1) = 0$$

simplificando, temos:

$$[1.600 + 1.500 (P/U; i; 9)] (P/F; i; 1) = 7.800,$$

onde:

$$(P/U; i; n) = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}, \text{ e}$$

sendo que:  
 P = valor presente;  
 F = valor final;  
 U = valor uniforme;  
 i = juros  
 n = número de períodos.

$$(P/F; i; n) = \frac{1}{(1+i)^n},$$

Por tentativas e erros, temos:

$$c/i = 15\% \quad (1.600 + 1.500 \times 4,772) \times 0,8696 = 7.616$$

$$c/i = 14\% \quad (1.600 + 1.500 \times 4,946) \times 0,8772 = 7.911$$

$$c/i = 14,5\% \quad (1.600 + 1.500 \times 4,858) \times 0,8734 = 7.762$$

$$c/i = 14,4\% \quad (1.600 + 1.500 \times 4,875) \times 0,8741 = 7.790$$

temos, então, que o valor da Taxa Interna de Retorno para a alternativa I ( $i_I$ ) é igual a 14,4%, que é maior que a Taxa Mínima de Atratividade ( $i_e$ ), o que mostra a viabilidade da alternativa. A 0% de juros temos:

$$VPL_{I,0\%} = -7.800 + 1.600 + 1.500 \times 9 = +7.300$$

#### Alternativa II:

$$VPL_{II} = -7.400 + 1.400 (P/F, i, 1) + 1.500 (P/U; i; 9) (P/F; i; 1) = 0$$

simplificando, temos:

$$[1.400 + 1.500 (P/U; i; 9)] (P/F; i; 1) = 7.400,$$

Por tentativas e erros, temos:

$$c/i = 16\% \quad (1.400 + 1.500 \times 4,607) \times 0,8621 = 7.164$$

$$c/i = 15\% \quad (1.400 + 1.500 \times 4,772) \times 0,8696 = 7.442$$

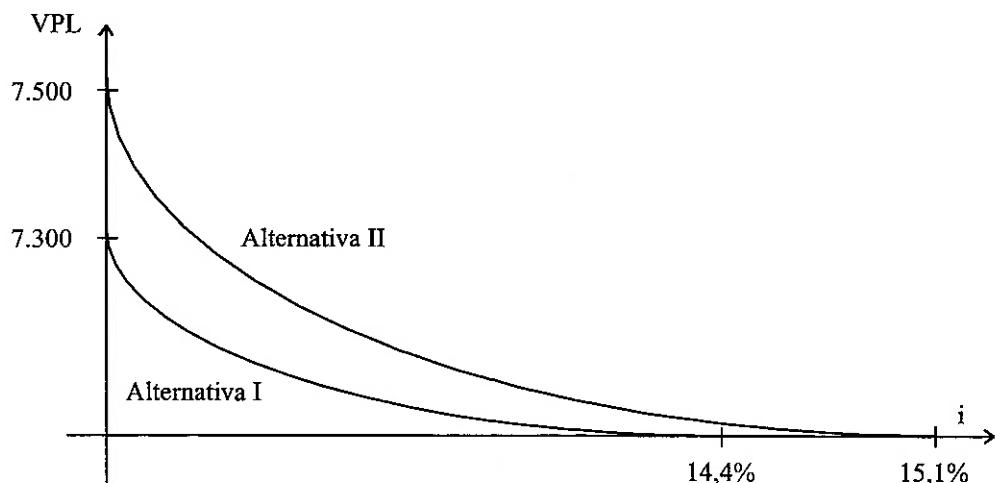
$$c/i = 15,2\% \quad (1.400 + 1.500 \times 4,738) \times 0,8681 = 7.385$$

$$c/i = 15,1\% \quad (1.400 + 1.500 \times 4,755) \times 0,8688 = 7.413$$

temos, então, que  $i_{II}$  é igual a 15,1%, que é maior que  $i_e$ , mostrando a viabilidade da alternativa. A 0% de juros temos:

$$VPL_{II,0\%} = -7.400 + 1.400 + 1.500 \times 9 = +7.500$$

Com os valores de  $i_I$ ,  $VPL_{I,0\%}$ ,  $i_{II}$ , e  $VPL_{II,0\%}$ , podemos traçar o Gráfico VPL x i das duas alternativas I e II:



**Gráfico 4.3: Gráfico VPL x i das alternativas I e II da Situação 1 (elaborado pelo autor)**

A eventual Taxa de Igualdade ( $i_0$ ) pode ser definida igualando-se os dois VPL's, dessa forma:

$$VPL_I = VPL_{II}$$

$$-7800 + [1600 + 1500(P/U; i; 9)](P/F; i; 1) = -7400 + [1400 + 1500(P/U; i; 9)](P/F; i; 1)$$

$$\therefore (P/F; i; 1) = 2 = 1/(1+i) \Rightarrow i < 0$$

Com o resultado, podemos observar que  $i_0$  é menor que 0, e dessa forma, podemos afirmar que a melhor alternativa, neste exemplo, é a que tem o maior VPL a 0%, isto é, a alternativa II, que se refere ao projeto com um custo de implantação mais barato, porém estendido.

Feito a análise e observado que a Alternativa II foi escolhida como a mais rentável, agora, imaginemos uma outra situação, em que se tenham os mesmos 10 anos de vida útil e uma Taxa Mínima de Atratividade de 10%, com as seguintes modificações:

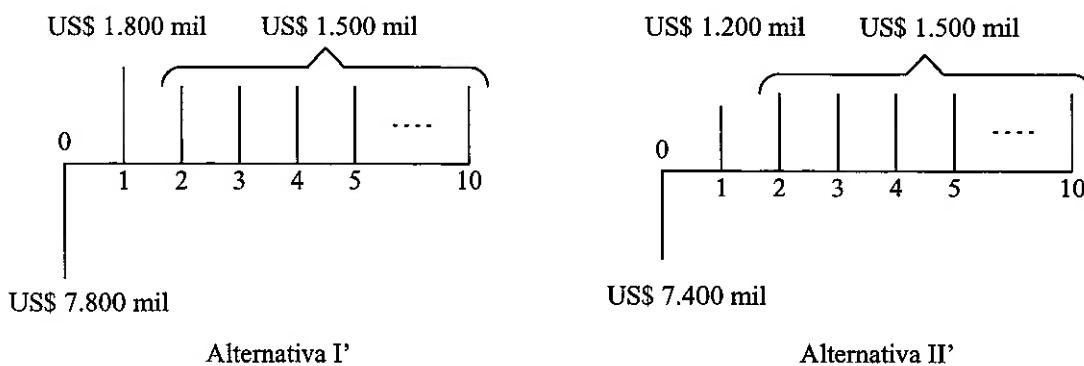
Alternativa I':

- mesmo custo de implantação de US\$ 7.800 mil da situação anterior, para não se perder o parâmetro;
- receita no primeiro ano de US\$ 1.800 mil, maior que a situação anterior para ver qual a modificação no resultado;
- mesma receita nos anos seguintes de US\$ 1.500 mil, para se ter uma diferença maior entre o primeiro ano e os anos seguintes.

Alternativa II' (da mesma forma que a alternativa anterior):

- custo de implantação de US\$ 7.400 mil;
- receita no primeiro ano de US\$ 1.200 mil;
- receita nos anos seguintes de US\$ 1.500 mil.

Para facilitar o compreendimento do problema, temos uma representação gráfica dos fluxos de caixa:



**Gráfico 4.4: Fluxo de Caixa das Alternativas da Situação 2 (elaborado pelo autor)**

A fim de definir a Taxa Interna de Retorno das duas alternativas podemos:

Alternativa I:

$$VPL_I = -7.800 + 1.800 (P/F, i, 1) + 1.500 (P/U; i; 9) (P/F; i; 1) = 0$$

simplificando, temos:

$$[1.800 + 1.500 (P/U; i; 9)] (P/F; i; 1) = 7.800,$$

Por tentativas e erros, temos:

$$c/i = 14\% \quad (1.600 + 1.500 \times 4,946) \times 0,8772 = 8.087$$

$$c/i = 15\% \quad (1.800 + 1.500 \times 4,772) \times 0,8696 = 7.790$$

temos, então, que  $i_I$  é igual a 15%, que é maior  $i_e$ , o que mostra a viabilidade da alternativa. A 0% de juros temos:

$$VPL_{I,0\%} = -7.800 + 1.800 + 1.500 \times 9 = +7.500$$

Alternativa II:

$$VPL_{II} = -7.400 + 1.200 (P/F, i, 1) + 1.500 (P/U; i; 9) (P/F; i; 1) = 0$$

simplificando, temos:

$$[1.200 + 1.500 (P/U; i; 9)] (P/F; i; 1) = 7.400,$$

Por tentativas e erros, temos:

$$c/i = 15\% \quad (1.200 + 1.500 \times 4,772) \times 0,8696 = 7.268$$

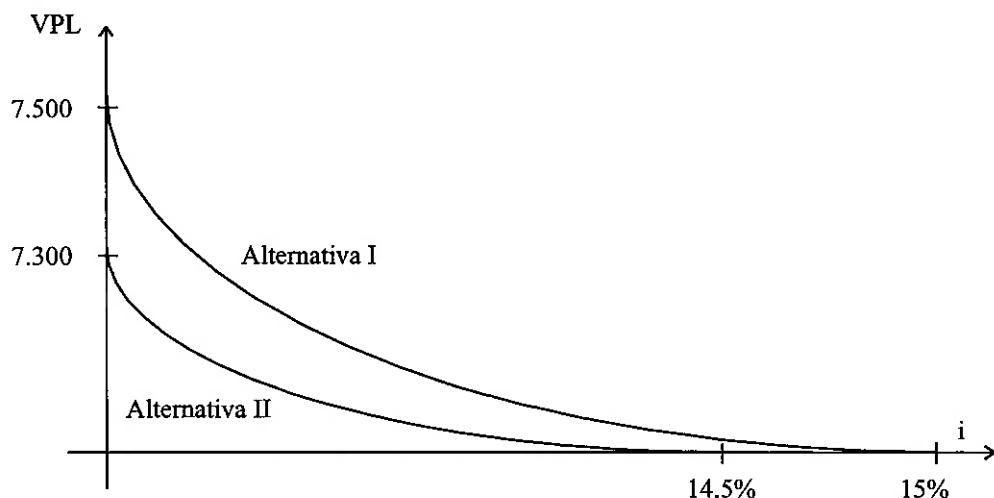
$$c/i = 14\% \quad (1.200 + 1.500 \times 4,946) \times 0,8772 = 7.561$$

$$c/i = 14,5\% \quad (1.200 + 1.500 \times 4,858) \times 0,8734 = 7.413$$

temos, então, que  $i_{II}$  é igual a 14,5%, que é maior que  $i_e$ , mostrando a viabilidade da alternativa. A 0% de juros temos:

$$VPL_{II,0\%} = -7.400 + 1.200 + 1.500 \times 9 = +7.300$$

Identificados os valores de  $i_P$ ,  $VPL_{P, 0\%}$ ,  $i_{II'}$ , e  $VPL_{II', 0\%}$ , podemos traçar o Gráfico VPL x i das duas alternativas I' e II':



**Gráfico 4.5: Gráfico VPL x i das alternativas I' e II' da Situação 2 (elaborado pelo autor)**

A eventual Taxa de Igualdade ( $i_0$ ) pode ser definida igualando-se os dois VPL's, dessa forma:

$$VPL_P = VPL_{II'}$$

$$-7800 + [1800 + 1500(P/U; i; 9)](P/F; i; 1) = -7200 + [1400 + 1500(P/U; i; 9)](P/F; i; 1)$$

$$\therefore (P/F; i; 1) = 3 = 1/(1+i) \Rightarrow i < 0$$

Com o resultado, podemos observar que  $i_0$  é menor que 0, e dessa forma, podemos afirmar que a melhor alternativa, neste exemplo, é a que tem o maior VPL a 0%, isto é, a alternativa I', que se refere à antecipação na entrada no mercado competitivo e absorver o custo extra.

A partir destes dois exemplos, podemos observar que, de um mesmo projeto, podem existir dois resultados diferentes de uma análise, completamente opostas entre si. Dessa forma, cabe ao Cliente, que possui os dados sobre as Receitas previstas para o projeto, realizar uma análise de escolha de alternativas, como foi feito nos dois exemplos, entre um projeto com uma precisão maior, custos reduzidos e tempo maior, ou um projeto com um custo mais elevado, menos preciso e partida antecipada.

## *Capítulo 5*

### Conclusões

Na conclusão apresentou-se o trabalho desenvolvido, as dificuldades encontradas no seu desenvolvimento, bem como as limitações das propostas. Por fim, foi analisado a possibilidade de extração das idéias contidas para as outras áreas da Engenharia.

## 5. CONCLUSÕES

Atualmente, a Engenharia Rhodia aceita as imposições de projetos com prazos de entrega da instalação e custo final restritos, sem a existência de folgas suficientes, o que acarreta problemas de desvios da estimativa e de prazos de entrega. Devido a falta de confiabilidade das estimativas feitas pela Engenharia, algumas empresas, que normalmente solicitariam estudos, têm assumido uma postura de desenvolver seus próprios projetos. Pela necessidade de desenvolver projetos para a justificativa da sua existência. A ENG tende a aceitar imposições dos Clientes, mesmo sabendo que o pedido, da forma que é solicitada, é inviável de ser executada em alguns casos. Dessa forma, o que acontece é uma espécie de efeito “Bola de Neve”, onde as más consequências vão agravando mais e mais.

Neste contexto, este trabalho visa a identificação das principais causas dos desvios de custos dos projetos focados, principalmente, na Engenharia Civil e propor soluções. De forma a retomar a confiabilidade dos serviços da Engenharia Rhodia frente aos Clientes e, por consequência, aumentar o número de solicitações de projeto e justificar a sua existência na Rhodia.

As soluções propostas para um maior controle dos desvios de custos dos projetos envolvem:

- a utilização de um check-list para uma definição de escopo mais clara;
- uma comunicação mais eficiente entre a Engenharia Rhodia e a Engenharia Externa, e entre os próprios projetistas;
- um controle das informações entre as interfaces das especialidades com a utilização de uma tabela de registro de dados;
- a alteração da sistemática de cálculo do Índice Geral de Investimentos (IGI), que estaria fundamentada em substituir o dólar pelo IGP-M;
- a utilização do IGI para a atualização das estimativas e para projeções futuras;
- a exigência empreiteiras que garantam a qualidade de seus serviços.

O conjunto das soluções propostas permite uma melhoria na qualidade da estimativa da Engenharia Civil que passaria para os ideais -6% e +14%, enquanto que atualmente varia, de acordo com o histórico dos projetos, entre -7% e +83%, o que representa uma melhoria de -4% e +14% para -1% e +2% sobre o total do investimento. Porém, a melhoria na precisão da estimativa tem um preço e ela está relacionada ao prazo de entrega da instalação que fica estendida em 20% na implantação e 50% no estudo antes do Detalhamento, sabendo que, sem as melhorias, os custos seriam 5% mais elevados devido a horas-extras nos serviços.

Para facilitar a visualização do problema, imagine um projeto, como exemplo, com um custo de implantação estimado de US\$ 8 milhões, média dos projetos, com uma duração de três meses de estudo na ENG e doze meses para a instalação, teríamos, com as melhorias propostas, um extensão de quatro meses no prazo total do projeto com uma precisão entre -11% e +28%, já sem elas, o prazo não será alterado, mas teríamos um aumento de, aproximadamente, US\$ 400.000,00 podendo variar entre -14% e +40%.

Apesar de não ter conseguido acesso a algumas informações, impossibilitando uma análise mais precisa das soluções propostas, com a análise feita no capítulo anterior, pôde-se observar que os resultados podem se alterar de acordo com a diferença da Receita prevista para cada tipo de projeto, sem poder criar uma regra geral desta aplicação, ou seja, sem poder afirmar que a aplicação das propostas resulta sempre em melhorias.

Dessa forma, o Cliente deve realizar estudos detalhados, a fim de quantificar a previsão de vendas com uma entrada antecipada no mercado e uma outra previsão com atraso na entrada. Com estas previsões, o Cliente deve realizar uma análise de alternativas econômicas, seguindo o exemplo do capítulo anterior, para determinar se as vantagens oferecidas pela entrada antecipada no mercado absorvem os custos extras na implantação ou se é mais lucrativo atrasar na entrada no mercado e ter um custo reduzido, com uma estimativa mais precisa.

### **5.1. PRÓXIMOS PASSOS**

É importante que sejam feitos estudos semelhantes em outras áreas e não somente na Engenharia Civil, com o objetivo de identificar outras causas dos desvios de custo e encontrar novas soluções para o problema. Dessa forma, com a aplicação das melhorias as reduções de custo seriam maiores, o que facilita a visualização da sua vantagem em uma análise de decisão de antecipar a entrada no mercado.

A identificação das causas dos desvios de projeto permite direcionar a Engenharia Rhodia a encontrar as soluções para o problema de desvio de custo. Porém, é importante quantificar o aparecimento dos fatores que compõem as causas principais de forma realista através do acompanhamento dos projetos desenvolvidos. Somente assim será possível medir os progressos conseguidos de forma quantitativa.

*Bibliografia*

## 6. BIBLIOGRAFIA

COELHO, M.N., *Por que é Comum a Afirmação: "A Contabilidade não Serve para Nada"* - *Controle Gerencial: Custo & Produtividade por Atividade*, São Paulo, 1993. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FORMOSO, C.T.; CESARE, C.M.; LANTELME, E.M.V.; SOIBELMAN, L., *Perdas na Construção Civil*, São Paulo, Téchne, nº 23, jul/ago 1996.

GIAMMUSSO, S.E., *Orçamento e Custos na Construção Civil*, São Paulo, Pini, 1991.

GOLDMAN, P., *Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil*, São Paulo, Pini, 1986.

KERZNER, H., *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, Ohio, Van Nostrand Reinhold Company, 1984.

KOELLE, P.A., *Modelo de Implantação da Qualidade Assegurada na Construção Civil*, São Paulo, 1992. Monografia (Trabalho de Formatura) Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. /Datilografado/

LOPES, J.P., *Produtividade na Fase de Montagem Eletromecânica de Projetos Industriais*, São Paulo, 1996. Monografia (Trabalho de Formatura) Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. /Datilografado/

MESEGUER, A.G., *Controle e Garantia da Qualidade na Construção*, São Paulo, SINDUSCON/SP PROJETO PN, 1991.

PAES DE BARROS, M.C., *Projetos Industriais: Um Novo Enfoque para seu Desenvolvimento*, São Paulo, 1992. Monografia (Trabalho de Formatura) Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. /Datilografado/

ROLDAN, F., *Desenvolvimento com ênfase em compras*, São Paulo, 1993. Monografia  
(Trabalho de Formatura) Departamento de Engenharia de Produção, Escola  
Politécnica, Universidade de São Paulo. /Datilografado/

*TCPO 10 - Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos*, São Paulo, Pini,  
1996.

WOILLER, S.; MATHIAS, W. F., *Projetos, Planejamento, Elaboração e Análise*, São  
Paulo, Atlas, 1996.

*Anexos*

## 1. ANEXOS

### 1.1. ANEXO 1: O ÍNDICE GERAL DE INVESTIMENTOS (IGI)

Os elementos que compõem cada conta principal (especialidade) do índice, seus códigos e seus fornecedores encontram-se na Tabela 7.1 e a descrição dos índices cadastrados pode ser visualizada na Tabela 7.2.

ELEMENTOS	DESCRÍÇÃO	FORNECEDOR
<i>Automação (AUT)</i>		
AUT 4.1.1	transmissor eletr. controlador de pressão diferen.	SMAR
AUT 4.1.2	controlador digital de painel microprocessado	YOKOGAWA
AUT 4.1.3	válvula de controle tipo globo sede simples	MASONEILAN
AUT 4.1.4	cabo de sinal para instrumentos de bitola 2x1	POLIRON
<i>Civil (CIV)</i>		
CIV 4.1.1	m3 de concreto armado	PINI/CONSTRUÇÃO
CIV 4.1.2	proj., fabr., e mont. para 1kg de estr. metálica	ICEC
<i>Elétrica (ELE)</i>		
ELE 4.1.1	armário de controle de motores, ccm padrão	GROUPE SCHNEIDER
ELE 4.1.2	motor trifásico, (440V, 60 Hz, 5 cv, 4 pólos)	WEG
ELE 4.1.3	cabo de sinal Sintenax AF BT 0,6/1 kv	PIRELLI
<i>Engenharia (ENG)</i>		
ENG 2.1	engenharia interna	
ENG 2.2	engenharia externa	
ENG 4.2.1.1	tarifa ENG (custo de mão-de-obra)	RHODIA
ENG 4.2.2.1	engenheiro empresa externa (ENGS A7)	JAAKKO POYRY
ENG 4.2.2.2	projetista empresa externa (PS B6)	JAAKKO POYRY
ENG 4.2.2.3	desenhista empresa externa (DES B3)	JAAKKO POYRY
<i>Equip. Principal (EQP)</i>		
EQP 2.1	caldeiraria	
EQP 2.2	bombas	
EQP 2.3	outros	
EQP 3.1.1	reservatórios	
EQP 3.1.2	trocadores	
EQP 4.2.2.1	bomba centrífuga aço inox 304	OMEL
EQP 4.2.3.1	índice de evolução do trocador de calor	ABDIB/FIPE
EQP 4.3.1.1.1	reservatório AC (aço carbono) 4,5 m3, F-2213	INCASE
EQP 4.3.1.1.2	reservatório AI (aço inox) 304L 4,5 m3, F-2213	INCASE
EQP 4.3.1.1.3	reservatório AI (aço inox) 316L 4,5 m3, F-2213	INCASE
EQP 4.3.1.2.1	trocador de calor casco e tubo em AC	INCASE
EQP 4.3.1.2.2	trocador de calor casco e tubo em AI, 316 L	INCASE

(continuação)

ELEMENTOS	DESCRÍÇÃO	FORNECEDOR
<b>Montagem (MON)</b>		
MON 2.1	eletricista e soldador	
MON 2.2	soldador e encanador	
MON 4.2.1.1	mão-de-obra montagem eletricista	MONTCALM
MON 4.2.1.2	mão-de-obra montagem soldador TIG	MONTCALM
MON 4.2.2.1	mão-de-obra montagem soldador TIG	MONTCALM
MON 4.2.2.2	mão-de-obra montagem encanador	MONTCALM
<b>Revestimento (REV)</b>		
REV 4.1.1	mão-de-obra pintor	MONTCALM
REV 4.1.2	tinta anti-corrosiva a base de epoxi	SUMARÉ
<b>Tubulação (TUB)</b>		
TUB 2.1	tubos	
TUB 2.2	válvulas	
TUB 3.2.1	válvula esfera	
TUB 3.2.2	válvula gaveta	
TUB 3.2.3	válvula globo	
TUB 4.2.1.1	tubo aço carbono laminado, sem costura	MANNESMANN
TUB 4.2.1.2	tubo aço inox TP 304, com costura longitudinal	TEQUISA
TUB 4.2.1.3	tubo aço inox TP 316, com costura longitudinal	TEQUISA
TUB 4.3.2.1.1	válvula esfera, TAG ES-2F2, 2", aço carbono	WORCESTER
TUB 4.3.2.1.2	válvula esfera, TAG ES-2D2, 2", aço inox	WORCESTER
TUB 4.3.2.2.1	válvula gaveta, TAG GA-2B2, 2", aço carbono	INDUMETAL
TUB 4.3.2.3.1	válvula globo, TAG GL-2B2, 2", aço carbono	INDUMETAL

**Tabela 7.1: Descrição dos Elementos e seus Fornecedores**

PUBLICAÇÃO/ÍNDICE	DESCRÍÇÃO
<b>ABDIB/FIPE</b>	<i>Ind. de sal. méd. na prod. de bens de cap. sob enc. (1 -Ind. calc. com base em valores expressos em CR\$ até jun/94 e em R\$ a partir de jul/94) - Com encargos sociais</i>
ABDGLO	Abdib global
ABDMEC	Máquinas mecânicas
ABDELE	Máquinas e equipamentos elétricos
ABDCAL	Equipamentos industriais e caldeiraria
<b>ABIMAQ SINDIMAQ</b>	<i>Indústria de Bens de Capital Mecânicos (Índices setoriais de custos de produção)</i>
ABIVF	Setores Industriais- Válvulas de Materiais Ferrosos
ABIVNF	Setores Industriais - Válvulas de Materiais Não-Ferrosos
ABIBOM	Setores Industriais - Bombas e Motobombas
ABINEE	Insumos Básicos do Setor Eletroeletrônico
CHAAC	Chapas grossas Usiminas (uso geral, subgrupo III - pagamento 30 dias)
COBRE	Índice de preço do vergalhão de cobre - FGV (Índice)
<b>ACESITA SANDVIK (*)</b>	<i>Aço inox bitola 1,98 ~ 6,00</i>
CHA304	Aço Inox 304
CHA316	Aço Inox 316

(continuação)

PUBLICAÇÃO/ÍNDICE	DESCRÍÇÃO
<b>CHEMICAL ENG.</b>	<b>Economic Indicators</b>
CHEMIC	Chemical Engineering Plant Cost Index (CE Index)
M&SUSA	Marshall & Swift Equipment Cost Index (M&S Index - Chemical) - quadr.
<b>CONJ. ECONÔMICA</b>	<b>Conjuntura Estatística (pag. 20) - Economia Internacional</b>
IPAUSA	Inflação - Índices de preços ao consumidor - EUA
IPAALE	Inflação - Índices de preços ao consumidor - Alemanha
IPAJAP	Inflação - Índices de preços ao consumidor - Japão
<b>CONJ. ECONÔMICA</b>	<b>Conjuntura Estatística (pag. 2,3) - Preços</b>
IGP-DI	Índice geral de preços - disponibilidade interna (Índices)
INPC	INPC (Índices)
IPA	Índice de preços por atacado - disponibilidade interna (Índices)
<b>CONJ. ECONÔMICA</b>	<b>Conjuntura Estatística (pag. 21) - Preços por atacado - oferta global - produção industrial - Brasil</b>
COL36	Máquinas e equipamentos industriais
COL40	Material elétrico (Motores e geradores)
COL41	Material elétrico (outros)
<b>CONJ. ECONÔMICA</b>	<b>Conjuntura Estatística (pag. 22) - Preços por atacado - oferta global - produção industrial - Brasil</b>
COL55	Ind. de Transformação Química - Tintas e Vernizes
<b>CONSTRUÇÃO/PINI</b>	<b>Índices e Custos - Economia na Construção</b>
IPCE	Índice Pini de Custos de Edificações (IPCE) - pg.116
INCC	Índice Nacional de Custos da Construção Civil - FGV (Edificações) - pg.114
CUB	Índice Setorial da Construção Civil - SINDUSCON/SP (CUB) - pg.115
<b>DÓLAR</b>	
DOLMED	interno
DOLFIM	interno
<b>SRI INTERNATIONAL</b>	<b>PEP COST INDEX UPDATE (CEDOC)</b>
PEPUSA	PEP COST INDEX VALUES - UNITED STATES
PEPALE	PEP COST INDEX VALUES - GERMANY
PEPJAP	PEP COST INDEX VALUES - JAPAN
<b>RHÔNE-POULENC</b>	<b>VARIATIONS PRIX - Variations Economiques</b>
FRANCA	Índice 8 - Travaux Hors G.C.

(\*) Atualmente este índice não está sendo cotado, está sendo estudado um substituto para ele.

**Tabela 7.2: Descrição dos Índices Cadastrados**

A seguir, a Figura 7.1 ilustra a árvore com a distribuição dos elementos que compõem o IGI e a Figura 7.2 contém a participação de cada elemento na formação do índice final. O relatório do Índice Geral de Investimentos referente ao período de jun/94 a jul/96 também se encontra a seguir.

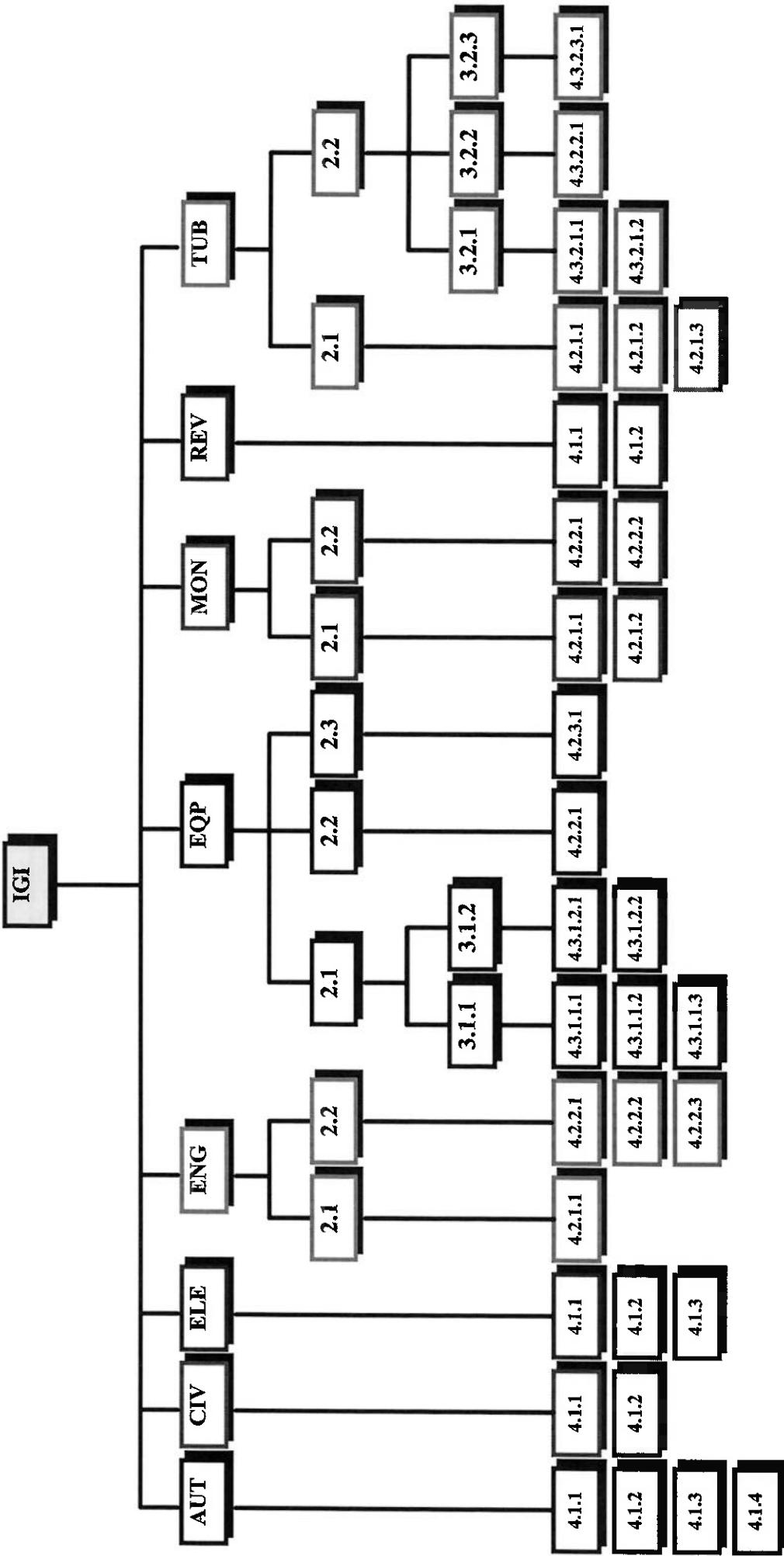


Figura 7.1: Árvore do Índice Geral de Investimentos (extraído de material interno)

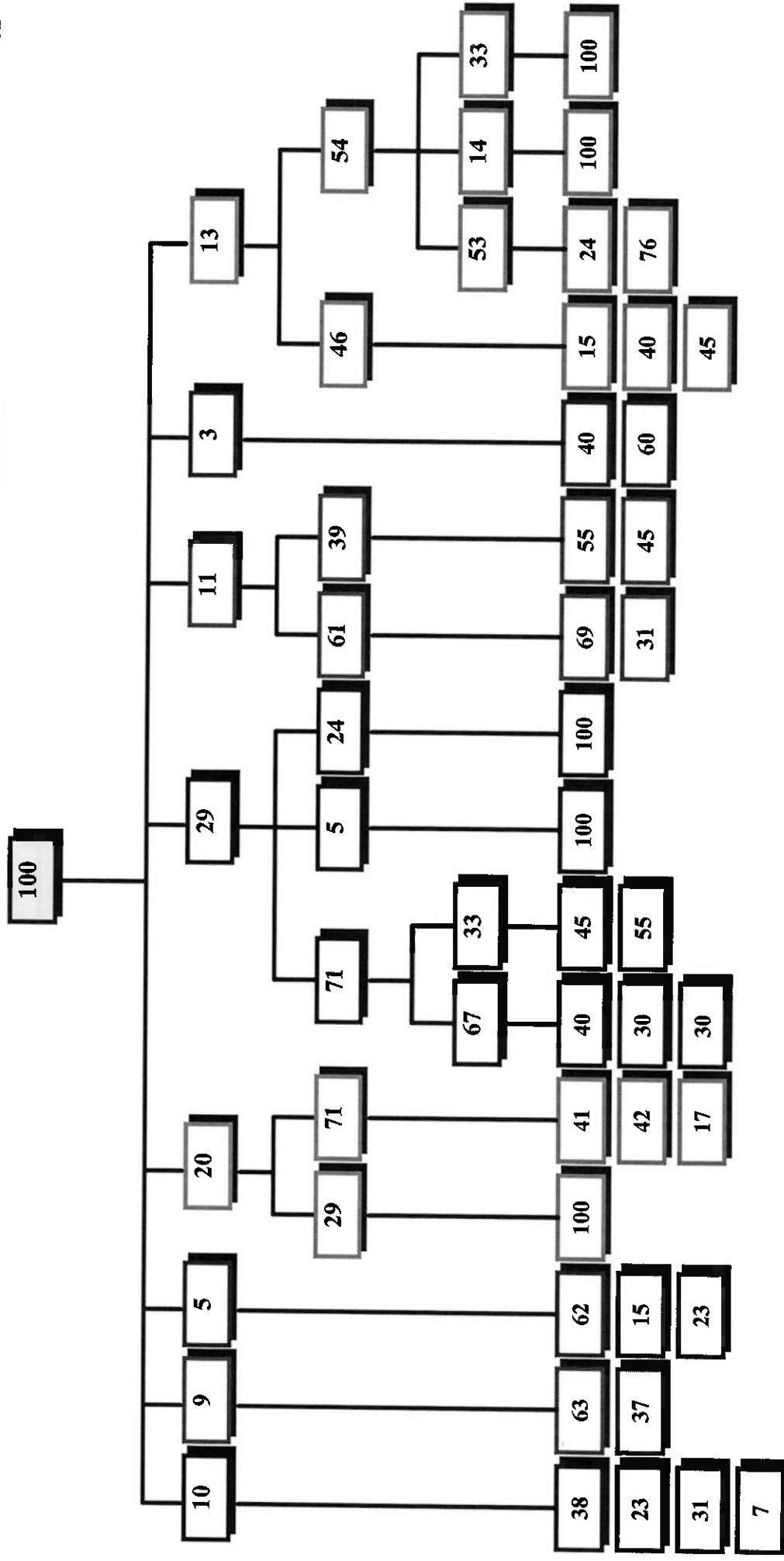
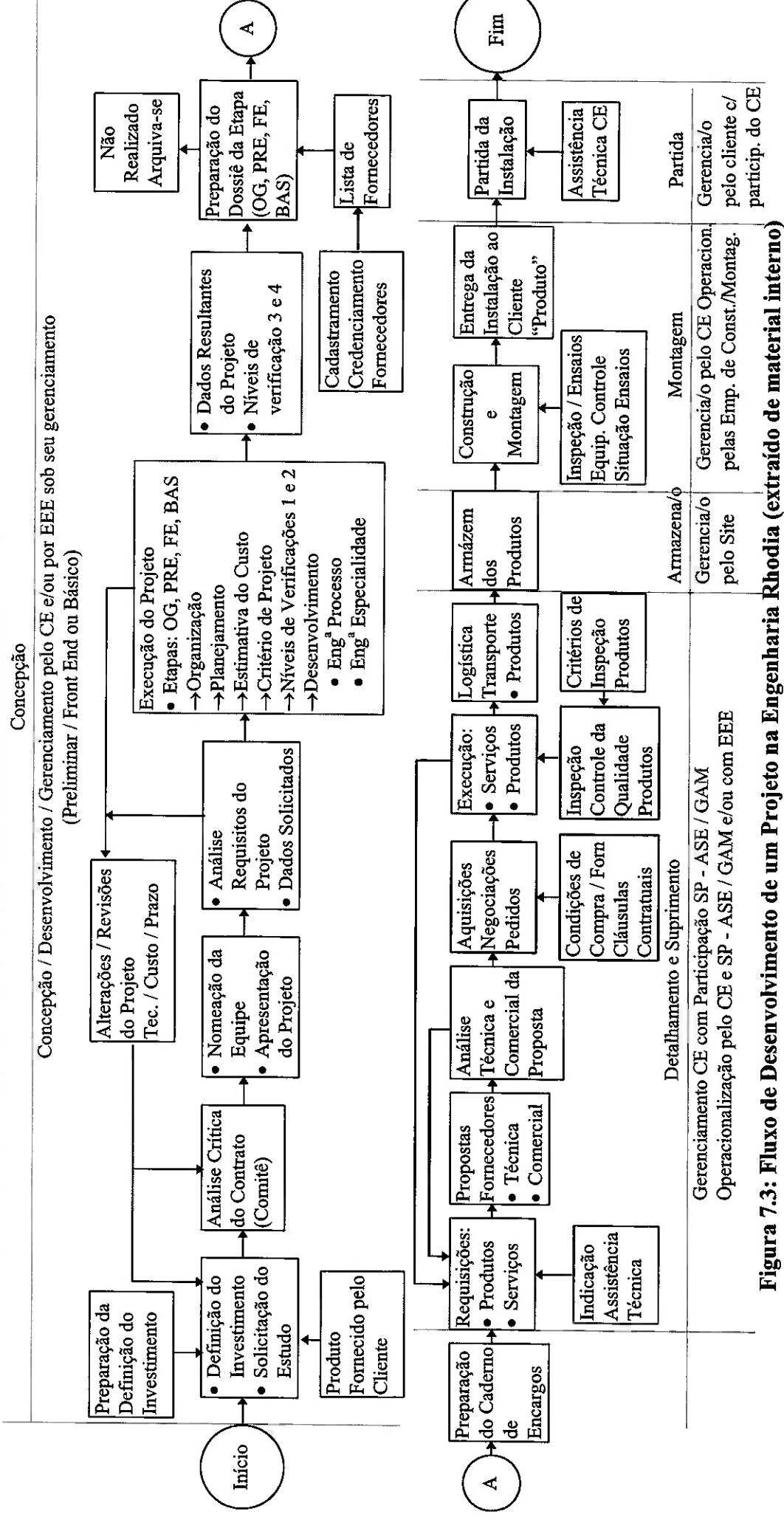


Figura 7.2: Árvore de Participação de cada Item no IGI (extraído de material interno)

## 1.2. ANEXO 2: FLUXO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO NA RHODIA



**Figura 7.3: Fluxo de Desenvolvimento de um Projeto na Engenharia Rhodia (extraído de material interno)**