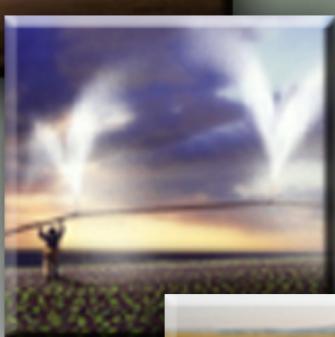




Bureau of  
**Reclamation**

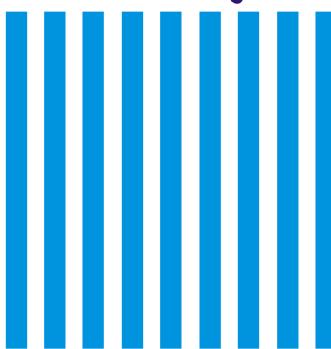
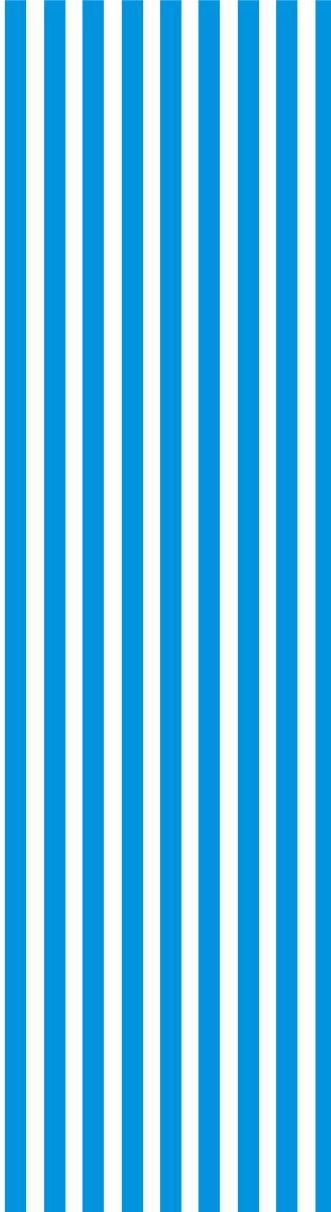
# manual de irrigação

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

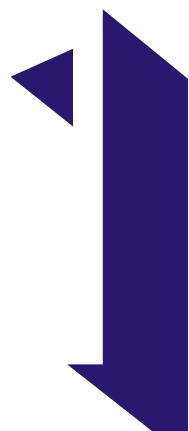


**GOVERNO  
FEDERAL**  
Trabalhando em todo o Brasil





BUREAU OF RECLAMATION  
BRASIL



---

# Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

---

MANUAL DE  
IRRIGAÇÃO

BRASÍLIA - DF  
2002

Todos os Direitos Reservados

Copyright © 2002 Bureau of Reclamation

Os dados desse Manual estão sendo atualizados por técnicos do Bureau of Reclamation.

Estamos receptivos a sugestões técnicas e possíveis erros encontrados nessa versão. Favor fazer a remessa de suas sugestões para o nosso endereço abaixo, ou se preferir por e-mail.

1ª Edição: Outubro de 1993

2ª Edição: Dezembro de 2002

Meio Eletrônico

Editor:

BUREAU OF RECLAMATION

SGA/Norte - Quadra 601 - Lote I - Sala 410

Edifício Sede da CODEVASF

Brasília - DF

CEP - 70830-901

Fone: (061) 226-8466

226-4536

Fax: 225-9564

E-mail: burec2001@aol.com

#### **Autores**

Douglas C. Olson – Engº de Planejamento – “Bureau of Reclamation”

Donald E. Clay – Engº de Planejamento – “Bureau of Reclamation”

Larry N. Kysar – Engº de Planejamento – “Bureau of Reclamation”

#### **Equipe Técnica do Bureau of Reclamation no Brasil**

Catarino Esquivel - Chefe da Equipe

Ricardo Rodrigues Lage - Especialista Administrativo

Evani F. Souza - Assistente Administrativo

#### **Tradutores**

Thais Caruso A. da Silva – Embaixada Americana

Mario Guilherme Garcia Nacinovic - Engº Agrônomo - DNOS

#### **Revisão Técnica**

Bernardo Zicman – Engº Civil – “JP – Jaakko Pöyry Engenharia Ltda”

CODEVASF / DNOCS / DNOS – Vários Especialistas

#### **Composição e Diagramação:**

Print Laser - Assessoria Editorial Ltda

#### **Ficha Catalográfica:**

Olson, Douglas C.

Planejamento geral de projetos de irrigação / Douglas C. Olson,

Donald E. Clay e Larry N. Kysar. — Brasília : Secretaria de Recursos Hídricos, 1998

373 p. : il. (Manual de Irrigação, v.1)

Trabalho elaborado pelo Bureau of Reclamation, do Departamento de Interior, dos Estados Unidos, por solicitação do Ministério da Integração Nacional do governo brasileiro.

1. Planejamento – Projeto de irrigação I. Clay, Donald E. II. Kysar, Larry N. III. Título. IV. Série.

CDU 631.153 : 626.81/84

# APRESENTAÇÃO

Em maio de 1986, o Banco Mundial aprovou um Contrato de Empréstimo para a elaboração de estudos e projetos de irrigação no Nordeste do Brasil. O Contrato inclui recursos para assistência técnica à Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica e, para isto, foi assinado - em novembro de 1986 - um acordo com o "Bureau of Reclamation", do Departamento do Interior, dos Estados Unidos.

A assistência abrange a revisão de termos de referência, estudos básicos, setoriais e de pré-viabilidade; projetos básicos e executivos; especificações técnicas para construção de projetos de irrigação; critérios, normas e procedimentos de operação e manutenção de projetos de irrigação; apresentação de seminários técnicos; acompanhamento da construção de projetos; formulação de recomendações de políticas relativas ao desenvolvimento da agricultura irrigada.

O trabalho de assistência é realizado por uma equipe residente no Brasil, e por pessoal temporário do Bureau, do Centro de Engenharia e Pesquisa de Denver, Colorado, Estados Unidos. A equipe residente conta com especialistas em planejamento, projetos de irrigação, barragens, hidrologia, sensoriamento remoto e operação e manutenção.

O Bureau vem prestando estes serviços há mais de dezesseis anos. Neste período, obteve um conhecimento bastante amplo sobre a agricultura irrigada, no Brasil. Devido a este conhecimento e à grande experiência do Bureau, em assuntos de irrigação, o Ministério da Integração Nacional, solicitou que fossem elaborados manuais técnicos, para utilização por órgãos governamentais (federais, estaduais e municipais), entidades privadas ligadas ao desenvolvimento da agricultura irrigada, empresas de consultoria, empreiteiras e técnicos da área de irrigação.

A coleção que ora é entregue a esse público é um dos resultados do Contrato mencionado. Ela é composta dos seguintes Manuais:

- Planejamento Geral de Projetos de Irrigação
- Classificação de Terras para Irrigação
- Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação
- Operação e Manutenção de Projetos de Irrigação
- Especificações Técnicas Padronizadas
- Standard Technical Specifications
- Avaliação de Pequenas Barragens
- Elaboração de Projetos de Irrigação
- Construção de Projetos de Irrigação

Para sua elaboração contou com o trabalho de uma equipe de engenheiros e especialistas do "Bureau of Reclamation", por solicitação do governo brasileiro.

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

O objetivo dos Manuais é apresentar procedimentos simples e eficazes para serem utilizados na elaboração, execução, operação e manutenção de projetos de irrigação.

Os anexos 10, 11 e 12 do “Manual de Operação e Manutenção de Projetos de Irrigação” foram redigidos por técnicos do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA. O anexo do “Manual de Avaliação de Pequenas Barragens” foi elaborado pelo Grupo de Hidrometeorologia da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, em convênio com o “Institut Français de Recherche Scientifique pour le Developement en Cooperation” - ORSTOM.

Foram publicadas, separadamente, pelo IBAMA / SENIR / PNUD / OMM (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, Secretaria Nacional de Irrigação, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Organização Meteorológica Mundial), as “Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação”. Estas diretrizes devem ser seguidas em todas as etapas de planejamento, implantação e operação de projetos de irrigação.

O Bureau of Reclamation agradece a gentil colaboração da CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco) e do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) pela disponibilização de informações sobre Leis e Normas Técnicas Brasileiras.

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	3
POLÍTICA NACIONAL PARA PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA IRRIGAÇÃO .....	10
ATIVIDADES DA SEQÜÊNCIA GERAL .....	14
ATIVIDADE 1 .....	15
ATIVIDADES 2, 3 e 9 .....	16
ATIVIDADES 4 e 10 .....	17
ATIVIDADE 5 .....	18
ATIVIDADE 6 .....	19
ATIVIDADE 7 .....	20
ATIVIDADE 8 .....	21
ATIVIDADE 11 .....	22
ATIVIDADE 12 .....	23
ATIVIDADE 13 .....	24
ATIVIDADE 14 .....	25
ATIVIDADE 15 .....	26
ATIVIDADE 16 .....	27
ATIVIDADE 17 .....	28
ATIVIDADE 18 .....	29
1. INTRODUÇÃO .....	30
1.1 Objetivo do MANUAL .....	30
1.1.1 Ênfase no Processo de Planejamento .....	31
1.2 Conteúdo do MANUAL .....	31
1.2.1 Composição .....	31
1.2.2 Como Utilizar o MANUAL .....	31
1.2.3 Exemplos .....	32
1.2.3.1 Exemplo de um Projeto do Tipo B .....	32
1.2.3.2 Exemplo de Projeto do Tipo C .....	34
1.2.3.3 Exemplo de Projeto do Tipo D .....	34
1.2.3.4 Exemplos de Estimativas de Custos .....	34
1.2.3.5 Exemplos de Planos Alternativos .....	34
1.3 Organização .....	35
1.3.1 Especialistas Requeridos .....	35
1.3.2 Organizações .....	36
1.3.3 Funções e Responsabilidades .....	36
1.3.3.1 Planejamento Regional (Capítulo 2) .....	37
1.3.3.2 Planejamento a Nível de Pré-Viabilidade (Capítulo 3) .....	37
1.3.3.3 Planejamento a Nível de Viabilidade (Capítulo 10) .....	38
1.4 Comparação de Planos Alternativos .....	38
1.5 Planejamento com Fins Múltiplos (Capítulo 11) .....	38

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

2.	PLANEJAMENTO REGIONAL .....	40
2.1	Apresentação Geral .....	40
2.1.1	Pré-Estudo .....	40
2.1.2	Estudos de Reconhecimento .....	40
2.1.3	Seleção do Plano para uma Área .....	40
2.1.4	Priorização de Áreas .....	41
2.1.5	Seleção Final de Áreas .....	41
2.1.6	Plano de Ação.....	41
2.2	Definição da Região .....	41
2.3	Seleção Preliminar de Áreas .....	41
2.4	Diagnóstico .....	43
2.4.1	Dados Existentes (no escritório ou em outros órgãos).....	43
2.4.2	Segunda Seleção de Áreas .....	44
2.4.3.	Dados de Campo .....	44
2.4.4	Terceira Seleção de Áreas .....	44
2.5	Estudos de Reconhecimento .....	45
2.5.1	Solos .....	45
2.5.2	Recursos Hídricos .....	45
2.5.2.1	Águas Superficiais .....	45
2.5.2.2	Água Subterrânea.....	45
2.5.2.3	Outros Usos da Água .....	46
2.5.2.4	Qualidade da Água .....	46
2.5.3	Definição do Tipo de Projeto .....	46
2.5.4	Custos .....	46
2.5.4.1	Investimentos .....	46
2.5.4.2	Custos de Operação, Manutenção, Reposição e Energia Elétrica .....	46
2.5.4.3	Custos de Produção Agrícola .....	46
2.5.5	Benefícios .....	47
2.5.6	Meio Ambiente .....	47
2.6	Seleção do Melhor Plano Para Cada Área .....	47
2.7	Priorização de Áreas .....	48
2.8	Seleção Final de Áreas .....	48
2.9	Planos de Ação por Área .....	48
2.10	Exemplo de Planejamento Regional .....	49
3.	PLANEJAMENTO A NÍVEL DE PRÉ-VIABILIDADE .....	50
3.1	Formulação de Planos .....	50
3.2	Conceitos Relativos à Análise Comparativa .....	50
3.3	Análise Incremental .....	52
3.4	Faseamento da Implantação .....	54
3.5	Aspectos Ambientais .....	54
3.6	Avaliação dos Aspectos Sociais .....	55
3.7	Envolvimento do Público .....	55
3.7.1	Processo .....	55
3.7.2	Montagem do Programa de Envolvimento do Público .....	57
3.7.2.1	Divulgação de Informações .....	57
3.7.2.2	Entrevistas Individuais .....	57
3.7.2.3	Reuniões com a População Local .....	57
3.7.3	Participação do Público na Seleção do Plano .....	58
3.8	Seleção do Plano .....	58
4.	SOLOS .....	59
4.1	Apresentação Geral .....	59
4.1.1	Identificação do Plano Inicial .....	63

	4.1.1.1	Resumo dos Passos para Elaboração de uma Tabela de Classificação de Terras (como a Tabela 4.1) .....	64
4.2	Exemplos .....		64
	4.2.1	Projeto do Tipo B .....	64
	4.2.2	Projeto do Tipo C .....	64
	4.2.3	Projeto do Tipo D .....	71
5.	RECURSOS HÍDRICOS .....		74
5.1	Estimativas das Disponibilidades de Água .....		74
	5.1.1	Determinação das Vazões de um Rio num Dado Ponto, para Captação e/ou Acumulação .....	74
	5.1.2	Período com Dados .....	74
	5.1.3	Outros Usos da Água .....	74
5.2	Estimativa das Demandas .....		75
	5.2.1	Dimensionamento de Sistemas de Irrigação .....	76
5.3	Estudos de Operação Simulada de Reservatórios .....		76
	5.3.1	Captação a Fio de Água num Rio Não Regularizado .....	76
	5.3.2	Captações em Rios Regularizados por Reservatórios .....	76
	5.3.3	Estudos de Simulação .....	77
	5.3.4	Organização das Colunas .....	77
	5.3.5	Perdas nos Reservatórios .....	77
	5.3.6	Perdas por Evaporação e Curvas Cota-Área-Volume dos Reservatórios ...	78
	5.3.7	Critérios de Déficit .....	78
	5.3.8	Sangramentos .....	79
	5.3.9	Operações que Envolvam Diversos Reservatórios .....	79
5.4	Qualidade da Água .....		79
5.5	Enchentes .....		80
5.6	Exemplos .....		80
	5.6.1	Exemplo de Projeto do Tipo B .....	80
	5.6.2	Exemplo de Projeto do Tipo C .....	81
	5.6.3	Exemplo de Projeto do Tipo D .....	81
6.	ESTIMATIVAS DE CUSTOS .....		113
6.1	Custos de Investimento .....		113
	6.1.1	Barragens e Reservatórios .....	113
	6.1.1.1	Maciço .....	113
	6.1.1.2	Fundações .....	115
	6.1.1.3	Vertedouro .....	118
	6.1.1.4	Estruturas de Tomada D'Água .....	118
	6.1.1.5	Desmatamento, Limpeza e Relocações .....	118
	6.1.1.6	Reassentamento de Populações e Aquisição de Terras .....	118
	6.1.1.7	Custos de Reservatórios Existentes .....	118
	6.1.1.8	Barragens de Derivação .....	120
	6.1.2	Canais .....	120
	6.1.2.1	Leiautes dos Canais .....	120
	6.1.2.2	Bueiros e Sifões .....	123
	6.1.2.3	Pontes .....	123
	6.1.2.3.1	Trilhas e Caminhos Secundários .....	123
	6.1.2.3.2	Pontes para Veículos .....	123
	6.1.2.3.3	Pontes de Rodovias Estaduais ou Federais .....	123
	6.1.2.4	Estruturas Diversas .....	124
	6.1.3	Canais Secundários .....	124
	6.1.4	Estações de Bombeamento .....	124
	6.1.5	Estradas de Acesso .....	132
	6.1.6	Diques de Proteção .....	132
	6.1.7	Estrutura de Apoio .....	132

6.1.8	Outros Itens .....	135
6.1.8.1	Automação .....	135
6.1.8.2	Equipamentos de Operação e Manutenção (O&M) .....	135
6.1.8.3	Centros de Operação e Manutenção .....	136
6.1.8.4	Custo de Aquisição da Terra .....	137
6.1.9	Investimentos Parcelares .....	137
6.1.9.1	Sistema de Irrigação .....	137
6.1.9.2	Desmatamento, Sistematização e Quebra-Ventos .....	138
6.1.9.3	Correção dos Solos .....	138
6.1.10	Imprevistos .....	138
6.1.11	Engenharia e Despesas Gerais .....	138
6.1.12	Apresentação dos Custos .....	138
6.2	Custos Anuais .....	140
6.2.1	Operação e Manutenção .....	140
6.2.1.1	Método Organizacional .....	140
6.2.1.1.1	Pessoal .....	141
6.2.1.1.2	Equipamentos .....	141
6.2.1.1.3	Materiais .....	141
6.2.1.2	Método dos Projetos Comparáveis .....	141
6.2.1.3	Barragens e Reservatórios .....	142
6.2.2	Energia Elétrica .....	143
6.2.3	Custos de Produção Agrícola .....	143
6.3	Assistência Técnica .....	143
6.4	Custos de Reposição .....	143
6.5	Nomenclatura dos Componentes do Projeto .....	144
7.	ESTIMATIVAS DOS BENEFÍCIOS .....	164
7.1	Apresentação Geral .....	164
7.2	Maturação dos Benefícios .....	165
7.3	Exemplos .....	165
8.	AVALIAÇÃO DOS PLANOS .....	167
8.1	Apresentação Geral .....	167
8.2	Preparação dos Dados .....	167
8.2.1	Memórias de Cálculo .....	167
8.2.2	Resumos dos Planos .....	167
8.2.3	Custos .....	167
8.2.4	Benefícios .....	170
8.3	Análise Econômica .....	170
8.3.1	Preços Sombra .....	170
8.3.2	Fluxo de Custos .....	170
8.3.2.1	Custos de Investimento .....	170
8.3.2.2	Custos Anuais .....	170
8.3.2.3	Custos de Reposição .....	171
8.3.2.4	Custos de Assistência Técnica .....	172
8.3.3	Fluxo de Benefícios .....	172
8.3.4	Relação Benefício/Custo e Valor Presente Líquido .....	172
8.3.5	Taxa Interna de Retorno .....	172
8.4	Comparação de Planos .....	173
8.4.1	Tabela Comparativa .....	173
8.4.2	Processo Iterativo de Planejamento .....	174
8.4.3	Análise de Sensibilidade .....	175
8.5	Considerações sobre o Meio Ambiente .....	175
8.6	Exemplos .....	177

9.	<b>PLANO SELECIONADO .....</b>	286
9.1	Apresentação Geral .....	286
9.2	Apresentação do Plano .....	286
9.2.1	Mapa .....	286
9.2.2	Relatório Resumo do Estudo a Nível de Pré-Viabilidade .....	286
9.3	Revisão do Plano .....	286
10.	<b>PLANEJAMENTO A NÍVEL DE VIABILIDADE .....</b>	301
10.1	Apresentação Geral .....	301
10.1.1	Grau de Detalhamento .....	301
10.1.2	Alternativas .....	302
10.1.3	Testes de Viabilidade .....	302
10.1.4	Compromisso de Participação no Projeto e de Ressarcimento dos seus Custos .....	303
10.2	Coleta e Avaliação de Dados .....	304
10.2.1	Topografia .....	304
10.2.2	Materiais de Fundação .....	304
10.2.3	Materiais de Empréstimo .....	304
10.2.4	Dados Hidroclimatológicos .....	304
10.2.5	Estrutura Fundiária .....	305
10.2.6	Uso da Terra .....	305
10.2.7	Aptidão das Terras para Irrigação .....	305
10.2.8	Dados Agrícolas .....	305
10.2.9	Dados Econômicos e Financeiros .....	305
10.2.10	Dados sobre o Meio Ambiente .....	305
10.2.11	Dados Sócio-Econômicos .....	305
10.3	Estimativas de Custos .....	305
10.4	Estimativas de Benefícios e Avaliação Econômica e Financeira .....	306
10.5	Envolvimento do Público .....	306
10.6	Estudos Ambientais .....	306
11.	<b>PLANEJAMENTO DE PROJETOS DE USOS MÚLTIPLOS .....</b>	307
11.1	Apresentação Geral .....	307
11.2	Estudos a Nível Regional de Planejamento de Projetos para Fins Múltiplos .....	309
11.3	Estudos de Planejamento de Projetos de Fins Múltiplos, a Nível de Pré-Viabilidade .....	309
11.3.1	Análise Comparativa .....	309
11.3.2	Análise Incremental .....	310
11.3.3	Envolvimento do Público, Avaliações do Meio Ambiente e Aspectos Sociais .....	310
11.4	Estudos de Planejamento a Nível de Viabilidade de Projetos de Usos Múltiplos ..	310
11.5	Alocação de Custos .....	310
11.5.1	Benefícios .....	311
11.5.2	Terminologia Utilizada na Alocação de Custos .....	313
11.5.3	Princípios de Alocação de Custos .....	314
11.5.4	Métodos para Alocação de Custos .....	314
	<b>ANEXO 1 - TIPOS DE PROJETOS .....</b>	316
	<b>ANEXO 2 - EXEMPLO DE PLANEJAMENTO REGIONAL .....</b>	318
	<b>ANEXO 3 - DIRETRIZES RELATIVAS AO MEIO AMBIENTE .....</b>	328
	<b>ANEXO 4 - QUESTIONÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO .....</b>	334
	<b>ANEXO 5 - NECESSIDADES DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS HIDRÁULICOS .....</b>	341
	<b>ANEXO 6 - ANÁLISE INCREMENTAL DO PROJETO SALITRE (BAHIA) .....</b>	346

# POLÍTICA NACIONAL PARA PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA IRRIGAÇÃO

Estima-se que o Brasil disponha de 29 milhões de hectares passíveis de serem irrigados. Aproximadamente 2,5 milhões de hectares já estão sendo irrigados (1990), restando cerca de 26,5 milhões para futuros desenvolvimentos.

O objetivo maior do Brasil é atingir a auto-suficiência na produção de grãos no ano 2000, bem como aumentar significativamente a produção de frutas e hortaliças, através de estímulos ao desenvolvimento da irrigação pública e privada.

Os objetivos estaduais e locais visam, fundamentalmente, a criação de empregos e a produção de alimentos.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- Aumentar a produção de alimentos e melhorar o processamento, manejo e comercialização.
- Gerar novos empregos nos setores primário, secundário e terciário, sendo a base econômica para a agricultura irrigada.
- Estimular a expansão e o desenvolvimento da irrigação privada.
- Estabilizar a economia agrícola, através do aperfeiçoamento das práticas de manejo da água.
- Fomentar a educação e a organização dos agricultores.
- Melhorar a disponibilidade de crédito e abrir canais de comercialização.
- Contribuir para o estabelecimento de uma infra-estrutura agroindustrial regional.
- Fortalecer a pesquisa e a assistência técnica.
- Integrar novas iniciativas a programas já iniciados.

Como o planejamento e o desenvolvimento da agricultura irrigada estão relacionados à política geral do país relativa à agricultura e auto-suficiência de alimentos, devem adequar-se às mesmas. Portanto, antes mesmo do início do planejamento do desenvolvimento da irrigação, deveriam ser feitos estudos relativos à auto-suficiência nacional de alimentos, aos mercados e à eficiência econômica tanto da agricultura de sequeiro como da irrigada. Tais estudos são a base para desenvolver uma política agrícola nacional, para atingir a auto-suficiência de alimentos e para definir o papel da agricultura irrigada.

Em 1988 e 1989, o governo brasileiro desenvolveu tais estudos, como parte da análise do subsector irrigação, do setor agrícola em geral. Os resultados desses estudos e análises foram apresentados no relatório intitulado **“Resenha Setorial da Irrigação no Brasil”**, que recomenda uma política nacional para a agricultura irrigada. Na época da preparação deste MANUAL, a “Resenha” estava na fase final de revisão, e se esperava que fosse adotada como política oficial do governo brasileiro. É importante que o

planejamento do desenvolvimento da irrigação seja feito de acordo com as recomendações e conclusões desse documento.

As conclusões básicas da “Resenha” são as seguintes:

- De modo geral, são limitadas as possibilidades de irrigação para atender a demanda futura de produtos básicos de baixo valor econômico (milho e trigo); o retorno econômico da produção irrigada de feijão, algodão, amendoim e arroz é positivo.
- Os principais retornos econômicos têm sido obtidos, independentemente do sistema de irrigação, no plantio de frutas e produtos agrícolas, de alto valor econômico. Há uma estreita conexão entre a expansão dessas formas lucrativas de irrigação no Brasil e o tamanho, a localização e a organização dos mercados. Assim, devem ser envidados esforços para melhorar o retorno, através, da expansão de culturas de alto valor.
- Por motivos econômicos, sociais e ambientais, a irrigação deve ser enfatizada (em detrimento da expansão da fronteira agrícola de sequeiro), para culturas convencionais com retorno econômico positivo, assim como para frutas e hortaliças.
- Deve ser dada prioridade ao desenvolvimento da irrigação privada, em relação aos projetos públicos de irrigação.
- O apoio governamental à agricultura irrigada deveria centrar-se no crédito, na assistência técnica, na infra-estrutura básica (estradas, linhas de transmissão, obras de macrodrenagem), na pesquisa sobre agricultura irrigada, na assistência à comercialização da produção e na eliminação dos desincentivos do governo.
- Nos futuros projetos de irrigação a serem implantados por órgãos do governo federal (CODEVASF, DNOCS) dever-se-ia mudar a metodologia que tem sido adotada historicamente, isto é, projetos totalmente construídos e operados pelo governo, paternalismo, seleção de irrigantes sem qualificação e somente projetos de colonização, com custos altamente subsidiados. Ao invés disso, deveriam ser previstos projetos “mistos”, nos quais o governo forneceria os estudos e os projetos das obras de infra-estrutura de irrigação de uso comum e, quando necessário, providenciaria financiamentos e construiria tais obras. No entanto, os irrigantes seriam, em geral, empresários rurais da região. Aliás, o interesse por projetos desse tipo deveria ter origem nos agricultores locais, que deveriam organizar-se e trabalhar diretamente com os órgãos públicos na formulação e na implementação desses projetos. Os agricultores seriam responsáveis por todos os custos parcelares (até agora a cargo do governo) e pagariam a totalidade dos custos de operação e manutenção dos projetos, assim como pelo reembolso de todos os custos das obras de uso comum.
- Os projetos públicos de irrigação existentes deveriam ser privatizados, transferindo-se a operação e manutenção para distritos de irrigação a serem formados pelos respectivos irrigantes.
- O planejamento regional e o de pré-viabilidade devem ser feitos nos próprios órgãos do governo: Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, CODEVASF, DNOCS e/ou órgãos estaduais, e não mediante contratos com firmas de consultoria, já que:
  - esses níveis de planejamento exigem numerosas iterações, reanálises e tomadas de decisão pelo órgão, padrão de trabalho este dificilmente assumido por uma firma de consultoria;
  - é necessário envolver a comunidade e os irrigantes no processo de planejamento, a fim de que o projeto atenda às necessidades locais; esse envolvimento pode ser demorado, não sendo condizente com a programação típica de um contrato; além disso, é mais apropriado que os órgãos públicos se incumbam, diretamente, do processo de envolvimento do público.
  - Os estudos não deveriam chegar ao nível de viabilidade antes de terem passado por um processo de triagem a nível de planejamento regional e de pré-viabilidade, para definir o tipo de projeto, a área a ser irrigada e o leiaute básico do sistema de

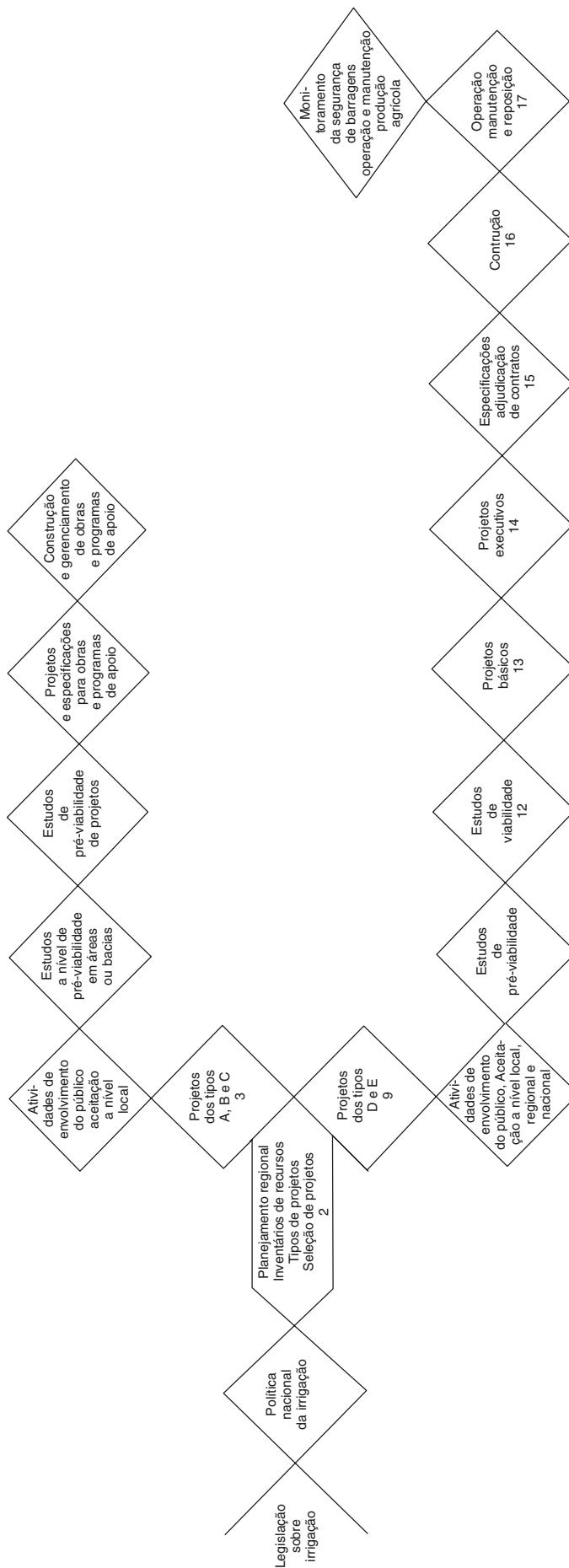
## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

irrigação. Além disso, antes de se passar ao estudo a nível de viabilidade, deveria ficar claro que os projetos contam com o apoio da comunidade.

Para se familiarizar com a política de irrigação do Brasil, recomenda-se que o órgão (ou a firma) envolvido no planejamento de projetos de irrigação leia a “Resenha Setorial da Irrigação no Brasil”, tomado conhecimento de seu conteúdo. Este MANUAL foi redigido de acordo com essas políticas. No futuro, a política do governo brasileiro para irrigação poderá mudar; nesse caso, o planejador deveria familiarizar-se com essas mudanças e adaptar os estudos de planejamento às mesmas.

O fluxograma e as descrições de “Atividades” apresentados a seguir esboçam a seqüência geral do planejamento, construção e operação de projetos de irrigação no Brasil.

# Planejamento Geral de Projetos de Irrigação



## **ATIVIDADES DA SEQÜÊNCIA GERAL**

# ATIVIDADE 1

## ESTABELECIMENTO DA POLÍTICA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO

A política nacional para o planejamento da irrigação no Brasil consta de “Resenha Setorial da Irrigação no Brasil”, documento esse que apresenta uma nova diretriz, diversa da que prevaleceria anteriormente, ao priorizar o desenvolvimento da irrigação privada, ao invés da irrigação pública. O apoio governamental à irrigação privada será feito através da identificação de projetos e de ações no campo da infra-estrutura de apoio. A política identifica, claramente, os tipos de projetos que serão formulados, no futuro, com vistas a financiamentos nacionais e internacionais. No Anexo 1, “Tipos de Projetos”, descrevem-se os tipos de projetos (A a E) definidos na “Resenha Setorial da Irrigação no Brasil”.

## ATIVIDADES 2, 3 E 9

### PLANEJAMENTO REGIONAL

O planejamento regional é a análise do potencial para o desenvolvimento econômico e social de uma região ou bacia. Normalmente, ele ocorre em várias etapas, ou seja:

- Pré-estudo, que é uma definição geral das possibilidades de desenvolvimento de uma região;
- Estudos a nível de reconhecimento, que abrangem:
  - ◆ Identificação da política específica do governo e seus objetivos para uma dada região;
  - ◆ Elaboração de inventários dos recursos hídricos, de solos e humanos e, caso necessário, de leiautes preliminares dos sistemas hidráulicos;
  - ◆ Elaboração de inventários da infra-estrutura existente e a planejada;
  - ◆ Definição dos tipos de projetos (A, B, C, D ou E);
  - ◆ Formulação de planos alternativos para cada área;
  - ◆ Estimativas de custos e de benefícios dos planos alternativos;
  - ◆ Separação dos projetos Tipos A, B e C dos projetos Tipos D e E;
- Seleção do plano para cada área;
- Priorização das áreas;
- Seleção final das áreas;
- Formulação de um plano de ação.

Além deste MANUAL, devem ser consultadas as “Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação”, publicadas por SENIR-IBAMA-PNUD-OMM.

## ATIVIDADES 4 E 10

### ATIVIDADES DE ENVOLVIMENTO DO PÚBLICO

Esta atividade está centrada em torno do desejo e das intenções dos agricultores locais e dos líderes comunitários, destinando-se a fornecer informações relevantes sobre as oportunidades de irrigação nas suas terras e solicitar a participação da comunidade local no processo de planejamento. O objetivo é garantir que o projeto seja patrocinado e aceito localmente, devendo isso ser conseguido através de um programa de informação, utilizando questionários, folhetos, publicações e reuniões públicas.

A extensão e o tipo dos programas de envolvimento do público dependerão dos tipos de projetos (A, B, C, D ou E) na área. O processo de envolvimento começa após a atividade de planejamento regional, prosseguindo com as atividades de planejamento, projeto, construção e o início da operação e manutenção.

Outros órgãos de governo (municipais, estaduais e federais) ligados a recursos hídricos, agricultura, energia elétrica, estradas, serviços sociais e de saúde, abastecimento público de água e controle ambiental, deveriam participar também do processo de planejamento, a fim de garantir a sua participação e apoio ao eventual desenvolvimento da agricultura irrigada.

## ATIVIDADE 5

### **ESTUDOS A NÍVEL DE PRÉ-VIABILIDADE EM ÁREAS OU BACIAS, PARA PROJETOS DOS TIPOS A, B e C**

Se o programa inicial de envolvimento do público evidenciar o interesse dos agricultores em programas referentes a projetos dos Tipos A, B e C, o passo seguinte será o desenvolvimento de estudos de planejamento mais específicos, para esses tipos de projetos em áreas ou bacias.

Na Atividade 2, terão sido desenvolvidos planos gerais de áreas com projetos dos Tipos A, B, C, D e E. No âmbito da Atividade 5 serão identificados com mais profundidade e refinados somente programas de projetos dos Tipos A, B e C, possibilitando que seja selecionado, para estudo de viabilidade, o mais econômico dentre os programas alternativos considerados. Os fatores sociais e ambientais também farão parte dessa análise de programas e do processo de seleção. (Além deste MANUAL, devem ser consultadas as “Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação”, publicadas por SENIR-IBAMA-PNUD-OMM).

O suprimento de água, os recursos de solos, as redes viária e elétrica, os serviços sociais, os programas de crédito, as obras hidráulicas, os programas de assistência técnica e os mercados, serão estudados e definidos, em estreita cooperação com os irrigantes potenciais.

Se durante os estudos de planejamento regional forem identificados, também, projetos dos Tipos D e E para a mesma área, o seu efeito sobre o programa de projetos dos Tipos A, B e C deverá, também, ser avaliado.

## ATIVIDADE 6

### ESTUDOS DE VIABILIDADE PARA PROJETOS DOS TIPOS B e C

Os objetivos dos estudos de viabilidade para estes projetos são de determinar se o desenvolvimento da irrigação privada é econômica e tecnicamente viável, bem como identificar e estimar o custo das atividades governamentais para apoiar e promover o desenvolvimento da irrigação privada na área do projeto.

Nos relatórios de viabilidade para projetos dos Tipos B e C, devem ser focalizados os estudos sobre os recursos hidroedáficos. A fonte hídrica, os seus usos atuais e já planejados (que tiveram prioridade sobre as necessidades hídricas do novo projeto) devem ser cuidadosamente estudados, de maneira a assegurar que haja disponibilidade de água para as metas de desenvolvimento da irrigação privada. A disponibilidade de solos deverá ser estudada com base nas especificações para levantamentos pedológicos semidetalhados, contidas no “Manual de Classificação de Terras para Irrigação”.

Em geral, a disponibilidade hídrica ou de solos é o fator limitante de cada projeto de desenvolvimento. A extensão das terras disponíveis - baseada nas classes de terras - ou a disponibilidade de água, irão determinar a possibilidade de serem alcançadas as metas de expansão da irrigação, fornecendo a base para definir a necessidade de linhas elétricas (transmissão ou subtransmissão), de estradas e, talvez, de obras de macrodrenagem. Outras atividades de apoio devem ser cuidadosamente discutidas no relatório do estudo de viabilidade, salientando-se o nível da assistência requerida.

A análise econômica deverá ser procedida conforme o “Manual de Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação”.

## ATIVIDADE 7

### PROJETOS E ESPECIFICAÇÕES PARA AS OBRAS E PROGRAMAS DE APOIO

Uma vez definida a viabilidade dos planos para uma dada área ou vale, diversos órgãos elaborarão os projetos e as especificações para as obras e programas a serem executados pelo governo, como apoio ao desenvolvimento da irrigação privada. As obras poderão incluir: rede viária, rede elétrica, obras de drenagem, planos de controle de enchentes (se necessários) e obras hidráulicas de uso comum (se necessárias); e programas, crédito e assistência técnica aos agricultores. As tarefas desses diversos órgãos deverão ser coordenadas pelo órgão responsável pelo programa de irrigação. Em alguns níveis, a função de coordenação poderá ser delegada ao governo do estado ou do município onde a área ou o vale estiver localizado.

## ATIVIDADE 8

### **CONSTRUÇÃO E GERENCIAMENTO DE OBRAS E DE PROGRAMAS DE APOIO**

Uma vez projetadas as obras e definidos os programas, os órgãos responsáveis deverão proceder à sua implementação. Assim, na medida do necessário, serão construídas estradas, obras de drenagem e sistemas de irrigação. Os sistemas elétricos serão implementados, assim como os programas de crédito e assistência técnica.

A coordenação dessas atividades deverá ficar a cargo do órgão responsável pelo programa de irrigação; em certos casos, esta função poderá ser delegada ao governo do estado ou do município onde a área ou o vale estiver localizado.

# ATIVIDADE 11

## ESTUDOS DE PRÉ-VIABILIDADE PARA PROJETOS DOS TIPOS D e E

Nenhum estudo de pré-viabilidade será iniciado até que as atividades de envolvimento do público garantam o apoio local ao desenvolvimento potencial da irrigação. A “Resenha Setorial da Irrigação” preconiza uma política de “baixo para cima” para o planejamento da irrigação em projetos do Tipo D. Portanto, nesse estágio, é necessário consultar e/ou organizar entidades patrocinadoras locais, para promover os projetos e, eventualmente, assinar contratos para a sua operação e manutenção e reembolsar o governo pelos custos do projeto. Os estudos de pré-viabilidade serão realizados, levando-se em consideração os objetivos levantados no decorrer das atividades de envolvimento do público. A meta principal, entretanto, deve ser a identificação da alternativa que maximize os benefícios econômicos líquidos, considerando-se, tanto quanto possível, os benefícios sociais e ambientais relevantes para o projeto. Serão estudadas a extensão dos solos e a disponibilidade de água, assim como a natureza das obras necessárias para atingir os objetivos. O nível do estudo deverá ser suficiente para que se possam eliminar as alternativas menos interessantes. O resultado de um estudo de pré-viabilidade deverá indicar a extensão dos recursos hidroedáficos passíveis de serem aproveitados mediante um conjunto de obras com as quais a comunidade local e o órgão promotor do projeto concordem. Deverão ser apresentados um ou dois planos que, além de serem os mais atrativos, do ponto de vista econômico, permitam atingir outros objetivos complementares.

A análise de pré-viabilidade de projetos do Tipo E deve ser feita da mesma maneira que para projetos do Tipo D; no entanto, as atividades de envolvimento do público não incluem, necessariamente, nesse estágio, o patrocínio de uma entidade local de agricultores ou o apoio específico da comunidade local. Os projetos do Tipo E são, basicamente, programas sociais associados ao reassentamento de pessoal deslocado, ou ao assentamento de agricultores “sem terra”. Portanto, no nível da pré-viabilidade, pode ser difícil encontrar ou organizar um grupo local de participantes de um projeto potencial. De acordo com as diretrizes da “Resenha”, o número de projetos do Tipo E a serem construídos, no futuro, será muito limitado. Os requisitos técnicos necessários ao estudo a nível de pré-viabilidade, das disponibilidades hidroedáficas e das obras, são os mesmos para os projetos do Tipo D. Entretanto, a análise econômica deve ser orientada para alcançar os objetivos sociais da maneira mais econômica possível. O objetivo é selecionar, para estudos a nível de viabilidade, a alternativa econômica mais atrativa, que atinja o objetivo social.

O relatório de pré-viabilidade deve apresentar uma descrição das alternativas analisadas; uma justificativa das alternativa(s) selecionada(s) para estudo posterior; e o orçamento do estudo a nível de viabilidade, com o seu cronograma.

Além deste MANUAL, devem ser consultadas as “Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação”, publicadas por SENIR-IBAMA-PNUD-OMM.

## ATIVIDADE 12

### ESTUDOS DE VIABILIDADE PARA PROJETOS DOS TIPOS D e E

No estágio de viabilidade, o enfoque do processo de planejamento, consiste, normalmente, em determinar se deveriam ser procurados recursos para construção. Os estudos de pré-viabilidade devem ser revisados e aperfeiçoados; os leiautes de engenharia, otimizados; e novos dados básicos, coletados, para garantir estimativas de custos mais acuradas. São necessários estudos detalhados dos recursos hidroedáficos. Nos locais onde se planejem estruturas específicas, será necessário realizar trabalhos geológicos específicos, inclusive ensaios de materiais e sondagens nas fundações. Serão necessários levantamentos topográficos para poder estimar quantitativos ao nível da viabilidade.

Além das diretrizes do presente MANUAL, na elaboração de estudos de viabilidade deverão ser utilizados os seguintes Manuais:

- Classificação de Terras para Irrigação;
- Elaboração de Projetos de Irrigação;
- Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação;
- Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação - SENIR-IBAMA-PNUD-OMM.

Em geral, o projeto selecionado deverá ser apresentado com as seguintes informações:

- Aceitação do público;
- Adequação técnica;
- Eficiência e viabilidade econômica;
- Viabilidade financeira;
- Consideração de todas as ações e investimentos necessários;
- Compatibilidade do projeto com o meio ambiente.

# ATIVIDADE 13

## PROJETOS BÁSICOS

Uma vez definida, no estudo de viabilidade, a conceituação geral de um dado projeto, devem ser empreendidos levantamentos topográficos detalhados e investigações geológicas, visando fornecer dados para o projeto final. Neste nível, devem ser detalhadas soluções específicas para problemas identificados no estudo de viabilidade e identificadas as alternativas finais mais econômicas quanto ao tamanho e a locação dos vários aspectos físicos do projeto.

Devem ser elaborados desenhos para construção, com grau de detalhe suficiente para preparar cômputos métricos, listas de materiais e um programa de construção. Os desenhos de projeto deveriam indicar o que se segue:

- Leiaute do projeto, com a topografia e o parcelamento;
- Plantas, perfis e seções transversais dos canais de adução e distribuição;
- Plantas, seções e detalhes das estações de bombeamento e outras estruturas de concreto, inclusive tubulações e válvulas nas estações de bombeamento; número, capacidade e pressão na saída das bombas; esquemas de operação do sistema e de controle das bombas;
- Plantas e perfis das tubulações de recalque das elevatórias e outras tubulações de distribuição, inclusive detalhes sobre os seus acessórios;
- Plantas, seções e detalhes das barragens e dos reservatórios de regularização e/ou compensação;
- Localização e perfis de todas as prospecções geológicas;
- Manuais de operação e manutenção referentes às obras e equipamentos do projeto.

Os desenhos devem mostrar os esboços das estruturas de concreto, o tipo e o tamanho das tubulações (alternativas e comprimentos) e as necessidades de obras de terra, com detalhes que possibilitem aos licitantes desenvolverem boas propostas. Os desenhos, especificações, listas de materiais e cômputos métricos devem ser compilados para compor as propostas para licitação, objeto da Atividade 15.

As recomendações do Manual “Elaboração de Projetos de Irrigação” deverão ser obedecidas, na elaboração do projeto básico.

## ATIVIDADE 14

### DETALHAMENTO DO PROJETOS BÁSICOS

O detalhamento é feito para complementar os projetos básicos (Atividade 13) e fornecer todos os detalhes necessários para a construção. O trabalho abrange:

- Projeto e seqüência da construção de enseadeiras, quando necessário;
- Desenhos de escavações das estruturas, mostrando taludes, elevações, dimensões, etc;
- Detalhes das armaduras de concreto e projeto das fôrmas e escoramentos;
- Modificações nas estruturas de concreto, para que possam receber os equipamentos a serem fornecidos;
- Localização e dimensões exatas dos chumbadores e peças embutidas para a montagem de equipamentos;
- Aperfeiçoamento dos manuais de operação e manutenção das obras e equipamentos do projeto;
- Programas de construção e cronogramas que detalhem as necessidades de equipamentos, pessoal e recursos financeiros.

O detalhamento do projeto básico deve ser desenvolvido após a conclusão do projeto básico e concomitantemente ao estágio inicial da construção do projeto. Alguns detalhamentos referentes à montagem de equipamentos devem ser elaborados após a seleção do(s) fornecedor(es) desses equipamentos.

Em geral, a empresa de engenharia que elaborou o projeto básico desenvolveu também os detalhamentos.

Os Manuais “Elaboração de Projetos de Irrigação” e “Construção de Projetos de Irrigação” devem ser consultados durante a fase de detalhamento do projeto básico.

# ATIVIDADE 15

## ESPECIFICAÇÕES PARA ADJUDICAÇÃO DE CONTRATO

Existem três tipos principais de licitações para implementação de projetos, ou seja:

- Construção de obras civis
- Fornecimento de equipamentos
  - ◆ Equipamentos mecânicos
  - ◆ Equipamentos elétricos
  - ◆ Tubulações e conexões
- Montagem dos equipamentos principais
  - ◆ Mecânicos
  - ◆ Elétricos
  - ◆ Tubulações, conexões e acessórios

As licitações para obras civis e fornecimento de equipamentos são feitas, inicialmente, quase ao mesmo tempo. As especificações para fornecimentos de equipamentos são agrupadas em pacotes, ou lotes, de modo que todos os itens de qualquer pacote possam ser fornecidos por um único fabricante. Amiúde, um fabricante pode fornecer os itens de mais de um lote. Após a avaliação das propostas, o contrato é adjudicado, com base no menor custo. No caso de projetos financiados por bancos internacionais, as licitações para fornecimento de equipamentos devem ser internacionais. Os Termos de Referência devem incluir critérios para a avaliação de propostas estrangeiras, para se chegar ao custo total da proposta.

Após a adjudicação dos contratos para as obras civis e o fornecimento de equipamentos, são feitas as programações de construção e de fabricação e conhecidos os tipos de equipamentos a serem fornecidos. Com essas informações, são feitas as licitações para montagem dos equipamentos principais. Através desse processo, são identificadas as empresas especializadas na montagem dos equipamentos específicos a serem fornecidos.

A CODEVASF e o DNOCS dispõem de jogos completos, em português e em inglês, das “Especificações Técnicas Padronizadas”, que devem ser adotadas para fins de licitação.

# ATIVIDADE 16

## CONSTRUÇÃO

Esta atividade compreende a construção das obras civis e a montagem dos equipamentos principais. A supervisão da construção e as atividades de gerenciamento podem ser feitas tanto pelo pessoal do órgão do governo como por uma empresa de engenharia a ser contratada para realizar o trabalho. Em geral, essa empresa é a mesma que fez o detalhamento do projeto básico. Quando o gerenciamento da construção é feito pelo órgão do governo, costuma-se contratar uma empresa especializada para realizar os testes de controle de qualidade no campo, relativos à compactação de solos e à resistência do concreto.

Quando especificado nos contratos de fornecimento de equipamentos, os fabricantes terão a responsabilidade pela supervisão da montagem e os testes dos equipamentos, e ainda pelo treinamento da equipe de operação e manutenção (O&M) e a preparação do manual de O&M. Conseqüentemente, as equipes dos três contratados - obras civis, fornecimento e montagem de equipamentos - poderão ser envolvidas nas atividades de construção. A coordenação das atividades dos três contratados e a obtenção de um esforço integrado de construção é responsabilidade do engenheiro de gerenciamento da construção (do órgão do governo ou da empresa de engenharia).

O Manual “Construção de Projetos de Irrigação” deve ser seguido, no que se refere às atividades de construção e a sua supervisão.

## ATIVIDADE 17

### OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E REPOSIÇÃO

Após a conclusão da construção de um projeto, deve ter início a transferência da responsabilidade pelas obras, do órgão até então encarregado à entidade de O&M. Isso deveria ser feito por unidades completas, com todos os seus equipamentos, estoques, sobressalentes e registros de dados.

O processo de transferência deve incluir uma acurada inspeção das obras, a ser feita por uma equipe de representantes das entidades de construção e O&M. Todas as deficiências devem ser observadas e corrigidas. Quando todo o projeto estiver em fase operacional, a transferência deverá abranger todas as obras, inclusive as de apoio à operação e manutenção, os equipamentos, o material de operação, os registros, os desenhos e os manuais.

A operação do projeto requer que os planos sazonais e anuais de irrigação sejam preparados antes da irrigação e da operação das obras de irrigação e de drenagem. Devem ser incluídos a medição da água e os registros de operação e do monitoramento geral. Devem ser feitas inspeções anuais, para garantir que sejam adotados procedimentos adequados de operação e manutenção.

Os distritos de irrigação (associações de agricultores do projeto) devem assinar um contrato com o órgão do governo responsável pelo projeto, referente à operação e manutenção e ao pagamento dos custos do projeto. Admite-se que os distritos contratarem empresas especializadas para a operação e manutenção dos projetos.

O Manual “Operação e Manutenção de Projetos de Irrigação” deve ser consultado, no que se refere a estas atividades.

## ATIVIDADE 18

### MONITORAMENTO

Após o início da operação do projeto e das colheitas, devem ser instituídos programas de monitoramento, a fim de garantir que os objetivos de produção do projeto sejam alcançados e mantidos.

Os programas de monitoria e avaliação abrangem:

- Produção agrícola - Este sistema propicia a coleta regular de dados agrícolas e sua análise, inclusive quanto à produtividade e produção, disponibilidade de insumos agrícolas e de crédito, uso de serviços de apoio e renda parcelar. Caso os objetivos do projeto não estejam sendo atingidos, deverão ser feitas análises para determinar o motivo, tomando-se medidas corretivas. Este sistema deve ser operado pelo órgão do governo responsável pelo projeto.
- Operação e manutenção - O órgão do governo responsável pelo projeto deve manter um programa de revisões periódicas da operação e manutenção. As inspeções das estruturas do projeto e dos procedimentos operacionais devem ser feitas por uma equipe do órgão, aproximadamente a cada três anos, em coordenação com os distritos de irrigação. Devem ser preparados relatórios com recomendações endereçadas ao distrito de irrigação, para a correção das deficiências encontradas.
- Segurança de barragens - Os órgãos do governo responsáveis pela operação das barragens devem realizar inspeções de rotina, a fim de garantir uma operação contínua segura. Devem ser feitos relatórios com recomendações para a correção das eventuais deficiências encontradas.

O Manual “Operação e Manutenção de Projetos de Irrigação” deve ser consultado, no que se refere a estas atividades.

# INTRODUÇÃO



## 1.1 Objetivo do MANUAL

O objetivo deste MANUAL é possibilitar uma maior homogeneidade dos estudos e projetos, além de permitir que os projetos sejam melhor planejados, atingindo mais eficazmente seus objetivos e as metas nacionais. O MANUAL deve ser usado, também, como um documento básico para a preparação de Termos de Referência para a contratação de estudos de planejamento; como um guia para o pessoal dos órgãos ligados à irrigação na preparação nos próprios órgãos de estudo de planejamento regional e de pré-viabilidade; como auxílio na monitoria dos estudos de planejamento desenvolvidos por empresas de consultoria; e como um guia para a elaboração de estudos de planejamento por consultores, mediante contrato com órgãos públicos de irrigação.

A maior parte do planejamento ocorre nos níveis de estudos regionais e de pré-viabilidade. No planejamento regional se definem as áreas com potencial para irrigação; e as que devem ser priorizadas e selecionadas, para passar ao nível de pré-viabilidade. Os conceitos básicos dos projetos, tais como os locais das obras de regulação e de derivação, a localização das principais obras, as áreas a serem irrigadas, os métodos de irrigação, o tipo de projeto (A, B, C, D ou E), os esquemas gerais de parcelamento e os planos gerais para a distribuição de água, devem ser definidos nos estudos de pré-viabilidade, para serem verificados ao nível da viabilidade, quando se obtiverem dados mais acurados.

Este MANUAL dá ênfase ao planejamento a níveis regional e de pré-viabilidade, presumindo que tais estudos ficarão prontos antes que sejam iniciados os estudos de viabilidade. Se o estudo de viabilidade de um certo projeto ou área de estudo for iniciado antes da conclusão dos estudos regionais e de pré-viabilidade, esses estudos deveriam ser feitos dentro do contexto do estudo de viabilidade. Em outras palavras, o estudo de viabilidade deveria ser feito em etapas, iniciando-se com o planejamento regional, que analisa o projeto ou área no contexto de outros desenvolvimentos ou programas da bacia ou da região; a seguir viria a etapa de pré-viabilidade, para definir os conceitos básicos dos projetos e a área beneficiada; a última etapa seria a dos estudos a nível da viabilidade, a partir do plano ou planos recomendados nos estudos de pré-viabilidade.

Muitos projetos de irrigação no Brasil foram financiados, parcialmente, por instituições internacionais de créditos, tais como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento. O MANUAL foi elaborado de forma que os estudos de planejamento sejam compatíveis com os critérios exigidos por tais instituições.

Ressalta-se, finalmente que este MANUAL foi preparado, especificamente, para o planejamento da irrigação no Brasil, tendo sido incorporados a ele, onde apropriado, a metodologia e os procedimentos usuais do "Bureau".

### **1.1.1    Énfase no Processo de Planejamento**

O aspecto mais importante do MANUAL é a ênfase no processo, na organização e na apresentação dos estudos de planejamento. As técnicas e procedimentos específicos aqui apresentados, constituem-se, apenas, numa possível maneira para a elaboração de estudos de planejamento, não devendo ser considerada como a única. Cada projeto é específico e requer considerações especiais. O MANUAL demonstra que cada etapa do processo se relaciona às outras, apresentando, de modo claro e conciso, as etapas que precisam ser seguidas no desenvolvimento dos estudos para o planejamento da irrigação. Os usuários deveriam tentar desenvolver seus estudos de planejamento de maneira similar; no entanto, eles poderiam optar por outros procedimentos e técnicas para chegar às suas conclusões.

### **1.2       Conteúdo do MANUAL**

#### **1.2.1      Composição**

Este MANUAL abrange onze capítulos. Nos três primeiros introduzem-se os conceitos básicos de planejamento, que devem ser totalmente assimilados para a boa utilização dos demais capítulos. O Capítulo 1 (Introdução), apresenta o objetivo e o conteúdo, indicando como deveria ser utilizado, além de definir alguns conceitos gerais relativos ao processo de planejamento e de introduzir os diversos tipos de desenvolvimento da irrigação passíveis de serem considerados no planejamento. No Capítulo 2 (Planejamento Regional), descrevem-se os conceitos de planejamento que podem ser utilizados para a identificação, priorização e seleção - para estudos posteriores - de projetos de irrigação ao nível de regiões ou bacias. Muitos desses conceitos, bem como o processo geral de planejamento, são apresentados no Capítulo 2, o qual auxiliará o leitor a compreender numerosos itens referentes ao planejamento da irrigação, mesmo se ele não estiver fazendo estudos regionais.

Nos Capítulos 3 a 9 apresenta-se o processo de planejamento a nível de pré-viabilidade. O Capítulo 3 introduz o planejamento a nível de pré-viabilidade e o processo de formulação de planos. É neste nível de planejamento que são analisadas muitas alternativas para projetos específicos e onde são selecionados um ou dois planos, se possível, para estudos posteriores. Os Capítulos 4 a 9 contêm a parte principal do planejamento da irrigação, a nível de pré-viabilidade. Em todos eles, é feita referência a um projeto fictício, que serve como exemplo em todo o MANUAL. Este projeto ilustra o uso prático do MANUAL, tendo sido utilizado porque não existe, no Brasil, um exemplo real que mostre todos os aspectos do processo de planejamento. Projetos reais foram usados como exemplos, onde cabível, em partes do processo.

No Capítulo 10 apresenta-se uma breve descrição dos estudos a nível de viabilidade; no Capítulo 11 discutem-se os conceitos básicos do planejamento de projetos para fins múltiplos. Foram inseridos seis anexos, que fornecem detalhes de diversos aspectos abordados nos vários capítulos, para que o relatório principal focalize o processo, evitando um excesso de informações periféricas.

#### **1.2.2      Como Utilizar o MANUAL**

De início, o usuário deve preceber a uma primeira leitura e entender, claramente, os três primeiros capítulos.

Os Capítulos 4 a 9 não devem ser vistos como um processo que se inicia no Capítulo 4 (Solos) e termina no Capítulo 9 (Seleção do Plano), mas como um ciclo que poderá ocorrer muitas vezes antes que seja selecionado um plano de projeto. Cada plano alternativo requer um ciclo completo de SOLOS, ÁGUA, CUSTOS, BENEFÍCIOS, RETORNO ECONÔMICO; assim, se forem concebidos inicialmente planos alternativos, cada um dos

cinco elementos de planejamento deveria ser avaliado para cada plano. Para poder fazer isso rapidamente, todos os dados coletados relativos a esses cinco elementos deveriam estar adequadamente sistematizados, podendo ser obtidos rapidamente. Por exemplo, os dados sobre SOLOS devem ser apresentados em tabelas e mapas apropriados, que possam ser rapidamente associados às OBRAS de irrigação (canais, tubulações, etc.). Os dados relativos ao suprimento de ÁGUA devem, ser preparados, também, levando-se em consideração o potencial das várias escalas de desenvolvimento. Devem ser preparadas as curvas de CUSTO das estruturas , considerando os possíveis tamanhos das várias obras de irrigação, possíveis de serem incluídas nos diversos planos alternativos, etc.

A curva da [Figura 1.1](#) ilustra o número de alternativas que podem fazer parte do processo de planejamento, em qualquer momento, ao longo de um estudo de planejamento a nível de pré-viabilidade com duração de 18 meses. Logicamente, a duração do estudo e o número de alternativas dependerão do tamanho e da complexidade do desenvolvimento em pauta.

Pode-se notar, na Figura, que após dois meses de estudo ainda podem estar em avaliação até 20 planos alternativos. À medida que evolui o tempo, o próprio processo de seleção começa a diminuir o número de alternativas razoáveis, até menos de seis, o que ocorre em cerca de quatro meses. A partir daí, as seis alternativas restantes são objeto de estudos mais detalhados. Após cerca de um ano, as alternativas em jogo devem ser reduzidas a somente uma ou duas. Os poucos meses restantes são necessários, em geral, para os ajustes finais do plano selecionado e a elaboração do relatório de pré-viabilidade.

É importante ter em mente que alternativas descartadas poderão vir a se tornar interessantes posteriormente, quando se obtiverem maiores informações. O processo de planejamento deve ser flexível, aberto sempre a novos exames de alternativas anteriormente descartadas, isto é, caso ocorram modificações nas condições ou surjam novos dados.

### **1.2.3 Exemplos**

Cada capítulo apresenta um exemplo relativo ao segmento do processo de planejamento nele discutido. Tais exemplos pertencem ao projeto fictício já citado e mostram como preparar e usar os dados de cada elemento.

Os capítulos foram organizados pela ordem do processo de planejamento. Consequentemente, os resultados dos exemplos de cada capítulo são utilizados nos exemplos dos capítulos subsequentes, chegando-se à análise comparativa e à seleção final do plano, nos Capítulos 8 e 9.

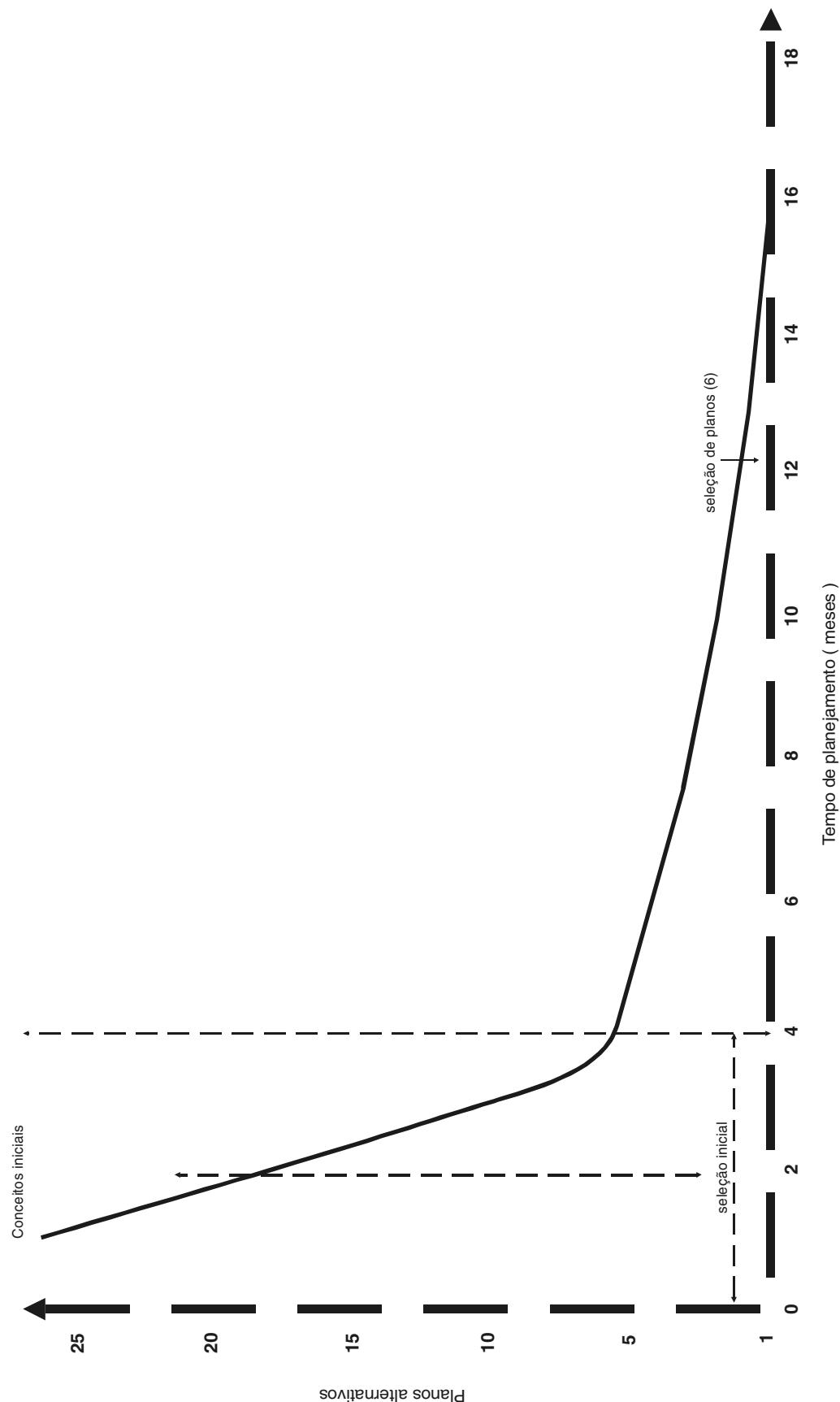
Em todo o corpo do MANUAL, são apresentados exemplos de projetos dos Tipos B, C e D, para ilustrar o processo de formulação e avaliação do plano. No Anexo 1 apresenta-se a definição dos tipos de projetos.

Os exemplos descritos nos itens a seguir estão ilustrados pelos mapas apresentados nos exemplos do Capítulo 4.

#### **1.2.3.1 Exemplo de um Projeto do Tipo B**

O projeto está localizado pelas duas margens de um rio, conforme indicado no mapa do Capítulo 4. Admitiu-se que a irrigação privada poderia ser feita, sem problemas, até uma distância de um quilômetro do rio, em cada margem do mesmo, mediante um recalque de até 20 metros. As terras baixas próximas ao rio são, na sua maioria, aluviões

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação



**Figura 1.1**

**Número Aproximado de Alternativas Consideradas ao Longo da Etapa de Pré Viabilidade**

bem drenados das classes 1 e 2, com aproximadamente 2400 ha disponíveis para irrigação privada. Admite-se, ainda, que se houvesse estradas apropriadas e energia elétrica, a irrigação privada passaria a se desenvolver.

Um reservatório existente supriria as necessidades de água do projeto. Os solos seriam irrigados por aspersão.

#### **1.2.3.2 Exemplo de Projeto do Tipo C**

O projeto está localizado pelas duas margens do rio, a jusante de um reservatório existente.

Esse reservatório, que suprirá água para atender a demanda da irrigação, está numa elevação que possibilita que os canais abasteçam tanto as terras do terraço aluvial como alguns milhares de hectares de platôs. Admitiu-se que os canais seriam construídos por iniciativa privada, desde a tomada no reservatório até as áreas a serem irrigadas, as quais abrangem, aproximadamente, 5.530 ha. Um desenvolvimento apropriado de linhas elétricas e da rede viária agiria como incentivo para o desenvolvimento da irrigação privada. As terras seriam irrigadas por métodos gravitários.

#### **1.2.3.3 Exemplo de Projeto do Tipo D**

O projeto requereria a construção de um reservatório para irrigar aproximadamente 13.420 ha, localizados nas duas margens do rio. Duas estações de bombeamento localizadas nos canais principais e outra na margem direita do reservatório, permitiriam irrigar as terras altas. Visto que deveria ser construída uma barragem de porte, admitiu-se que o governo federal planejaria e financiaría o projeto como um todo para uma associação de agricultores, que seria responsável pela operação e manutenção, assim como pelo resarcimento dos custos do projeto. As terras seriam irrigadas por métodos gravitários.

#### **1.2.3.4 Exemplos de Estimativas de Custos**

Os dados utilizados nas estimativas de custos dos três exemplos basearam-se no melhor material disponível, quando da elaboração deste MANUAL. Os leitores deverão utilizar os melhores dados de custo disponíveis, na época de elaboração dos seus estudos.

#### **1.2.3.5 Exemplos de Planos Alternativos**

No Capítulo 8, apresentam-se oito exemplos comparativos, inclusive os projetos dos Tipos C e D referidos nos itens anteriores. O exemplo do Tipo B é apresentado também no Capítulo 8. Os exemplos contidos neste MANUAL são os seguintes:

- Projeto Tipo B 2.400 ha
- Alternativa 1 5.530 ha (Projeto Tipo C)
- Alternativa 2 5.530 ha
- Alternativa 3 5.400 ha
- Alternativa 4 8.210 ha
- Alternativa 5 10.940 ha
- Alternativa 6 12.140 ha
- Alternativa 7 13.420 ha (Projeto Tipo D)
- Alternativa 8 14.650 ha

O Capítulo 8 inclui uma análise incremental relativa às alternativas 2, 4, 5, 6, 7 e 8.

Os exemplos representam apenas possíveis meios de se desenvolverem as atividades de planejamento e ilustram os níveis de detalhe a serem considerados. Os planejadores de projetos de irrigação devem ser sempre flexíveis, utilizando, analisando e apresentando as informações, da melhor maneira possível. Cada estudo de planejamento tem características e procedimentos próprios e, portanto, as técnicas utilizadas devem estar de acordo com as necessidades do estudo.

## 1.3 Organização

Para uma adequada utilização deste MANUAL, é preciso que se tenha uma compreensão dos vários especialistas envolvidos no planejamento, as suas funções, o seu inter-relacionamento e como devem organizar-se para levar a efeito o planejamento da irrigação nos vários níveis, ou seja, regional, de pré-viabilidade e de viabilidade.

### 1.3.1 Especialistas Requeridos

Um ou mais dos especialistas abaixo são necessários, em geral, em alguma fase do processo de planejamento:

O **Supervisor ou Coordenador de Planejamento** é um engenheiro, ou outro especialista com larga experiência no planejamento do desenvolvimento da irrigação e na coordenação de atividades técnicas multidisciplinares. Supervisiona e coordena o trabalho dos outros especialistas envolvidos no programa de planejamento, garantindo a adequabilidade técnica e o cumprimento dos prazos. Pode, também, ser responsável pelos assuntos administrativos relativos às atividades de planejamento, tais como orçamento, pessoal e aspectos logísticos.

O **Engenheiro de Planejamento** desenvolve os estudos de formulação de planos, elabora planos alternativos, faz análises incrementais, compara planos e apresenta as informações necessárias para a seleção final do plano. Deve possuir amplos conhecimentos de uma grande gama de disciplinas, incluindo planejamento, classificação de terras, recursos hídricos, estimativas de custos, avaliação econômica e financeira, avaliação ambiental, etc. Nos níveis de planejamento regional e de pré-viabilidade, o **Engenheiro de Planejamento** elabora, de fato, muitos estudos, que são feitos por outros especialistas, ao nível da viabilidade.

O **Pedólogo** avalia a aptidão para irrigação dos solos potenciais do projeto.

O **Engenheiro de Drenagem** analisa a drenagem natural existente, as condições topográficas, o solo e o subsolo, para determinar as necessidades de drenagem superficial e subsuperficial para as terras do projeto em condições de serem irrigadas. Elabora projetos de sistemas de drenagem.

O **Hidrólogo** desenvolve estudos de modelagem hidrológica, avalia a disponibilidade de água, elabora estudos de operação simulada de reservatórios e de sistemas de irrigação, avalia a demanda de água do projeto, a qualidade da água e os riscos de inundação.

O **Agrônomo** elabora estudos de planejamento agrícola, avalia as culturas potenciais, determina as tecnologias de produção e as produtividades, estima as necessidades de correção do solo, de insumos agrícolas e de crédito e elabora as contas culturais.

O **Engenheiro de Projeto** elabora os leiautes e os projetos de engenharia, bem como as estimativas de custos das obras e dos sistemas de irrigação.

O **Economista** faz análises econômicas e financeiras, desenvolve orçamentos parcelares típicos, estima os benefícios, faz alocações de custos, avalia a capacidade de resarcimento do projeto e define as necessidades de financiamento.

O **Geólogo** desenvolve estudos geológicos da área em geral e estudos específicos de sítios para estruturas individualizadas, a fim de fornecer as informações necessárias aos Engenheiros de Projeto, ao Pedólogo, ao Engenheiro de Planejamento e ao Hidrogeólogo.

O **Hidrogeólogo** estuda os recursos hídricos subterrâneos, analisando a extensão, rendimento, recarga, profundidade e qualidade da água dos aquíferos potenciais, tudo para determinar o potencial hídrico subterrâneo.

O **Especialista em Meio Ambiente** desenvolve estudos do meio ambiente, especificamente relacionados ao processo de planejamento. Analisa possíveis degradações ou melhoramentos ambientais, como consequência do desenvolvimento proposto da irrigação. As áreas específicas de investigação são: flora e fauna, pesca, qualidade da água, condições do solo, doenças de veiculação hídrica e condições antrópicas. Em relação a essas áreas, deve analisar os impactos potenciais negativos, os melhoramentos potenciais e as medidas mitigadoras para proteção e/ou melhoramento do meio ambiente, com as estimativas de custos.

O **Sociólogo** elabora estudos sobre os impactos do projeto e as necessidades da população diretamente envolvida pelo desenvolvimento da irrigação, ou por ele afetada. Analisa as condições de emprego, desemprego e subemprego, a renda, a ocupação da mão-de-obra, as condições demográficas, a educação, a saúde, as associações locais e cooperativas, bem como outros fatores que afetem a condição humana.

Além dos profissionais acima referidos, o planejamento requer a participação de pessoal de apoio, como topógrafos, desenhistas, especialistas em computação, técnicos em estatística, técnicos de laboratório, datilógrafos, etc.

### 1.3.2 Organizações

Os especialistas envolvidos em estudos de planejamento podem ser organizados de várias maneiras: podem fazer parte de um grupo interdisciplinar, trabalhando num estudo específico, ou estar locados em divisões separadas de uma organização maior, prestando serviços a uma pequena unidade de planejamento, responsável por um estudo específico. Nesse último caso, os diversos especialistas podem estar trabalhando em mais de um projeto, ao contrário do primeiro, onde todos os membros da equipe trabalham, apenas, no estudo de planejamento pelo qual o grupo é responsável.

### 1.3.3 Funções e Responsabilidades

As funções e responsabilidades dos diversos especialistas envolvidos nos estudos variam consideravelmente de um nível de planejamento a outro e de um projeto a outro. Os três níveis de estudo (regional, pré-viabilidade e viabilidade) devem ter um **Coordenador de Planejamento**, que supervisiona o trabalho. A sua função é muito importante, principalmente no nível de viabilidade.

A função do **Engenheiro de Planejamento** é importante no nível regional, quando são investigados diversos planos, para cada área da região. No nível de pré-viabilidade, quando são avaliados muitos planos e são feitas análises incrementais, a função do **Engenheiro de Planejamento** é fundamental para as investigações. Já no nível de viabilidade, ele tem a sua função significativamente reduzida. No planejamento a nível regional e de pré-viabilidade, a função dos outros **especialistas** depende da disponibili-

lidade e da qualidade dos estudos e dados existentes a serem utilizados (por exemplo, se existirem estudos de modelagem hidrológica referentes à bacia hidrográfica em estudo, poderão ser utilizados, não sendo necessários novos estudos). No nível da viabilidade, todos os **especialistas** (com exceção do **Engenheiro de Planejamento**) elaboram estudos detalhados, utilizando dados específicos da área em pauta, coletados especialmente para o estudo de viabilidade. O uso de outros estudos existentes não é apropriado para estudos de viabilidade, a não ser como referência.

### 1.3.3.1 Planejamento Regional (Capítulo 2)

Neste nível, o **Coordenador de Planejamento** identifica os objetivos do programa, fixa prazos, determina os **especialistas** necessários para a investigação, identifica e define as tarefas dos vários **especialistas**, supervisiona e revê seus trabalhos durante o processo e coordena a elaboração do relatório de planejamento regional. Os diversos **especialistas**, por sua vez, coletam e avaliam informações de fontes existentes, que servirão para a identificação inicial dos planos da área. Posteriormente, se tais informações forem insuficientes, eles colherão informações no campo para suplementar os dados existentes, desenvolvendo estudos, se for o caso. O **Engenheiro de Planejamento** elabora os estudos a nível de reconhecimento, determina o(s) tipo(s) do projeto, avalia vários planos para cada área e seleciona um plano para cada uma. Após essas tarefas, o **Engenheiro de Planejamento**, em conjunto com os outros especialistas, desenvolve os critérios de priorização, após o que classifica as áreas das regiões, de acordo com esses critérios. O **Coordenador de Planejamento**, com o auxílio dos outros **especialistas**, elabora os planos de ação (planos de ação governamental) para cada área da região.

### 1.3.3.2 Planejamento a Nível de Pré-Viabilidade (Capítulo 3)

Nesse nível, o **Coordenador de Planejamento** identifica os objetivos do programa, fixa prazos, determina que **especialistas** serão necessários, identificando as suas tarefas, supervisiona e revê os seus trabalhos ao longo do processo, participa da seleção do plano final e coordena a preparação do relatório de pré-viabilidade.

Durante o planejamento a nível de pré-viabilidade, o **Engenheiro de Planejamento** mantém um controle total do processo de planejamento, inclusive a definição do tempo e do trabalho a ser dispensado em cada segmento do plano. Somente são avaliados os itens essenciais à análise e à comparação dos planos, sendo o **Engenheiro de Planejamento** a pessoa indicada para definir esses itens. Ele recebe as informações dos outros **especialistas**, conforme necessário, enquanto continua no processo de avaliação e refinamento dos planos alternativos. Trabalha no ritmo que julgar apropriado, utilizando dados e informações existentes, da melhor maneira possível, no processo de formulação de planos. Caso sejam necessários estudos e dados adicionais, define o trabalho a ser feito por outros especialistas. Revê e manipula os dados de classificação de terras e os mapas topográficos; planeja soluções alternativas de engenharia; elabora estudos de operação simulada de reservatórios e de sistemas de irrigação; estima demandas de água e as principais dimensões dos sistemas; estima os benefícios da irrigação; estima os custos das obras principais e parcelares, bem como dos custos de operação, manutenção e reposição de equipamentos; calcula as relações benefício-custo e os valores líquidos atuais, e organiza os resultados de forma apropriada para seu manejo.

Os outros **especialistas** apóiam o **Engenheiro de Planejamento** com dados e estudos por ele solicitados, sendo dirigidos pelo **Coordenador de Planejamento**, participando da preparação de partes do relatório de pré-viabilidade.

O **Coordenador de Planejamento** coordena a preparação do relatório de pré-viabilidade, que é redigido de modo a apresentar os resultados dos estudos e as recomendações para ações futuras.

### 1.3.3.3 Planejamento a Nível de Viabilidade (Capítulo 10)

Como nas etapas anteriores, o **Coordenador de Planejamento** define os objetivos a serem atingidos, o programa de trabalho, as tarefas e os prazos, e coordena a preparação do relatório de viabilidade. Neste nível, cada **especialista**, com exceção do **Engenheiro de Planejamento**, procede a uma coleta de dados detalhados específicos, do sítio e do projeto, bem como investigações e estudos para poder fazer uma avaliação precisa do projeto em estudo.

Por exemplo, o **Economista** fará orçamentos agrícolas detalhados de modelos típicos, estudos econômicos e financeiros detalhados e estudos de sensibilidade, para analisar a viabilidade do projeto do ponto de vista econômico, e para avaliar a capacidade dos beneficiários de resarcirem os custos do projeto. Os **Engenheiros de Projeto** elaborarão um anteprojeto e estimarão os custos, através de cálculos métricos e de preços unitários adequados.

Os outros **especialistas** farão estudos detalhados nas suas respectivas disciplinas, para avaliar aspectos específicos do projeto proposto. A função do **Engenheiro de Planejamento** é de reavaliar o processo de seleção de planos, considerando, inclusive, os estudos a nível de pré-viabilidade, utilizando os dados e estudos elaborados a nível de viabilidade, para ter certeza de que o melhor plano continua sendo escolhido.

A preparação do relatório de viabilidade do projeto é coordenada pelo **Coordenador de Planejamento**, com assistência dos outros **especialistas**, inclusive o **Engenheiro de Planejamento**.

### 1.4 Comparação de Planos Alternativos

A chave para um bom planejamento não é, necessariamente, a precisão e sim o cotejo de planos alternativos. Os estudos de SOLOS, RECURSOS HÍDRICOS, CUSTOS e BENEFÍCIOS, em padrões comparáveis, são de responsabilidade do **Engenheiro de Planejamento**. O **Agrônomo**, o **Hidrólogo**, o **Engenheiro de Custos** e o **Economista** podem fornecer informações especializadas. No entanto, o **Engenheiro de Planejamento** é que deve organizar as informações em moldes significativos e comparáveis, usando-as de maneira metódica na formulação de planos alternativos.

A comparação de custos, de benefícios e de viabilidade econômica de planos com estimativas baseadas em metodologias mais elaboradas, com outros planos, baseados em estimativas simplificadas, feitas a partir de curvas de custo, poderia levar a resultados não comparáveis entre si, tornando inócuas a análise. Aliás, deve ficar bem claro que os estudos comparativos não definem a viabilidade de um projeto, mas são a base para seleção da melhor alternativa.

### 1.5 Planejamento com Fins Múltiplos (Capítulo 11)

Este MANUAL foi elaborado visando a sua utilização no planejamento de projetos de irrigação, apresentando conceitos de planejamento de projetos de usos múltiplos apenas no capítulo 11. A justificativa para tal procedimento é que o desenvolvimento para fins de uso único tem sido a forma normal de planejamento dos recursos hídricos no Brasil e que, provavelmente, continuará sendo adotado no futuro. Esta situação advém do fato de os órgãos do governo brasileiro responsáveis pelo desenvolvimento e gerenciamento dos recursos hídricos só terem autoridade em projetos de uso único. Por exemplo, o Ministério da Infra-estrutura é responsável pelo desenvolvimento hidroelétrico, e o Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, pelo desenvolvimento da irrigação. A “Resenha” refere-se à meta futura de centralizar todos os desenvolvimentos de recursos hídricos em um Ministério de Recursos Hídricos; acredita-se, todavia, que isso levará

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

ainda bastante tempo para se realizar. Ressalta-se, finalmente, que, embora este MANUAL tenha sido redigido do ponto de vista do uso único para fins irrigação, os princípios gerais e as abordagens nele apresentadas são aplicáveis, também, ao planejamento de projetos de usos múltiplos. As informações constantes do Capítulo 11, juntamente com uma cuidadosa análise dos demais dados contidos neste documento, permitem que o MANUAL seja usado, também, no planejamento de projetos de usos múltiplos.



# PLANEJAMENTO REGIONAL

## 2.1 Apresentação Geral

O planejamento regional consiste na identificação, no âmbito de regiões, de áreas que tenham potencial para o desenvolvimento de recursos, na formulação de planos alternativos gerais para o desenvolvimento desses recursos e na priorização e seleção - para estudos posteriores - das áreas mais promissoras. O planejamento regional deve adequar-se às diretrizes da política nacional.

Os estudos de planejamento regional são utilizados para identificar, tipificar, priorizar e selecionar projetos de irrigação, para estudos posteriores, bem como para definir futuras ações do governo. Por outro lado, os estudos de planejamento regional servem para descartar, de futuras considerações, desenvolvimentos potenciais da irrigação que sejam técnica, econômica, social ou politicamente inviáveis.

Normalmente, o planejamento regional abrange seis fases, indicadas a seguir.

### 2.1.1 Pré-Estudo

Trata-se de um diagnóstico das condições prevalecentes, dos recursos disponíveis e da infra-estrutura de uma região.

### 2.1.2 Estudos de Reconhecimento

Abrangem os seguintes aspectos:

- Identificação da política e dos objetivos específicos do governo para a região.
- Complementação ou execução de estudos básicos sobre solos, recursos hídricos, humanos e elaboração de leiautes preliminares dos sistemas hidráulicos, para cada área.
- Inventário da infra-estrutura existente e planejada, em cada área.
- Definição dos tipos de projetos (A, B, C, D ou E).
- Formulação de planos alternativos, para cada área.
- Estimativas dos custos e dos benefícios de planos alternativos de desenvolvimento, para cada área.

### 2.1.3 Seleção do Plano para uma Área

Os planos alternativos para uma área são comparados, sendo selecionado o melhor deles.

#### **2.1.4 Priorização de Áreas**

Os planos selecionados de todas as áreas são analisados e escalonados pela ordem de prioridade, de acordo com critérios específicos.

#### **2.1.5 Seleção Final de Áreas**

A lista de prioridades é revista, sendo feita uma seleção de áreas, para ações posteriores.

#### **2.1.6 Plano de Ação**

É elaborado um plano esboçando as futuras ações do governo, para o desenvolvimento das áreas selecionadas.

A [Figura 2.1](#) é um fluxograma que define as diversas atividades e o seu relacionamento, no processo de planejamento regional.

Neste capítulo, aborda-se cada um dos itens indicados na [Figura 2.1](#).

### **2.2 Definição da Região**

O primeiro passo do processo de planejamento regional é a definição da área de estudo, que pode ter a dimensão total do país, de uma grande região, como o Nordeste, ou ainda de uma bacia hidrográfica de médio ou grande porte, contanto que possua áreas diferenciadas, possíveis de serem desenvolvidas. Nessa última hipótese, o estudo de planejamento regional poderia ser considerado como o Plano Diretor de uma bacia. Fatores sócio-econômicos, ambientais ou políticos conhecidos podem ser considerados na definição da região; estas, por sua vez, deveriam ser o mais homogêneas possível, no que se refere aos seus aspectos sócio-econômicos e ambientais, de forma que os fatores econômicos possam ter o maior peso na priorização e seleção de áreas, a qual é discutida adiante, neste capítulo.

### **2.3 Seleção Preliminar de Áreas**

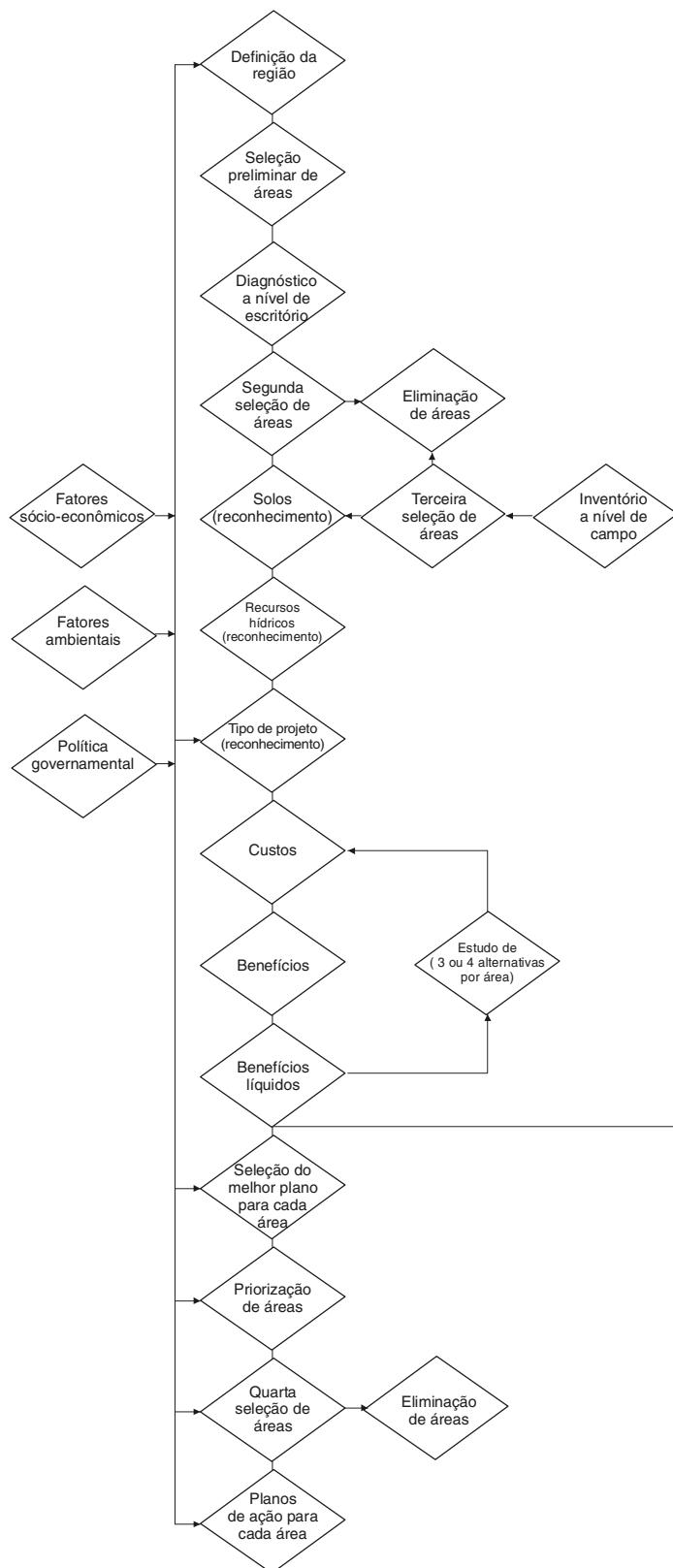
Definida a região, devem ser selecionadas, preliminarmente, se possível, áreas dentro dela que tenham potencial para o desenvolvimento da irrigação. Se o **Engenheiro de Planejamento** e/ou outros membros da equipe de planejamento tiverem conhecimento prévio da região, poderá ser feita uma seleção preliminar de áreas com potencial para irrigação, facilitando o processo de coleta de dados, já que as áreas sem potencial para irrigação seriam excluídas, logo de início, não sendo necessário coletar dados das mesmas.

Além disso, é neste momento que devem ser definidas as condições limitantes do estudo, visando restringir ao essencial o escopo do estudo. Tais condições, por exemplo, podem limitar a altura de recalque a ser considerada, e/ou a distância das terras à fonte hídrica. Uma vez definidas as condições limitantes, elas serão obedecidas ao longo das etapas subsequentes do processo de planejamento regional.

Nesta seleção preliminar podem ser considerados fatores sócio-econômicos, ambientais e governamentais; no entanto, a ênfase deve ser dada a áreas que, num primeiro enfoque, pareçam dispor de recursos hídricos e de solo, disponíveis para o desenvolvimento.

Caso os membros da equipe conheçam pouco a região, o processo de seleção de áreas terá início com a determinação das condições limitantes e o diagnóstico descrito no próximo item.

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação



**Figura 2.1**

**Planejamento Regional**

**2.4****Diagnóstico**

O diagnóstico é o processo de coleta, avaliação e organização dos dados mais importantes para o desenvolvimento da irrigação. O seu objetivo é de identificar a disponibilidade de solos irrigáveis nas proximidades dos recursos hídricos disponíveis, em áreas, dentro da região, que apresentem fatores sócio-econômicos e agrícolas tais que possam proporcionar um bom desenvolvimento da irrigação. O diagnóstico deve limitar-se à coleta de dados que se relacionem a esses objetivos. O processo de coleta e avaliação de dados deve ser dividido em duas partes:

- Coleta e análise de dados existentes no escritório ou em outros órgãos públicos.
- Coleta e análise dos dados obtidos no campo.

**2.4.1****Dados Existentes (no escritório ou em outros órgãos).**

Devem ser coletados e avaliados os principais relatórios, estudos e dados existentes, tais como:

- Estudos sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos e relatórios de projetos, relativos a todos os tipos de usos dos recursos hídricos: energia hidroelétrica, irrigação, abastecimento urbano e industrial, navegação, recreação, diluição de esgotos, pesca, etc.;
- Levantamentos pedológicos e de classificação de terras para irrigação, inclusive descrições de perfis de solos e dados analíticos de laboratório;
- Uso atual e potencial da terra;
- Dados e estudos hidrológicos, inclusive vazões observadas e geradas sinteticamente; modelos e dados hidrogeológicos; modelos chuva / deflúvio; dados de precipitação, evaporação e evapotranspiração; características de infiltração dos diversos tipos de solos que ocorrem na região; dados de qualidade da água, dados sedimentológicos, estudos de enchentes e estudos de operação de reservatórios;
- Uso atual e planejado da água na região, inclusive informações sobre direitos à água e controle do seu uso;
- Dados e estudos agrícolas, inclusive níveis de produção e produtividades de diversas culturas e da pecuária, disponibilidade de insumos agrícolas, mecanização, armazenagem e transporte, comercialização, custos dos insumos agrícolas, equipamentos e mão-de-obra, e preços pagos aos produtores;
- Utilização atual e tendências de emprego da irrigação;
- Dados sócio-econômicos, inclusive quanto a desemprego e subemprego, educação, habitação, saúde, padrões atuais e tendências evolutivas da estrutura fundiária;
- Suprimento de energia elétrica e planos de expansão;
- Rede viária e planos de expansão;
- Considerações sobre o meio ambiente, inclusive informações sobre a flora e a fauna, a qualidade da água, doenças de veiculação hídrica, desmatamento, salinização e erosão dos solos;
- Cartografia, topografia, fotos aéreas e mapas geológicos;
- Custos de materiais de construção; custos regionais aplicáveis a diversos tipos de obras de engenharia.

Quando da avaliação de informações existentes, dever-se-ia procurar aquelas já analisadas; em outras palavras, os resultados de estudos bem feitos deveriam ser utilizados, sempre que possível, ao invés de se começar pela análise de dados básicos ainda em estado bruto. Como ilustração, apresenta-se os seguintes exemplos:

- Utilização dos resultados de estudos de planejamento agrícola, incluindo o plano cultural, contas culturais, demandas de água para a irrigação e os orçamentos de diversos modelos parcelares;

- Utilização de modelos computadorizados existentes de bacias hidrográficas, para avaliar a disponibilidade de água e a capacidade necessária dos reservatórios;
- Utilização dos resultados de estudos de classificação de terras para irrigação, para a identificação do potencial edáfico para desenvolvimento da irrigação.

Antes de entrar na segunda etapa da coleta de dados, isto é, no campo, o Engenheiro de Planejamento deve passar às etapas subseqüentes do processo de planejamento regional, ou seja, a segunda seleção de áreas e os estudos de reconhecimento; para tanto, ele usará dados disponíveis no escritório, ou coletados em outros órgãos.

Essa iteração preliminar do processo de planejamento deve permitir que o planejador identifique os dados adicionais a serem coletados no campo, minimizando a coleta de informações desnecessárias.

#### **2.4.2 Segunda Seleção de Áreas**

Com base nos dados existentes coletados no diagnóstico, deve-se revisar a seleção preliminar de áreas, para eliminar aquelas que, obviamente, não possuam potencial para irrigação e para incluir as novas áreas identificadas. Os custos não deveriam ser considerados, ainda, já que as considerações econômicas só ocorrerão num momento posterior do processo do planejamento. Portanto, deverão ser consideradas todas as áreas que pareçam apresentar os recursos físicos necessários ao desenvolvimento da irrigação. Nesta segunda seleção, podem ser considerados os fatores sócio-econômicos, ambientais e políticos; no entanto, a maior ênfase deve ser dada às áreas que mostram possuir recursos hidroedáficos para desenvolvimento da irrigação.

#### **2.4.3. Dados de Campo**

Avaliados os dados disponíveis no escritório e em outros órgãos, e após ter sido feita a primeira iteração do processo de planejamento (descrita abaixo), podem ser identificados dados adicionais que devam ser coletados no campo.

É importante que se faça uma cuidadosa programação dos trabalhos, para garantir que a coleta de dados no campo seja feita de maneira satisfatória. Os **especialistas (Hidrólogo, Pedólogo, Engenheiro de Drenagem, Sociólogo, Economista, Agrônomo, Geólogo, Engenheiro de Projeto)** necessários para planejar e dirigir o programa de coleta de dados, deverão ser apontados nesse momento, sendo que apenas aqueles necessários para a coleta dos dados faltantes deverão trabalhar no programa. A viagem a campo deverá ser detalhadamente planejada, inclusive quanto à preparação de questionários, separação dos equipamentos necessários, identificação e treinamento das equipes de campo e a programação da logística (os meios de transporte e a coordenação das entrevistas e visitas).

#### **2.4.4 Terceira Seleção de Áreas**

Feita a coleta de dados no campo, deve-se rever a seleção de áreas, para eliminar as que não tenham potencial para desenvolvimento da irrigação. Nesse ponto, já podem ser levados em conta os custos, visto que os fatores econômicos foram considerados nos estudos preliminares de reconhecimento (discutidos adiante); no entanto, só deverão ser eliminados os projetos que forem obviamente muito onerosos. Nesta terceira seleção, podem ser considerados, também, fatores sócio-econômicos, ambientais e políticos; no entanto, a ênfase deve ser dada às áreas que, aparentemente, disponham de recursos hídricos e de solos para desenvolvimento.

## 2.5 Estudos de Reconhecimento

O objetivo destes estudos é avaliar planos alternativos para cada área.

Conforme indicado nos [itens 2.4.1 e 2.4.4](#), os estudos de reconhecimento devem ser elaborados, pelo menos, duas vezes durante o processo de planejamento regional ([Figura 2.1](#)), ou seja, após a coleta e avaliação dos dados existentes; e, novamente, após a coleta e avaliação dos dados de campo.

Concluída a coleta de dados, dever-se-ia dispor de informações suficientes sobre o potencial de solos; disponibilidades hídricas; fatores agrícolas, tais como preços ao produtor, custos de produção agrícola; custos de obras e equipamentos, assim como considerações de ordem social e ambiental, tudo para complementar os estudos de reconhecimento, sem que seja necessária uma coleta adicional de dados ou novas iterações no planejamento.

O processo de planejamento, descrito no Capítulo 3, “Planejamento a Nível de Pré-Viabilidade”, e detalhadamente apresentado nos Capítulos 4 a 9, é utilizado nos estudos de reconhecimento, que são feitos, porém, de maneira bem menos detalhada.

### 2.5.1 Solos

Os estudos de classificação de terras para irrigação devem ser feitos a nível de reconhecimento, de acordo com o Manual “Classificação de Terras para Irrigação”. Os solos irrigáveis identificados nos estudos de reconhecimento devem ser reduzidos em 20%, já que os estudos detalhados de classificação de terras reduzem, em geral, as áreas irrigáveis identificadas ao nível de reconhecimento ([Capítulo 4](#)).

As áreas irrigáveis devem ser lançadas em mapas topográficos, indicando estradas, cidades e rios. A escala deve ser de 1/25.000 ou 1/50.000.

### 2.5.2 Recursos Hídricos

No diagnóstico já comentado neste capítulo, deveriam ter sido identificadas as fontes hídricas potenciais a serem utilizadas para irrigação. Elas devem constar dos mapas topográficos com a classificação de terras.

#### 2.5.2.1 Águas Superficiais

Sempre que possível, na definição das vazões características em pontos de interesse, devem ser usados dados fluviométricos existentes, modelos hidrológicos ou dados sintéticos gerados em estudos anteriores. Quando houver necessidade de reservatórios de regularização, devem ser utilizados estudos existentes de operação de reservatórios, se disponíveis. Se esse não for o caso, deverão ser desenvolvidos modelos hidrológicos, geradas vazões sintéticas e elaborados estudos de operação de reservatórios, da maneira mais simples possível.

No caso de rios perenizados por reservatórios existentes, devem-se considerar possíveis mudanças na operação dos mesmos, visando satisfazer as demandas a jusante. As vezes, é possível, mediante análises limitadas, ajustar as vazões perenes sem ser necessário fazer complexos estudos de operação de reservatórios.

#### 2.5.2.2 Água Subterrânea

Em geral, nos estudos de planejamento regional, não são feitas pesquisas hidrogeológicas. Portanto, deve-se utilizar toda a informação existente sobre recursos

hídricos subterrâneos. No entanto, caso se acredite que exista um potencial de água subterrânea, deverão ser programadas investigações hidrogeológicas para o próximo nível de estudo, isto é, de pré-viabilidade.

#### **2.5.2.3 Outros Usos da Água**

É muito importante ter em mente que a água disponível para o projeto **não** é a vazão no ponto de captação, já que ela deverá ser reduzida, para que o manancial possa destinar-se, também, a outros usos, além da irrigação da área cogitada, ou seja, doméstico, industrial e em outras áreas irrigadas. Neste momento, devem ser considerados tanto os usos atuais da água, quanto os planejados; os usos não consuntivos, tais como geração de energia elétrica, navegação e as vazões mínimas para diluição de esgoto, abastecimento de populações ribeirinhas, dessedentação de animais, etc., também devem ser considerados na avaliação das disponibilidades hídricas.

#### **2.5.2.4 Qualidade da Água**

Devem ser obtidas e analisadas informações suficientes para verificar que as águas dos mananciais sejam de qualidade adequada para fins de irrigação, mesmo nos períodos de estiagem.

### **2.5.3 Definição do Tipo de Projeto**

A seguir, o **Engenheiro de Planejamento** deve definir os tipos de projetos (A, B, C, D ou E) mais adequados para a área. Para tanto, deve utilizar dados coletados no diagnóstico, relativos aos recursos hidroedáficos, estrutura fundiária, agricultura atual (de sequeiro e irrigada), políticas governamentais gerais e locais específicas, infra-estrutura existente, assim como informações relativas às expectativas dos irrigantes potenciais.

### **2.5.4 Custos**

Para fins das análises econômicas e da comparação entre projetos, devem ser estimados investimentos, custos de operação, manutenção, reposição e energia elétrica, e custos de produção agrícola.

#### **2.5.4.1 Investimentos**

Para cada tipo de projeto, devem ser feitos leiautes das obras parcelares e, quando cabível, dos sistemas de captação, adução e distribuição. Tais serviços devem ser desenvolvidos por engenheiros de planejamento ou de projeto, que definirão custos médios por hectare. Para tal fim, poderão ser utilizadas curvas de custos, para estimar os custos de itens individuais (vide Capítulo 6). Os investimentos deverão ser transformados em custos anuais, visando facilitar a análise do projeto, focalizada adiante.

#### **2.5.4.2 Custos de Operação, Manutenção, Reposição e Energia Elétrica**

Nos estudos de planejamento regional, os custos de operação, manutenção e reposição podem ser estimados como percentagens dos investimentos, para os vários tipos de obras, sejam elas parcelares ou de uso comum. Os custos da energia elétrica devem ser estimados aplicando-se as tarifas regionais ao consumo de energia e à demanda de ponta de cada sistema de irrigação.

#### **2.5.4.3 Custos de Produção Agrícola**

Os custos de produção agrícola devem ser estimados com base em estudos de planejamento agrícola aplicáveis à região. Quando tais estudos não existirem, esses cus-

tos deverão basear-se em custos locais de insumos agrícolas, de mão-de-obra e mecanização, bem como em contas culturais feitas especificamente para a área do projeto.

#### **2.5.5 Benefícios**

Além dos custos, a análise econômica e a comparação dos projetos requer que sejam estimados os benefícios do projeto.

Neste MANUAL, considera-se como benefício o retorno bruto das operações agrícolas, isto é, os preços ao produtor multiplicados pelo volume de produção. Para cada área considerada devem ser montados um ou mais modelos parcelares típicos. Os benefícios de cada área considerada resultarão, então, da agregação dos retornos brutos dos diversos modelos parcelares típicos.

Os benefícios líquidos anuais de cada alternativa, em cada área em estudo, são a diferença entre os benefícios anuais e a soma de todos os custos, ou seja, os de investimento, anualizados, e os custos anuais de operação, manutenção, reposição, energia elétrica e produção agrícola. Para maiores informações sobre esse processo, deve-se consultar o Manual “Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação”, ou os capítulos correspondentes deste MANUAL.

As operações descritas nos itens 2.5.4 e 2.5.5 devem ser repetidas, várias vezes, para cada área considerada, fazendo variar o tamanho e o leiaute do projeto. Nos casos em que, face às variações dos solos, houver diferenças entre os padrões de cultivo e os métodos de irrigação, dentro de uma área em estudo, tais diferenças devem ser levadas em consideração na formulação e avaliação de planos alternativos para a mesma. Observe-se que para levar a efeito a análise incremental e a formulação do plano, para cada área poder-se-á adotar uma metodologia simplificada, em relação àquela descrita nos Capítulos 3 e 8. No entanto, nos estudos de planejamento regional, deveriam ser consideradas poucas alternativas (seja 3 ou 4) para cada área, ao invés do grande número de planos a serem avaliados ao nível de pré-viabilidade.

#### **2.5.6 Meio Ambiente**

A fim de verificar se a irrigação poderia acarretar problemas às culturas ou ao meio ambiente, dever-se-ia considerar esta problemática, fazendo uso de uma lista de checagem (“check list”).

- Esse exame deveria classificar as áreas em três categorias, pelo menos, ou seja:
- Áreas onde o desenvolvimento da irrigação causaria grandes problemas, devendo ser evitado;
  - Áreas onde o desenvolvimento da irrigação causaria alguns problemas ao meio ambiente, mas onde poderiam ser adotadas medidas mitigadoras;
  - Áreas onde o desenvolvimento da irrigação não trará problemas ao meio ambiente.

Esses elementos serão utilizados na fase de planejamento a nível de pré-viabilidade, quando da formulação dos planos de projetos. O Anexo 3 apresenta uma lista de verificação do meio ambiente, adaptada do Banco Mundial.

#### **2.6 Seleção do Melhor Plano Para Cada Área**

Em geral, deve-se selecionar, para cada área, o plano que maximize os benefícios líquidos. Às vezes, no entanto, os fatores sócio-econômicos, ambientais e/ou políticos são tão importantes que justificam a escolha de uma alternativa que não é a melhor do ponto de vista econômico. Quando tal fato acontecer, dever-se-á elaborar uma justificativa que inclua os custos incrementais associados a tal decisão.

## 2.7

### Priorização de Áreas

Uma vez que os melhores planos de cada área foram selecionados, as áreas devem ser colocadas pela ordem de prioridade, de acordo com o critério de avaliação preestabelecido.

Os fatores que podem ser considerados para definir o critério de priorização de áreas são os seguintes:

- Fatores econômicos, ou seja, custos, benefícios e benefícios líquidos;
- Fatores agrícolas, tais como disponibilidade, confiabilidade e qualidade da assistência técnica, extensão rural, pesquisa agrícola, insumos agrícolas, mão-de-obra agrícola, crédito rural, armazenamento e transporte de produtos, agro-indústrias, mercados e canais de comercialização;
- Custos associados à superação de deficiências de fatores agrícolas, apresentadas no [item 2](#);
- Estrutura fundiária e suas mudanças recentes;
- Padrões do uso atual da terra e suas mudanças recentes;
- Áreas irrigadas e tipos de irrigação praticados;
- Expectativas dos agricultores locais em relação ao desenvolvimento da irrigação;
- Disponibilidade de estradas e de redes elétricas; custos associados à construção de novas estradas e redes elétricas, se necessário;
- Impactos potenciais sobre o meio ambiente e custos das medidas mitigadoras.

Deve-se formular um sistema de pesos relativos dos fatores, a fim de priorizar os desenvolvimentos potenciais. Normalmente, o maior peso é dado aos fatores econômicos.

## 2.8

### Seleção Final de Áreas

No processo de planejamento regional, a seleção final de áreas deve basear-se nos fatores apresentados no [item 2.7](#) e na disponibilidade de recursos financeiros, necessários, tanto para o segmento público, como para o segmento privado dos investimentos para desenvolver a agricultura irrigada. As áreas que não forem selecionadas poderão ficar no aguardo de ocasiões posteriores, quando tais circunstâncias se modificarem.

## 2.9

### Planos de Ação por Área

Após a seleção final das áreas, o governo necessitará de um programa para prosseguir com o desenvolvimento das áreas selecionadas, que foi aqui chamado de Plano de Ação.

Os Planos de Ação para cada área devem conter um cronograma e uma estimativa dos custos das ações do governo para o desenvolvimento das áreas selecionadas. Eles podem diferir muito, dependendo da área e dos tipos de projetos. A seguir, são dados alguns exemplos de ações possíveis de serem planejadas para os vários tipos de projetos.

#### ■ Projeto do Tipo A

Os planos devem garantir a disponibilidade de crédito, em condições razoáveis, para irrigantes privados em potencial. Pode ser elaborado um programa de conscientização dos irrigantes locais, para ajudá-los a compreender os benefícios da irrigação e os procedimentos para implantação da agricultura irrigada.

### ■ **Projeto do Tipo B**

Para projetos do Tipo B, além das ações acima, poder-se-iam prever: programas de eletrificação rural, estradas e obras de macrodrenagem; programas para fornecimento de assistência técnica; incentivos às agro-indústrias; melhoria das estruturas de transporte e armazenamento dos produtos; pesquisa agrícola e apoio à comercialização e organização de cooperativas.

### ■ **Projetos do Tipo C**

Quanto aos projetos do Tipo C, além das ações acima poderia haver: formulação de planos de áreas, estudos de pré-viabilidade e viabilidade e projetos básicos e executivos de obras de uso comum. No caso dos projetos especiais do Tipo C, poderia ser estabelecido um fundo especial do governo para financiar obras de uso comum.

### ■ **Projetos dos Tipos D e E**

Além das ações que poderiam ser planejadas para os projetos dos Tipos A e B, as ações de apoio aos projetos Tipos D e E poderiam ser: elaboração de estudos de pré-viabilidade e de viabilidade, projetos básicos e executivos, supervisão da construção, operação e manutenção inicial, formação de distritos de irrigação, assistência técnica, financiamento para a construção de sistemas de uso comum e de alguns sistemas de irrigação parcelar, aquisição de terras e assentamento e treinamento de colonos.

## **2.10 Exemplo de Planejamento Regional**

Em 1988 e 1989, foi feito um estudo de planejamento regional para o Nordeste, intitulado “Hierarquização de Áreas para a Irrigação Privada na Região Nordeste”. Esse estudo incorporou muitos (mas não todos) princípios e procedimentos apresentados neste capítulo, podendo ser considerado como bom exemplo de planejamento regional em grande escala. O Anexo 2 contém um sumário desse estudo, cópia do qual pode ser consultada na SENIR.



# PLANEJAMENTO A NÍVEL DE PRÉ-VIABILIDADE

## 3.1 Formulação de Planos

O planejamento de projetos é chamado aqui de formulação de planos. O seu objetivo básico é a formulação de planos que forneçam o maior retorno possível aos beneficiários, à economia e à sociedade como um todo, consideradas as limitações dos recursos disponíveis (solos, água, recursos financeiros e humanos) mobilizados num empreendimento. Em outras palavras, a formulação de planos é o processo que leva à seleção dos planos com o maior retorno e o mínimo de recursos. A formulação de planos no campo dos recursos hídricos requer que todo o trabalho seja orientado para esse objetivo básico, seja no que se refere à classificação de terras, hidrologia, dados para o projeto, drenagem, estimativas de custos, e de benefícios, ou avaliações econômicas. Os engenheiros, agrônomos, economistas e outros técnicos ligados aos diversos aspectos do plano devem manter-se em constante contato com o **Engenheiro de Planejamento**, que é o responsável pelo processo de formulação de planos, evitando-se, assim, dispêndios desnecessários de tempo e trabalho.

Na prática, o processo começa com a avaliação de grande número de alternativas com um baixo nível de informações técnicas, prosseguindo com menos alternativas e mais dados técnicos, até que possa ser definido o melhor plano. Esse processo é iterativo. Uma alternativa que tenha sido eliminada, poderá vir a ser considerada, novamente, se as informações técnicas coletadas após a sua avaliação, modifiquem as circunstâncias da mesma. A aplicação prática de princípios e critérios adequados de engenharia e economia, ao longo dos estudos, juntamente com conhecimentos técnicos de engenharia, habilidade, imaginação e um enfoque objetivo e aberto, são necessários para que todas as alternativas possíveis e potenciais venham a ser consideradas.

O critério básico na formulação de planos é que os benefícios líquidos, que representam o excedente dos benefícios totais sobre os custos totais do projeto, devem ser maximizados. Na formulação de planos, podem ser levados em consideração, também, fatores sociais, ambientais e políticos. No entanto, tais aspectos não devem ser considerados, via de regra, até que tenha sido terminada, pelo menos, uma iteração baseada apenas em aspectos econômicos.

## 3.2 Conceitos Relativos à Análise Comparativa

Durante a elaboração dos estudos para a formulação de planos e a sua avaliação, deve-se ter presente que os cálculos não precisam ser mais acurados do que o necessário para avaliar, comparativamente, os méritos das alternativas. É mais importante dar ênfase aos princípios, processos e critérios do que a cálculos precisos e detalhados. As estimativas econômicas e de engenharia, feitas a nível de pré-viabilidade, não devem ser de precisão, já que estão baseadas em dados semidetalhados e análises limitadas. O mais importante é que as estimativas e cálculos sejam feitos de maneira tal que as alter-

nativas possam ser comparadas entre si. O objetivo destes estudos é definir a melhor alternativa, e não se essa ou outra alternativa são viáveis. A avaliação da viabilidade de um projeto só será feita nos estudos a nível de viabilidade, quando se disporá de informações muito mais detalhadas e acuradas.

Análise comparativa é o termo utilizado para caracterizar os procedimentos usados na avaliação comparativa das alternativas. Para se estimar a aptidão das terras para irrigação, a disponibilidade de água, os custos e os benefícios, utilizam-se procedimentos a nível de pré-viabilidade, sendo importante que sejam usados os mesmos procedimentos em todas as alternativas, para que a comparação seja possível. A comparação dos custos de um plano alternativo cuja estimativas basearam-se em metodologias mais elaboradas, com outro cujas estimativas tenham sido feitas mediante curvas de custos, pode resultar numa análise errônea, porque as estimativas poderiam não ser comparáveis, o que iria contra o objetivo visado, que é fazer “análises comparativas”.

Deve-se dar prioridade àqueles itens que possam influenciar a comparação de alternativas; os itens comuns a todas elas, ou que tiverem pouca influência sobre custos ou benefícios, devem receber menos atenção. O **Engenheiro de Planejamento** deve centrar-se nesses fatores, a fim de obter o máximo resultado dos trabalhos dos engenheiros, agrônomos e economistas alocados ao projeto.

O conjunto dos planos alternativos que tenham sido conceituados, pode ser apresentado, para fins de comparação, num quadro comparativo (vide exemplo no Capítulo 8, “Avaliação dos Planos”). O mesmo é usado para resumir as estimativas e análises feitas desde a conceituação dos planos alternativos, contendo os seguintes:

- Documentação de todas as alternativas consideradas;
- Uma folha grande, onde todos os planos possam ser comparados;
- Um formulário para apresentação de cada alternativa, no relatório;
- As informações necessárias para a seleção de um plano preliminar completo, com seus custos e análise econômica.

Os quadros comparativos são utilizados para descartar planos que não mereçam estudos detalhados ou investigações adicionais. Os benefícios líquidos de cada alternativa, quer positivos ou negativos, são apresentados no ponto baixo de cada quadro, constituindo-se em demonstrativos da atratividade relativa dos planos.

Tais quadros são “ferramentas” econômicas, que auxiliam na definição do tamanho ou do escopo do projeto. O seu objetivo é de compilar alternativas que pareçam práticas e selecionar um plano preliminar ou um conceito de plano, que pareça merecedor de maiores considerações. Em última instância, deve ser selecionado um plano ou, em alguns casos, dois planos, para ser(em) analisado(s) com mais detalhes, em estudos a nível de viabilidade.

Planilhas eletrônicas, como a “LOTUS 123”, são muito úteis para a apresentação e manipulação de informações em quadros comparativos.

Em resumo, nos estudos comparativos devem-se ter em mente os seguintes aspectos:

- Eles são a base comum para a avaliação de todas as alternativas razoáveis;
- São usados para a seleção do plano de **engenharia** que melhor satisfizer os objetivos do projeto;
- Não definem a viabilidade de um projeto.

### 3.3 Análise Incremental

Os procedimentos para a determinação do melhor tamanho físico de um projeto, são parte da formulação do plano. O método mais utilizado para otimizar esse tamanho é denominado análise incremental.

De um modo geral, a análise incremental é um processo de tentativas sucessivas, onde são feitas comparações entre planos alternativos, com o descarte dos menos favoráveis, até que se defina o melhor plano.

Habitualmente, o ponto de partida é um pequeno plano de desenvolvimento, onde se aproveitam recursos hídricos facilmente mobilizáveis e solos cuja irrigação não apresente maiores problemas. A seguir, avaliam-se planos alternativos constantemente crescentes, em tamanho, até que se chegue ao plano ótimo, considerado como aquele que maximize os benefícios líquidos, sendo que cada alternativa sucessiva deverá constituir-se num plano completo.

Demonina-se incremento a diferença entre as características de uma dada alternativa e a seguinte; se ambos forem projetos completos, passíveis de serem implantados, se diz que o incremento é viável; aliás, numa análise incremental, só se devem considerar incrementos viáveis. O critério mais significativo a ser utilizado na análise comparativa de planos é a relação entre os custos e os benefícios totais do projeto, conforme esquematizado na [Figura 3.1](#), onde foram indicados os pontos 1 a 4, que correspondem a quatro tamanhos crescentes de um projeto.

No ponto 1, benefícios e custos igualam-se, sendo que, abaixo dele, os benefícios seriam inferiores aos custos. No ponto 2, a relação benefício/custo é a maior possível, ao passo que no ponto 3, o valor absoluto da diferença benefício menos custos passa por um máximo. No ponto 4, finalmente, benefícios e custos igualam-se, novamente.

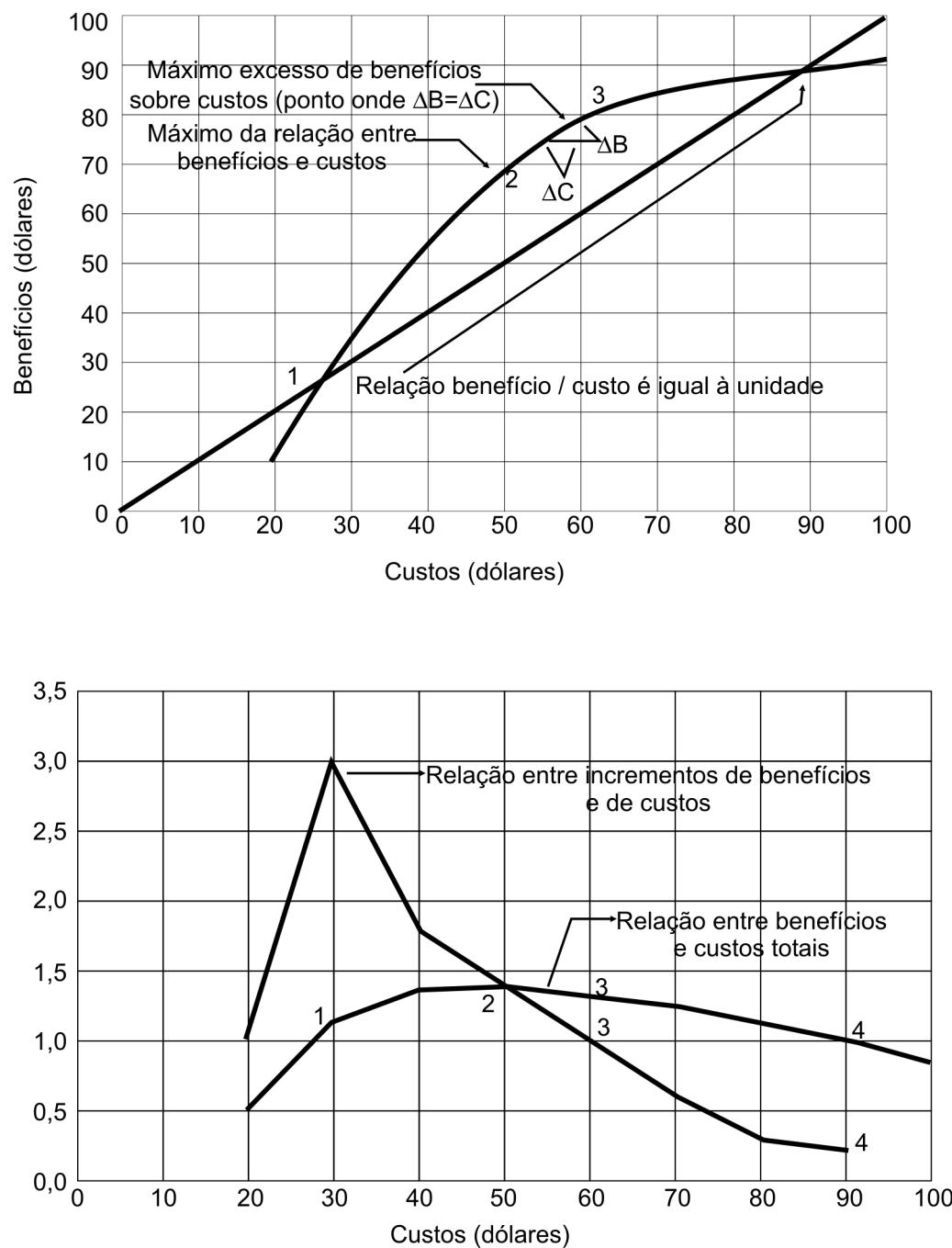
Se o tamanho do projeto correspondesse ao ponto 2, maximizar-se-ia o retorno por unidade de custo. No entanto, o pleno potencial econômico do projeto não seria utilizado, pois deixariam de ser feitos investimentos gerando benefícios superiores aos respectivos custos, entre os pontos 2 e 3. Sob a ótica da análise econômica, todos os incrementos que gerem benefícios superiores aos custos adicionais - avaliados utilizando-se o “custo de oportunidade do capital” - são justificáveis.

No ponto 3, o custo para adicionar o último incremento é igual ao benefício resultante, isto é, nesse ponto ocorre o máximo benefício líquido, entendido como a diferença entre os benefícios e os custos totais.

Entre os pontos 3 e 4, embora a relação benefício/custo total ainda seja superior à unidade, os benefícios adicionados são inferiores aos custos incrementais, de modo que não se justifica ir além do ponto 3, que corresponde à melhor escala de desenvolvimento.

Os incrementos no tamanho do desenvolvimento a serem considerados na análise incremental devem ser os menores possíveis, do ponto de vista prático. Assim, no caso de uma bacia, ou sub-bacia, o incremento pode estar constituído por um dentre diversos possíveis projetos; já no caso de um projeto de irrigação, ele pode estar representado por uma diferença na área irrigada total.

Ao serem avaliados os incrementos na escala de um empreendimento, devem ser determinados os custos e os benefícios totais de cada alternativa. Desse modo, as diferenças entre os benefícios e os custos das alternativas “com” e “sem” esse incremento, serão os custos e os benefícios atribuíveis ao mesmo, ou seja, os custos e os benefícios incrementais (vide exemplo do Projeto Salitre, Anexo 6). Todos os incrementos cujos



**Figura 3.1**

**Relações entre Benefícios e Custos para Várias Escalas de Desenvolvimento**

benefícios incrementais (também chamados marginais) forem superiores aos respectivos custos incrementais (marginais), devem ser incluídos no plano selecionado. Quando esse não for o caso, devem ser excluídos.

Um aspecto importante na análise incremental, que deve ser levado em consideração, é o escalonamento, no tempo, dos custos e dos benefícios. Conforme apresentado mais detalhadamente no Capítulo 8, de fato compararam-se os valores presentes dos custos e dos benefícios. Nos casos em que uma parte significativa dos custos possa ser adiada, ou quando os benefícios possam ser obtidos mais cedo, haverá claras vantagens em relação a planos com grandes investimentos iniciais, ou com longas demoras para a obtenção dos benefícios. Portanto, um dado incremento que possa parecer justificável sem se considerarem os prazos, poderá ser excluído do plano, caso os custos iniciais devam ser feitos muito antes da obtenção dos primeiros benefícios. A análise do Projeto Salitre, apresentada no Anexo 6, evidencia a importância dos prazos, na análise de um projeto.

### **3.4 Faseamento da Implantação**

Dependendo da importância do desenvolvimento potencial, pode ser recomendável, ou mesmo necessário, implantar o projeto em fases sucessivas. Muitos planos permitem que isto seja feito, o que pode torná-los financeira ou economicamente mais atraentes. Quando do desenvolvimento de um plano em fases, deve-se tentar programar as despesas, de forma que elas ocorram o mais próximo possível do momento a partir do qual serão obtidos os benefícios. Um exemplo das vantagens de um desenvolvimento em fases sucessivas seria um projeto onde se pudesse escolher entre uma grande estação de bombeamento num rio ou várias estações de bombeamento menores, implantadas em etapas. Embora os custos totais da primeira alternativa possam ser menores, o valor presente dos custos da segunda poderá ser consideravelmente mais reduzido, tornando essa alternativa mais econômica.

### **3.5 Aspectos Ambientais**

Os efeitos do desenvolvimento da irrigação sobre o meio ambiente devem ser considerados logo no início do processo de planejamento. Conforme mencionado no Capítulo 2, as primeiras análises sobre a matéria devem ocorrer já na fase de planejamento regional, utilizando-se uma lista de verificação do meio ambiente, para examinar vários aspectos ambientais. Um modelo dessa lista, traduzida de um documento do Banco Mundial, encontra-se no Anexo 3.

Além deste MANUAL, devem ser consultadas as "Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação", publicadas por SENIR-IBAMA-PNUD-OMM.

Como resultado dessa primeira abordagem ambiental, identificam-se as áreas onde o desenvolvimento da irrigação deve ser evitado; as áreas onde a irrigação causará pouco ou nenhum efeito; e as áreas onde o desenvolvimento da irrigação poderá criar alguns problemas ambientais, de tal natureza que possam ser neutralizados, com medidas mitigadoras.

Essas informações devem ser utilizadas no estágio de pré-viabilidade do planejamento. Obviamente, as áreas a serem evitadas, por motivos ambientais, deverão ser desconsideradas para fins de planejamento ulterior.

Para as áreas passíveis de apresentarem alguns problemas ambientais, o planejador deve definir os tipos de medidas mitigadoras que poderiam ser preconizadas para minrar os prejuízos ao meio ambiente. Essa análise deve ser feita com dados existentes, provenientes da fase de planejamento regional. Entre outras, as medidas mitigadoras

poderiam ser as seguintes: vazões mínimas para pesca ou preservação da qualidade da água; proteção das áreas ribeirinhas; reservas florestais ou para fauna; e construção de obras especiais nos cursos d'água, para propiciar condições favoráveis aos peixes. Se essas medidas forem significativas, o planejador deverá estimar os custos, incluindo-os nos planos alternativos a serem comparados. Durante o estágio de planejamento a nível de pré-viabilidade, ele poderá, também, identificar os aspectos ambientais a serem analisados mais detalhadamente nas análises a nível da viabilidade.

### 3.6 Avaliação dos Aspectos Sociais

Normalmente, a nível de pré-viabilidade não são feitas abordagens sociais detalhadas, sendo coletados alguns dados sociais preliminares, durante o programa de envolvimento inicial do público, na fase de planejamento regional. Se nessa fase forem identificados aspectos sociais relevantes, que possam vir a afetar a formulação e comparação dos planos alternativos, poderão ser feitas novas análises na fase de pré-viabilidade.

A nível de viabilidade devem ser feitas avaliações sociais detalhadas, baseadas em dados coletados durante o programa de envolvimento do público, assim como novos estudos de campo.

### 3.7 Envolvimento do Públíco

O envolvimento do público é o processo através do qual a população, as organizações locais, os órgãos públicos e as entidades afetadas devem ser consultadas e associadas ao processo de tomada de decisão; o objetivo combinado é garantir que o projeto seja aceito e patrocinado pelo público local. Esse programa começa após as atividades de planejamento regional, continuando durante o planejamento e a implantação do projeto e sua operação e manutenção iniciais.

É muito importante que a equipe envolvida na formulação dos planos entre em contato com a comunidade local e com os usuários potenciais da água já no início do processo de planejamento. A "Resenha" salienta a necessidade de os projetos serem definidos "de baixo para cima", ao invés de "de cima para baixo", ou seja, que a iniciativa para o desenvolvimento do projeto deve partir da comunidade local. Dessa forma, mesmo em projetos do Tipo E - que podem continuar a ser parcialmente "de cima para baixo" - a comunidade local e os usuários potenciais da água devem poder participar ao máximo possível do processo de planejamento. Sua participação ajudará o planejador a levar em consideração fatores que, de outra maneira, poderiam ser omitidos possibilitando, também, que a comunidade local e os beneficiários do projeto sintam que ele "lhes pertence".

#### 3.7.1 Processo

O processo de envolvimento do público varia de acordo com o tipo de projeto; a seguir, apresentam-se diretrizes para esse processo, por tipo de projeto.

##### ■ Projetos do Tipo A:

- ▶ Fornecer à comunidade local informações sobre o potencial de desenvolvimento dos recursos hídricos e de solos da área, os métodos e práticas de irrigação, os programas potenciais de assistência técnica e crédito, os custos financeiros e os benefícios da agricultura irrigada;
- ▶ Definir o interesse da população local em relação à agricultura irrigada;
- ▶ Caso haja interesse na irrigação, coordenar, com a população local, a implementação de programas de crédito.

■ **Projetos dos Tipos B e C:**

- ▶ Fornecer à comunidade local informações sobre o potencial de desenvolvimento dos recursos hídricos e de solos da área, os métodos e práticas de irrigação, os possíveis programas do Governo para implementação de obras de infra-estrutura elétrica e viária, crédito, pesquisa agrícola, assistência técnica e constituição de cooperativas para assistência à produção e comercialização da produção. Para os projetos do Tipo C, devem ser fornecidas, também, informações sobre a possível assistência do governo à implantação de obras de irrigação de uso comum;
- ▶ Definir o interesse da população local em relação à agricultura irrigada;
- ▶ Caso haja interesse, examinar com a comunidade local a definição das áreas a serem irrigadas, os métodos de irrigação a serem adotados, as necessidades de infra-estrutura elétrica e viária, de crédito, de assistência técnica e de assistência na organização de cooperativas; e de irrigação de uso comum, para o caso dos projetos do Tipo C, inclusive quanto às necessidades de assistência financeira do governo;
- ▶ Coordenar com a comunidade local o projeto, a implementação e as providências financeiras referentes aos programas definidos na alínea acima.

■ **Projetos do Tipo D:**

- ▶ Fornecer à comunidade local informações referentes ao potencial de desenvolvimento de recursos hídricos e de solos da área, métodos e práticas de irrigação, possíveis programas de assistência técnica e crédito, custos e benefícios da agricultura irrigada e potencial para o desenvolvimento de projetos do Tipo D. Fornecer informações relativas a desenvolvimentos desse tipo, inclusive custos, resarcimento dos mesmos, e responsabilidade pela operação e manutenção dos projetos, constituição de distritos de irrigação e cooperativas e prazos para implementação dos projetos. No que se refere a projetos do Tipo D em terras públicas, seria preciso debater o tamanho dos lotes, sua distribuição e critérios de seleção e assentamento de irrigantes. Quando houver aquisição de terras e reassentamento de irrigantes da área do projeto, será preciso debater, com a população local, critérios e políticas governamentais referentes a essas atividades;
- ▶ Definir o interesse da comunidade local no desenvolvimento de projetos do Tipo D;
- ▶ Se houver forte apoio ao desenvolvimento do projeto, dever-se-á coordenar com a comunidade local o planejamento das obras, dos programas de crédito e assistência técnica, da constituição de distritos de irrigação e cooperativas, dos procedimentos de emancipação dos projetos, das providências para resarcimento dos custos e, quando aplicável, dos programas de aquisição de terras e de seleção, assentamento e reassentamento de irrigantes. Se o projeto incluir áreas para projetos do Tipo E, todos os aspectos desse subprojeto deverão ser coordenados com a comunidade local.

■ **Projetos do Tipo E:**

- ▶ Informar a comunidade local sobre a vontade do governo de implementar um projeto desse tipo na comunidade, fornecendo informações básicas a respeito do projeto, o seu tamanho e localização, as políticas de aquisição de terras e de assentamento, o desenvolvimento da infra-estrutura social associada, os financiamentos a serem concedidos e as providências para o seu resarcimento, e cronograma de implementação;
- ▶ Caso não haja oposição, na área, ao desenvolvimento do projeto, coordenar a implementação do mesmo, com a comunidade local.

### **3.7.2 Montagem do Programa de Envolvimento do PÚBLICO**

Antes de iniciar esta atividade, o planejador do projeto deverá pesquisar, profundamente, as informações disponíveis sobre a região e a área. Caso esta área tenha sido selecionada no âmbito de um estudo de planejamento regional, dever-se-á dispor de um considerável acervo de informações.

O programa de envolvimento do público deve ser previsto de forma que seja possível:

- Ter certeza de que ele corresponderá ao nível de interesse e expectativa do público;
- Garantir sua compreensão pelos órgãos, grupos e pessoas que dele possam vir a participar;
- Certificar-se da sua cuidadosa e sistemática integração ao processo de tomada de decisão.

Diversas técnicas podem ser utilizadas na montagem de um programa, incluindo entrevistas individuais, seminários, comitês, livretos informativos, levantamentos e audiências públicas. A seguir, abordam algumas dessas técnicas.

#### **3.7.2.1 Divulgação de Informações**

As informações podem ser divulgadas através de brochuras, artigos em jornais, anúncios ou programas de rádio e televisão.

Desse modo, podem-se fornecer informações referentes aos planos do projeto e ao status das atividades, bem como avisos de reuniões e outras atividades relacionadas ao projeto.

As brochuras contendo informações sobre o projeto devem ser simples e claras, estando ilustradas com diagramas e mapas.

#### **3.7.2.2 Entrevistas Individuais**

Estas entrevistas podem ser feitas com agricultores, políticos e comerciantes da área do projeto, podendo constituir-se numa parte importante do programa de envolvimento do público. Nas entrevistas, deve-se abordar profundamente o programa, pedindo respostas e sugestões pessoais. Devem ser contatadas pessoas chave da área do projeto. A seguir, é dado um exemplo do tipo e do número de pessoas que poderiam ser entrevistadas na área:

- 10 agricultores
- 2 gerentes de banco
- 1 gerente de cooperativa
- 1 gerente de empresa de transporte dos produtos agrícolas até os mercados
- 1 representante de jornal, rádio ou televisão local
- 1 gerente de operações de um entreposto agrícola

No Anexo 4, apresenta-se um exemplo de formulário para entrevistas com agricultores e um questionário a ser aplicado a não-agricultores.

#### **3.7.2.3 Reuniões com a População Local**

Outro meio para divulgação de informações e recebimento de sugestões seria uma série de reuniões com a população local, visando informá-la, bem como aos órgãos locais, sobre o andamento do processo de formulação do plano; e de solicitar sua participação e sugestões, no decorrer do processo de planejamento.

### **3.7.3      Participação do PÚblico na Seleção do Plano**

O processo efetivo de tomada de decisão pode variar de um caso para outro. às vezes, é possível tomar uma decisão interna simples; em outros casos, podem ser necessárias discussões e negociações contínuas com as pessoas, grupos ou órgãos mais diretamente afetados. Podem até mesmo ser necessárias reuniões específicas com grupos, para definir pontos de mútuo compromisso. Quando isso ocorrer, será preciso fornecer a mesma informação a todo o público. Outra obrigação para com o público é a de documentar a decisão tomada, que fatores foram importantes na tomada de decisão, a razão pela qual outros fatores não foram considerados tão importantes e como a participação pública interferiu na tomada de decisão.

### **3.8      Seleção do Plano**

Em geral, deve ser selecionado, para estudos de viabilidade, o plano mais econômico (isto é, aquele que maximize os benefícios líquidos). No entanto, pode ocorrer que haja razões, de ordem social, ambiental ou governamental, que conduzam a adotar outro plano, que não seja o mais econômico. Quando isto ocorrer, dever-se-á mostrar claramente as diferenças entre os custos e os benefícios do mesmo, em relação ao plano ótimo econômico, bem como justificar, amplamente, a escolha feita.



# SOLOS

## 4.1 Apresentação Geral

O processo de planejamento de qualquer projeto de irrigação tem início com os solos. Portanto, os estudos de classificação de terras para irrigação são os primeiros a serem elaborados, com o objetivo de verificar se os solos considerados para o desenvolvimento do projeto são aptos para irrigação.

Os levantamentos semidetalhados de solos são feitos na primeira fase do início do processo de planejamento a nível de pré-viabilidade. É importante classificar, nesse nível, todos os solos que possam vir a ser considerados no projeto, de forma a que não se eliminem alguns deles, apenas porque não tenham sido levantados. Assim, o processo de formulação de planos não deve ser limitado pela falta de informações sobre a classificação das terras.

Os levantamentos detalhados (às vezes os semidetalhados são aceitáveis) de solos são necessários para o nível de viabilidade e, por terem elevado custo, só devem ser feitos se tiver sido previamente definido, nos estudos de pré-viabilidade, que o projeto merece tais investigações, a nível da viabilidade.

No Manual “Classificação de Terras para Irrigação” são dados maiores detalhes a respeito dos estudos pedológicos e de classificação de terras para irrigação.

É responsabilidade do **Pedólogo** fornecer ao **Engenheiro de Planejamento** informações adequadas relativas a todos os solos a serem considerados no processo de planejamento. Tais informações devem ser lançadas em mapas, onde o **Engenheiro de Planejamento** traçará leiautes alternativos de engenharia, abrangendo canais, localização de estações de bombeamento e de reservatórios de compensação, etc. Mapas de solos adequados são extremamente importantes para a boa formulação dos planos. O mapa da [Figura 4.1](#), relativo a um exemplo fictício, mostra como isso deve ser feito. Todos os solos devem ser claramente identificados, através de retículas ou de cores, de forma que se possa distinguir, imediatamente, se as terras são de classe 1, 2 ou 3.

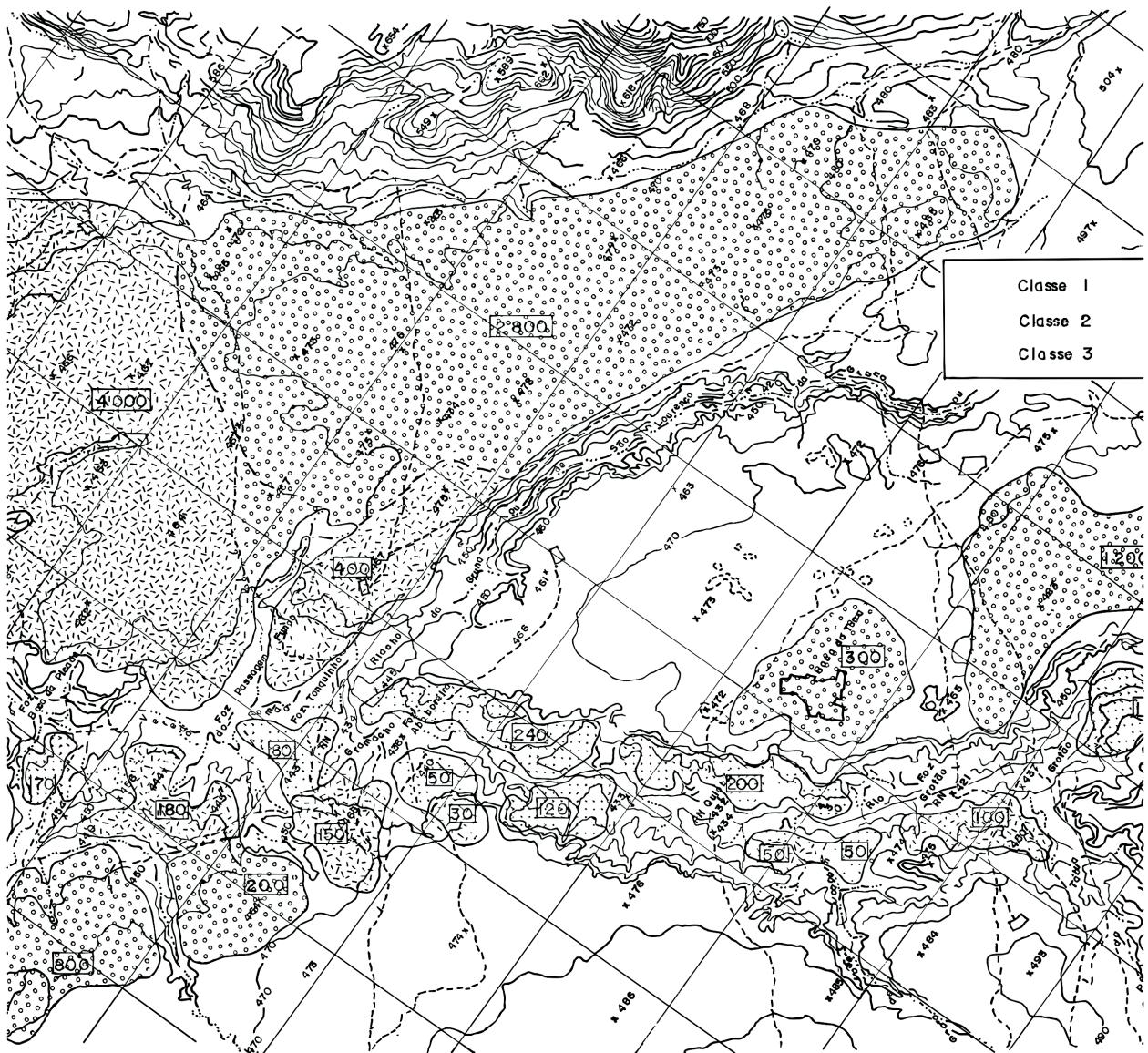
A escala mais adequada é de 1:25.000, com curvas de nível a cada 5 m. Mapas em escalas maiores, tipo 1:10.000 ou 1:5.000, não são próprios para o nível da pré-viabilidade; e mapas em escalas menores, tipo 1:50.000 ou 1:100.000, não têm o nível de precisão desejado. Para conveniência de uso e apresentação, os mapas deste MANUAL estão numa escala menor (1:50.000).

Em cada mancha classificada (classes 1, 2 e 3) deve-se indicar a sua área, em hectares.



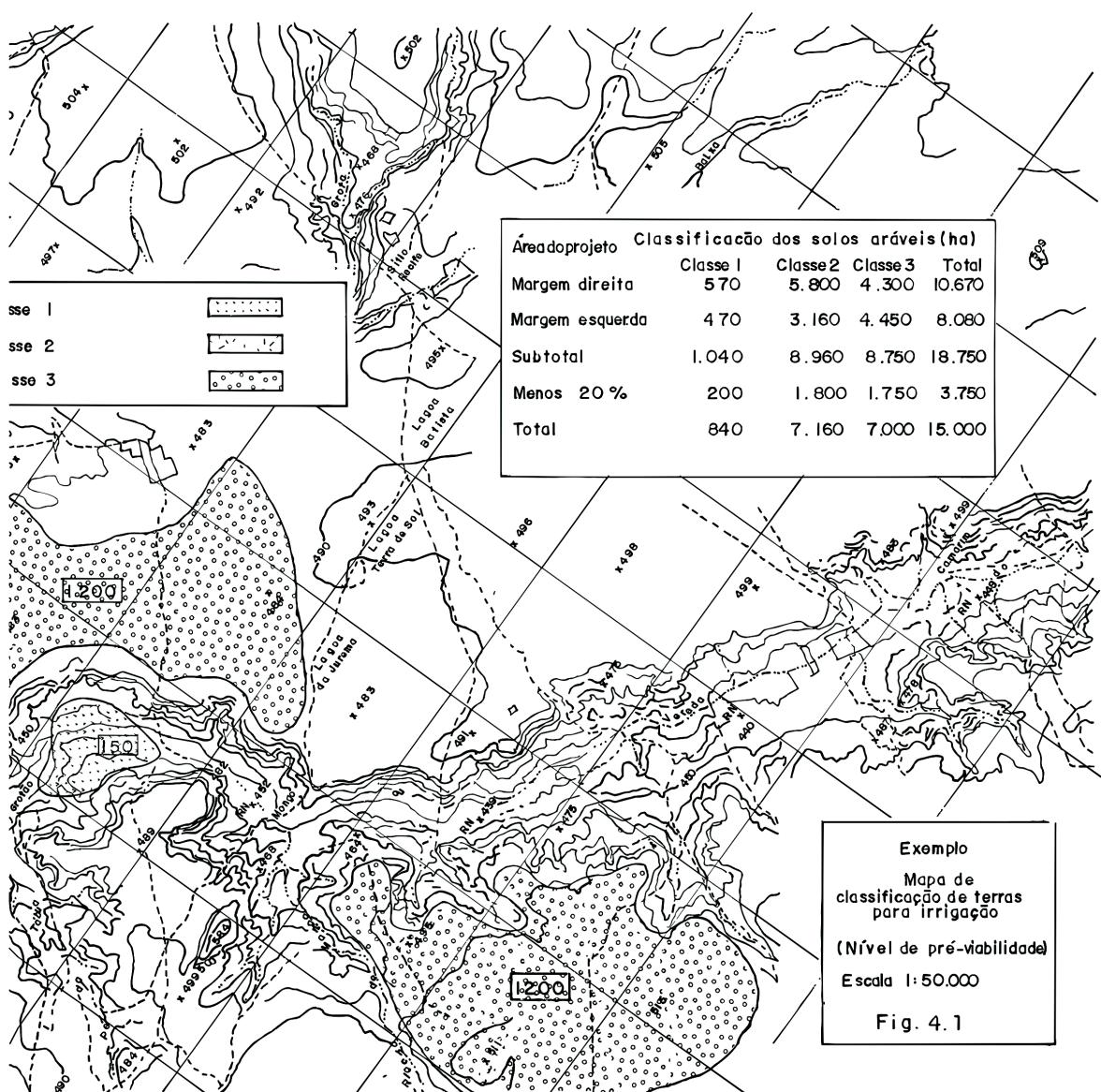
**Figura 4.1**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (1/3)**



**Figura 4.1**

## **Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (2/3)**



**Figura 4.1**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (3/3)**

Preparados dessa forma, os mapas auxiliam o **Engenheiro de Planejamento** na tabulação e disposição dos dados sobre as classes de terras do projeto, bem como na definição das áreas dominadas pelos canais e, ainda, na estimativa das extensões de solos irrigáveis contidos dentro da área bruta considerada, passíveis de serem irrigados com a água disponível. Para que tais atividades possam ser desenvolvidas de maneira eficaz, as diversas folhas contendo os mapas devem ser coladas entre si, formando um único mapa. O exemplo deste capítulo inclui um mapa de classificação de terras montado dessa maneira.

Para iniciar o processo de planejamento, deve-se preparar uma tabela com os dados sobre as classes de terras constantes dos mapas, agrupados por classes e por blocos lógicos.

No exemplo fictício usado neste MANUAL, a divisão lógica dos blocos é o rio. A [Tabela 4.1](#) mostra como, no exemplo, os solos foram tabulados em separado para as margens direita e esquerda do rio. Note-se que, na tabela, as áreas totais de terras aráveis foram reduzidas em 20% para se obterem as áreas irrigáveis. Isso foi feito para levar em consideração erros planimétricos, reduções que, com certeza, irão ocorrer com levantamentos mais detalhados; e áreas de terras não produtivas, ocupadas por estradas, canais, cercas, instalações rurais, diques, prédios, etc.

#### **4.1.1 Identificação do Plano Inicial**

No planejamento de projetos onde o governo participe no desenvolvimento e financiamento (Tipos D e E), deve ser selecionado um plano inicial, como ponto de partida para a elaboração dos planos alternativos e suas respectivas áreas brutas para fins da análise incremental.

No exemplo fictício deste MANUAL, o plano inicial adotado para ilustrar o processo de análise incremental (mencionado no Capítulo 8) foi definido como segue, a partir da [Tabela 4.1](#).

**Tabela 4.1. Classificação de Terras (em ha)**

Áreas do Projeto	Classe 1	Classe 2	Classe 3	TOTAL
Margem direita	570	5.800	4.300	10.670
Margem esquerda	470	3.160	4.450	8.080
Total de terras aráveis	1.040	8.960	8.750	18.750
Menos 20%	200	1.790	1.750	3.750
Total de terras irrigáveis	830	7.170	7.000	15.000

Foi selecionada uma área cujas terras pudessem ser dominadas gravitariamente por um canal, na cota aproximada de 455 m, a partir de um reservatório existente, mostrado no mapa. Acompanhando a curva de nível de 455 m e estimando a declividade do canal e as perdas no sifão, podem-se definir as terras dominadas pelo canal, podendo ser irrigadas pelo mesmo. As parcelas são somadas, por classe, e dispostas em uma tabela ([Tabela 4.2](#)), compondo o universo do plano inicial.

**Tabela 4.2. Resumo da Classificação de Terras Plano Inicial (em ha)**

Área	Classe 1	Classe 2	Classe 3	TOTAL
Margem direita				
Arável	570	2.910	0	3.480
Menos 20%	- 110	- 580	- 0	- 690
Irrigável	460	2.330	0	2.790
Margem esquerda				
Arável	470	2.480	480	3.430
Menos 20%	- 90	- 500	- 100	- 690
Irrigável	380	1.980	380	2.740
Total				
Arável	1.040	5.390	480	6.910
Menos 20%	- 200	- 1.080	- 100	- 1.370
Irrigável	840	4.310	380	5.530

#### **4.1.1.1 Resumo dos Passos para Elaboração de uma Tabela de Classificação de Terras (como a Tabela 4.1)**

- A partir do mapa elaborado pelos **Pedólogos**, deve ser montada uma tabela com os solos potenciais do projeto, tabulados por blocos, para uso posterior, quando forem elaborados os planos alternativos e as análises incrementais (vide [Capítulo 8](#)).
- Dos totais assim obtidos, deve-se descontar 20%, para levar em consideração futuros levantamentos pedológicos mais detalhados, bem como faixas de domínio, áreas para instalações rurais, etc.
- No pé da tabela devem constar as extensões totais das áreas irrigáveis, por classe de terras para irrigação e por bloco.
- Estes procedimentos facilitam a seleção de terras para os planos alternativos, bem como o cálculo dos benefícios da irrigação, que podem variar, em função da classe de terra.

#### **4.2 Exemplos**

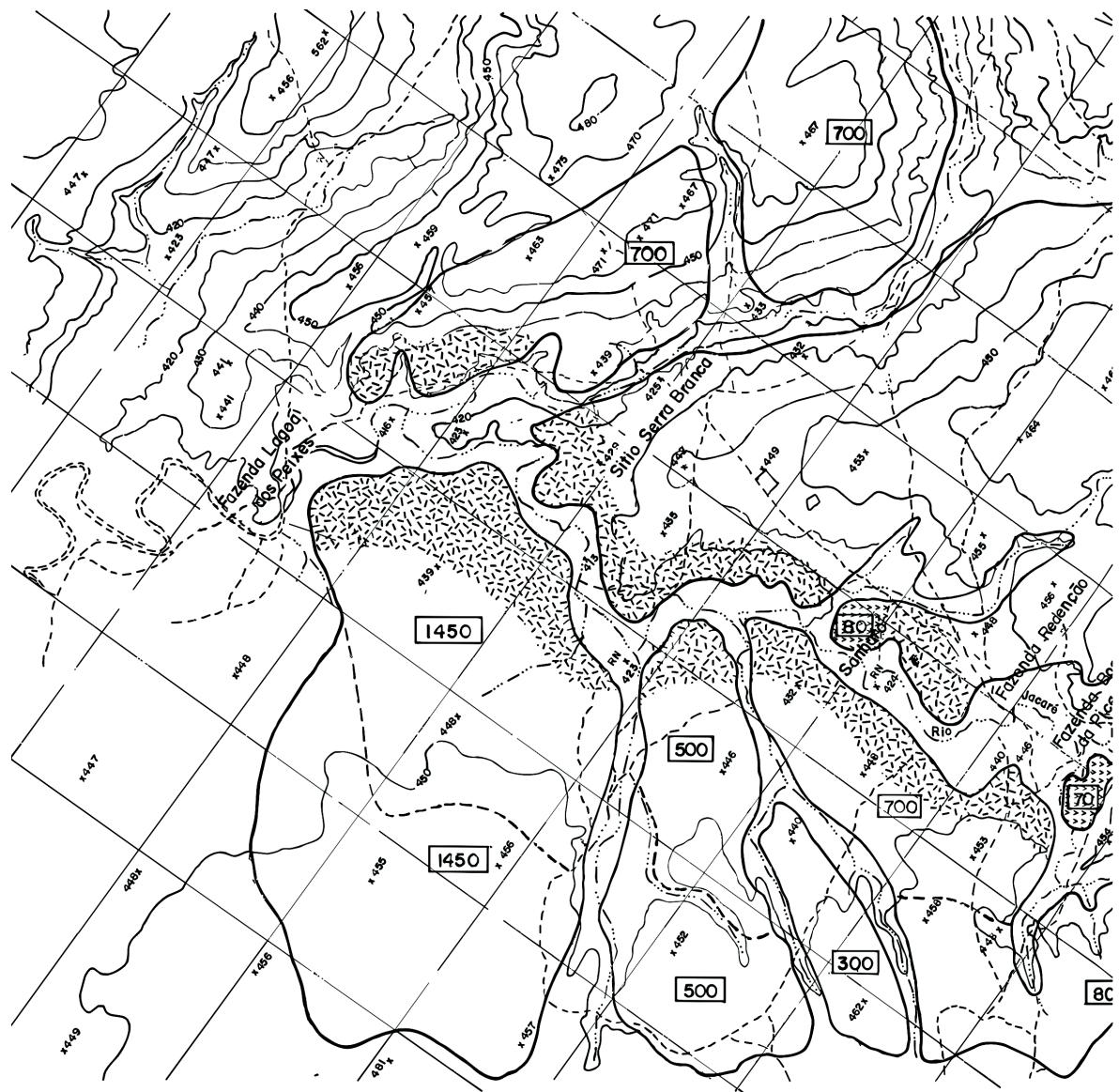
Os exemplos apresentados no final deste capítulo mostram, através de mapas e tabelas, os procedimentos de tabulação e de apresentação dos solos para os diversos tipos de projetos (B, C e D).

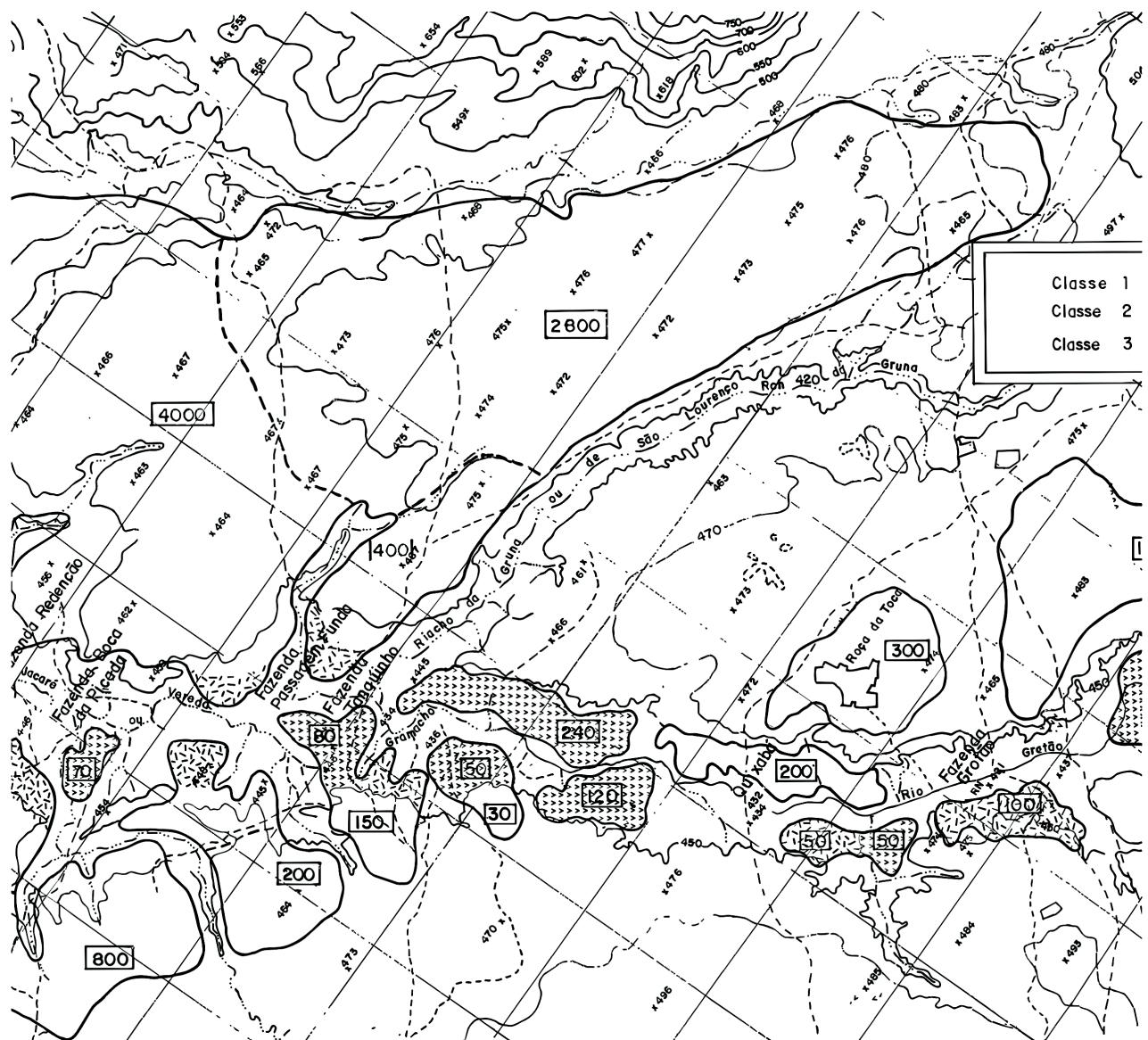
##### **4.2.1 Projeto do Tipo B**

No caso de um projeto Tipo B, para irrigação privada, considerou-se oportuno limitar a 20 m a altura de recalque, a partir do rio; isto levou a considerar como limite da área bruta irrigável a curva de nível de 445 m. No exemplo, os solos irrigáveis ficam pelas duas margens do rio, num trecho de 40 km; a área total é de 2.400 ha ([Figura 4.2](#)).

##### **4.2.2 Projeto do Tipo C**

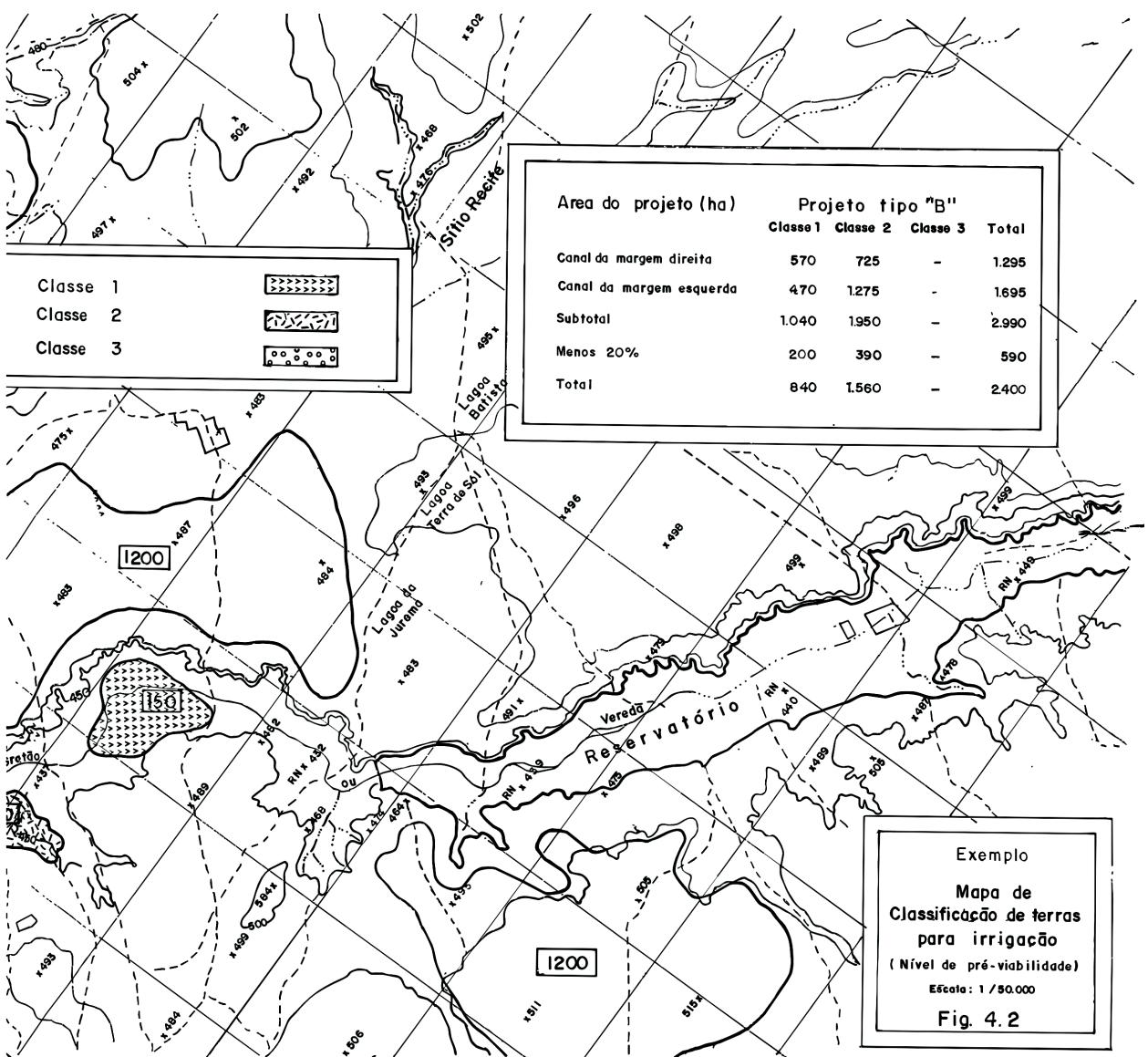
O exemplo refere-se ao plano inicial objeto do [item 4.1.1 \(Figura 4.3\)](#); são 5.530 ha dominados por um canal na cota 457,5 m, que tem início num reservatório existente, indicado no mapa ([Figura 4.1](#)).





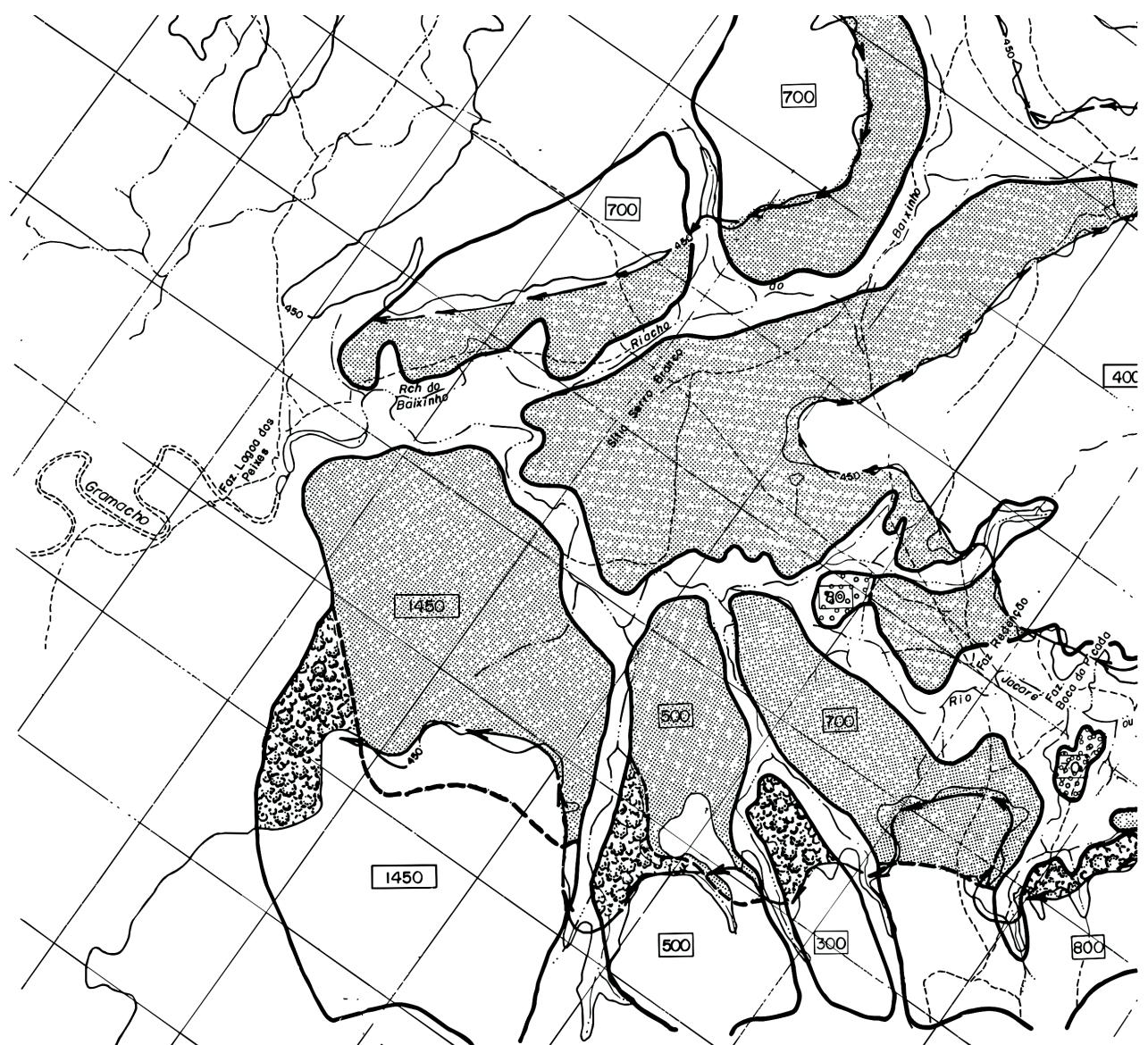
**Figura 4.2**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (2/3)**



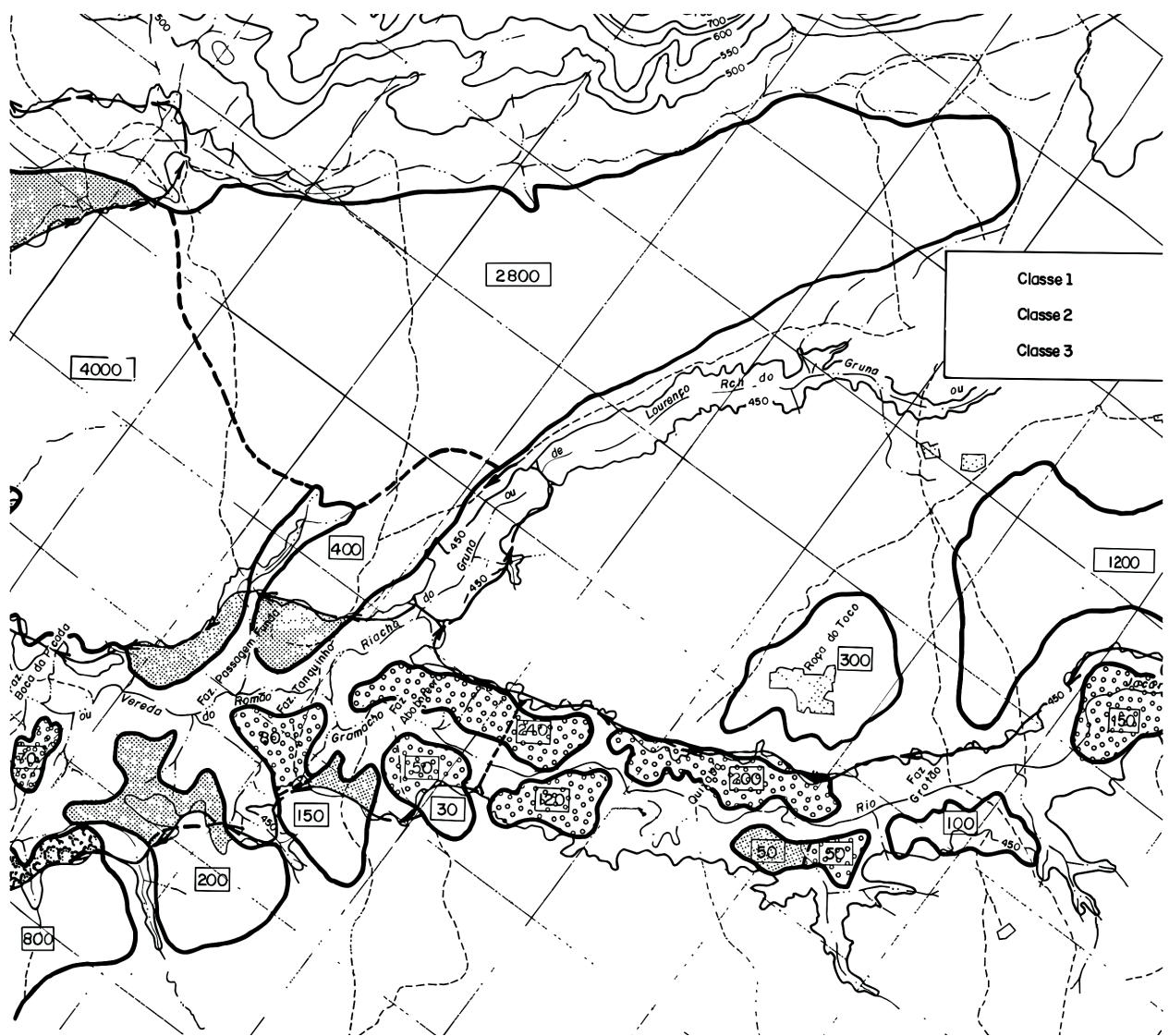
**Figura 4.2**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (3/3)**



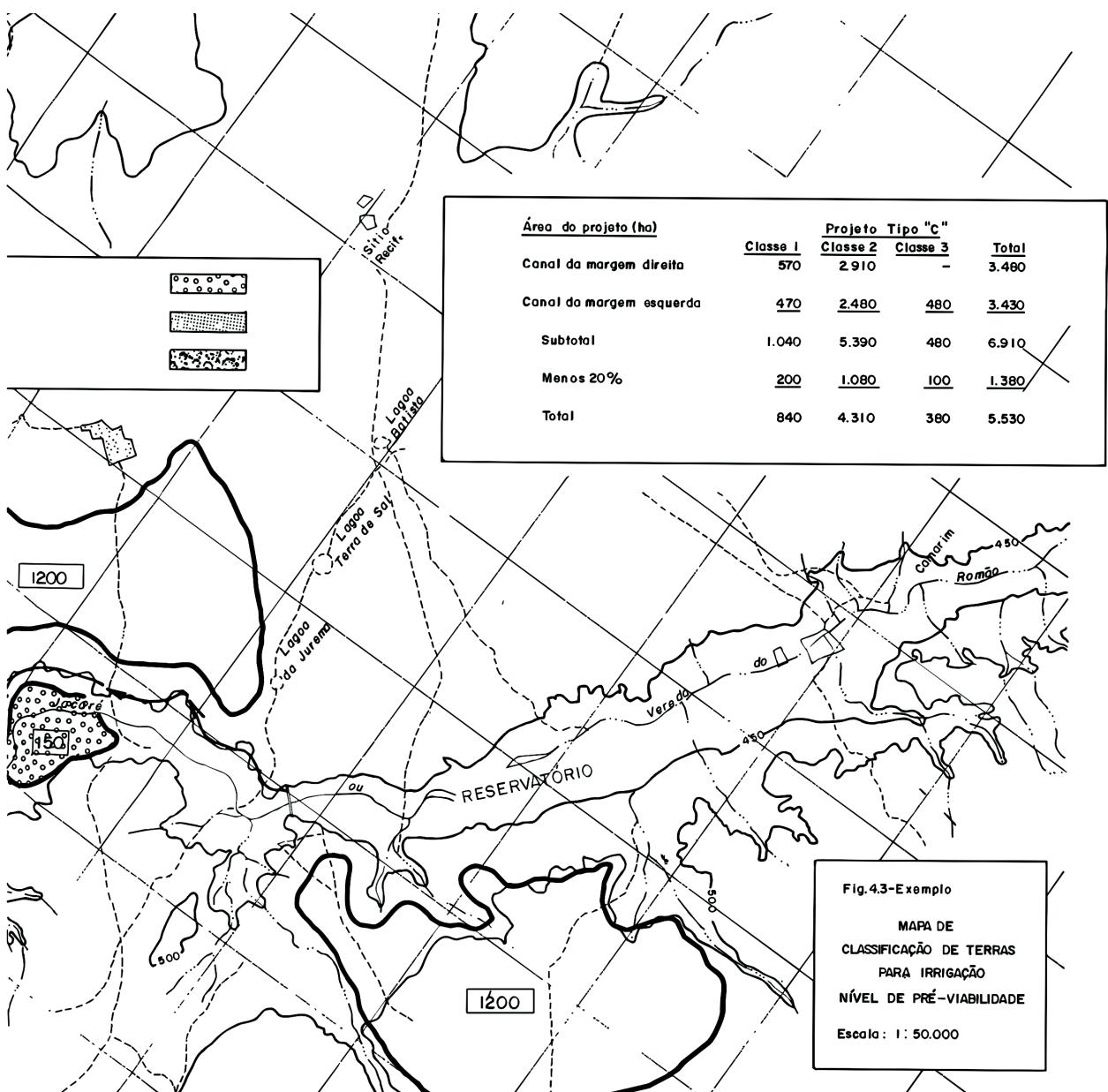
**Figura 4.3**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (1/3)**



**Figura 4.3**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (2/3)**



**Figura 4.3**

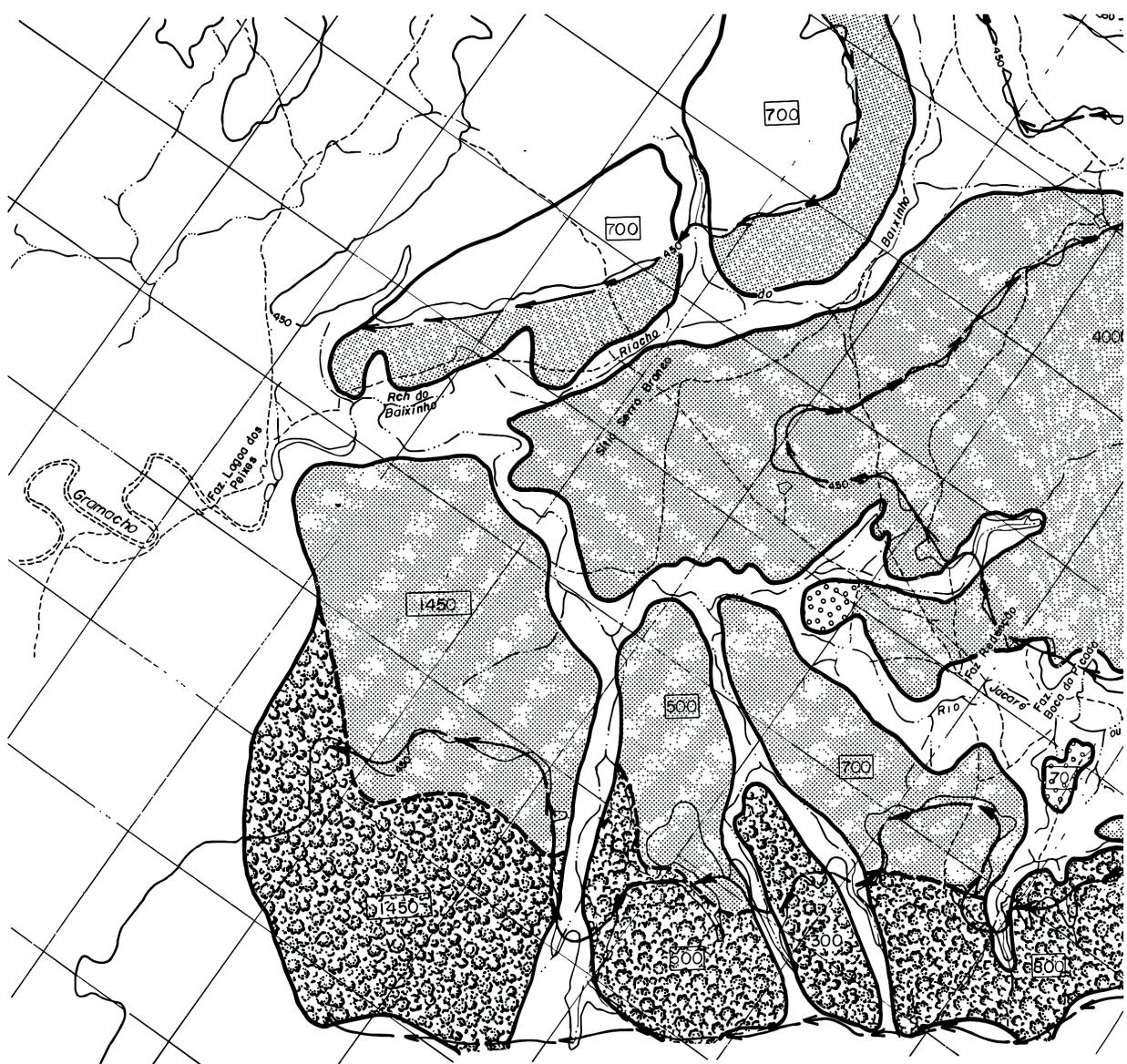
**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (3/3)**

#### 4.2.3 Projeto do Tipo D

Neste exemplo (Figura 4.4), a área bruta considerada inclui aquelas denominadas do exemplo do projeto de Tipo C, mais os solos atingidos mediante três recalques, acima da cota 455 m. A irrigação é, também, gravitária. A área total é de 13.420 ha.

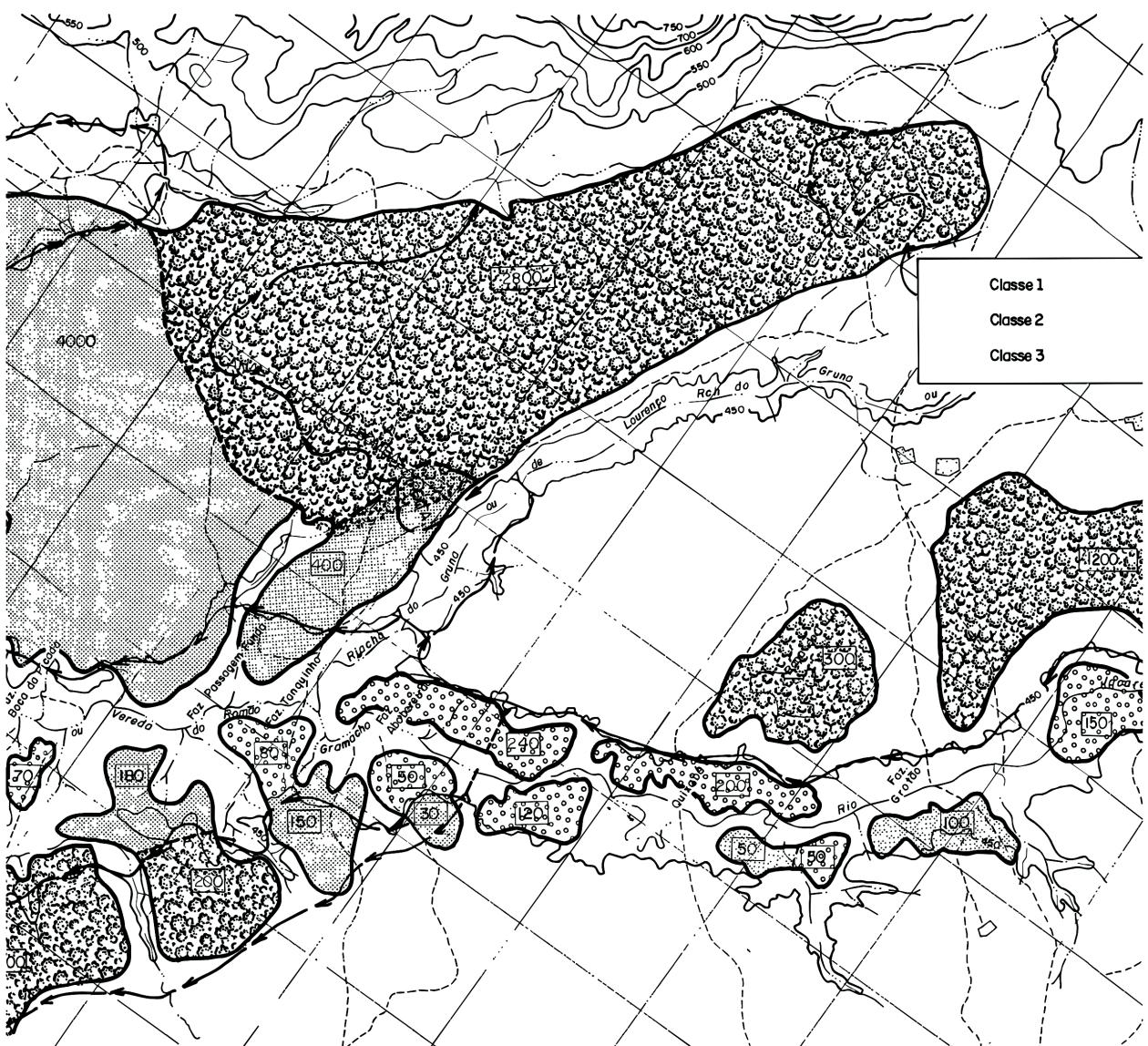
#### EXEMPLOS - PROJETOS DOS TIPOS B, C e D

Nos mapas apresentados a seguir, constam tabelas resumindo os solos considerados, em cada caso.



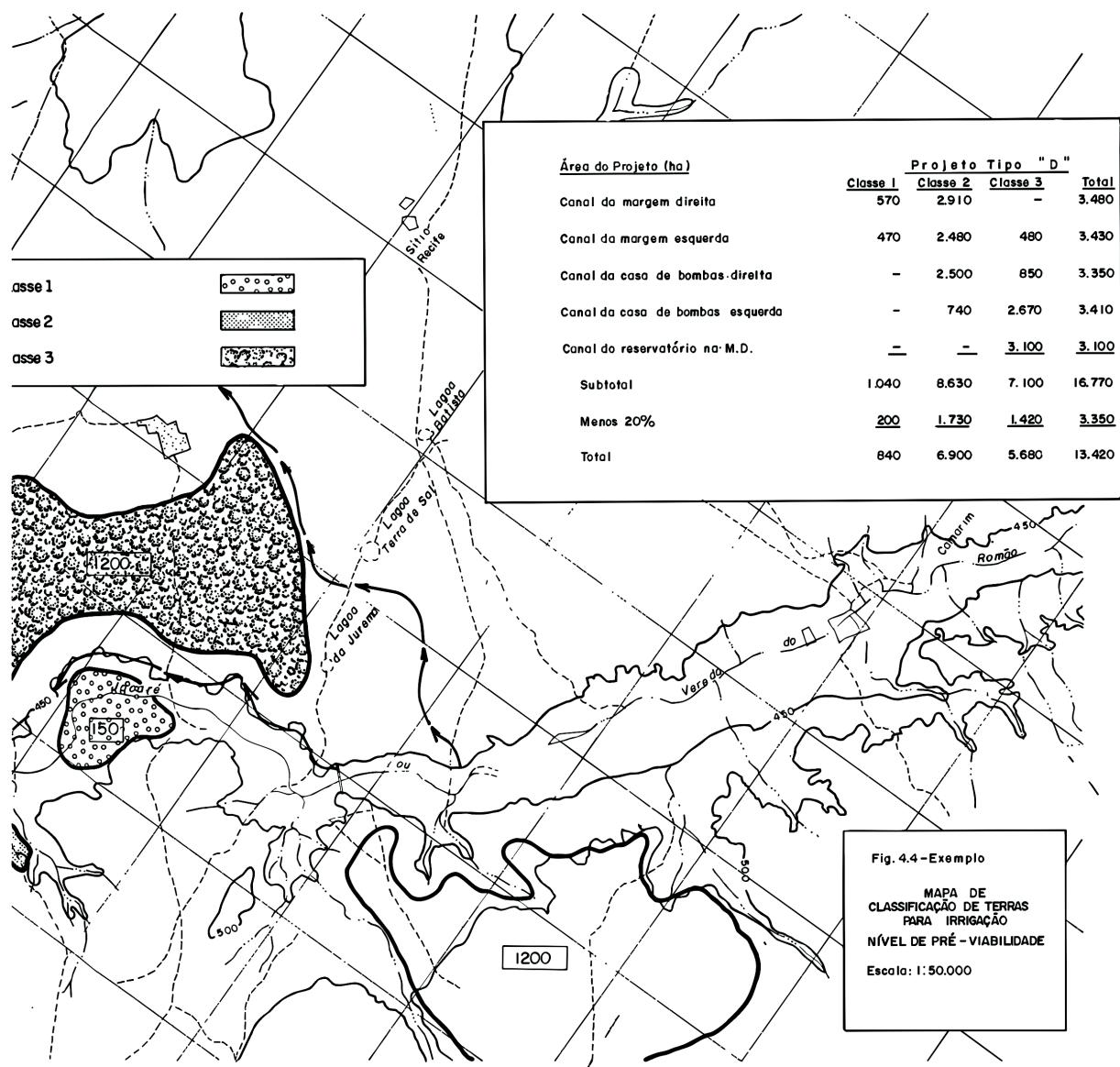
**Figura 4.4**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (1/3)**



**Figura 4.4**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (2/3)**



**Figura 4.4**

**Mapa de Classificação de Terras para Irrigação (3/3)**



# RECURSOS HÍDRICOS

## 5.1

### 5.1.1

#### **Estimativas das Disponibilidades de Água**

#### **Determinação das Vazões de um Rio num Dado Ponto, para Captação e/ou Acumulação**

A melhor situação possível para o caso em pauta é quando existe um posto fluviométrico com longo período de observação no mesmo local, ou nas suas proximidades. Em tais casos, é suficiente verificar a qualidade dos dados, ajustá-los e preencher eventuais períodos com falhas de observação.

Quando os dados existentes são de um posto próximo, ou do mesmo local, porém com um período de observação inferior ao necessário para os estudos, podem ser feitas correlações com outros postos, no mesmo rio; ou em rios próximos, com características similares; se as correlações forem boas, será possível estender os dados do período observado, por correlação com o outro posto.

Se não se dispuser de dados para o ponto de interesse, será preciso gerar deflúvios através de regressões múltiplas, ou aplicando modelos chuva/deflúvio, tais como o modelo SMAP. Para fins de estudos de pré-viabilidade, podem ser ajustados modelos hidrológicos que já tenham sido utilizados na bacia, ou em bacias próximas similares.

### 5.1.2

#### **Período com Dados**

O período com dados utilizado em estudos de pré-viabilidade deve ser de cerca de 20 anos. Deve-se ter cuidado para não deixar de incluir, no mesmo, um período crítico de seca. Às vezes, podem ser usados períodos de menos de 20 anos, contanto que incluam um período crítico de seca. No exemplo fictício apresentado neste capítulo, utilizou-se um período de 10 anos de observação, que inclui uma das piores - ou talvez a pior - seca registrada no Nordeste. Nos estudos de viabilidade, costuma-se utilizar períodos de 50 anos.

### 5.1.3

#### **Outros Usos da Água**

Um dos aspectos mais importantes para avaliar a disponibilidade de água é a estimativa das demandas para outros usos, a serem supridos pela fonte hídrica do projeto. É importante lembrar que a vazão do rio no local da captação raramente corresponde à vazão a ser captada. Deve ser feito um estudo dos outros usos da água, considerando tanto os existentes como os planejados, consuntivos e não consuntivos.

##### ■ **Usos Consuntivos**

- ▶ Irrigação de outras áreas
- ▶ Abastecimento urbano e industrial
- ▶ Captações difusas de populações ribeirinhas e dessedentação de animais

## ■ Usos Não-Consuntivos

- ▶ Geração de energia hidrelétrica
- ▶ Navegação fluvial
- ▶ Manutenção de vazões mínimas, para diluição de poluentes, preservação dos recursos pesqueiros e da fauna

Devem ser definidos os direitos legais para captar água e as prioridades legais do seu uso. O Brasil encontra-se, ainda, nos estágios iniciais do estabelecimento de um sistema de direitos de água e do controle de seu uso. Enquanto esses sistema não tiver sido implantado, os **Engenheiros de Planejamento** deverão fazer algumas hipóteses quanto às prioridades de uso da água, com base no seu melhor julgamento técnico.

## 5.2 Estimativa das Demandas

Caso existam estudos de boa qualidade, relativos a projetos localizados nas proximidades, com características edafo-climáticas similares, planos culturais homólogos e os mesmos métodos de irrigação, as demandas de água por hectare poderão ser estimadas tirando valores desses projetos, nos quais seriam feitos os ajustamentos necessários para levar em consideração possíveis pequenas diferenças nesses fatores. Este é o método mais simples possível para estimar as necessidades de água para irrigação a nível de pré-viabilidade, tendo sido adotado nos exemplos fictícios apresentados neste MANUAL. A [Tabela 5.1](#) apresenta as demandas de água calculadas para seis projetos do Nordeste, com solos arenosos e irrigação por aspersão. As culturas previstas nesses projetos são: feijão, algodão, amendoim, produtos hortícolas e frutas. Os valores referentes aos Projetos Barreiras e Formoso H foram usados nos exemplos fictícios apresentados no fim deste capítulo.

Na falta de informações confiáveis de projetos similares, próximos, as demandas de água para irrigação terão que ser estimadas, utilizando procedimentos convencionais. No Anexo 5, apresentam-se informações sobre os procedimentos aceitáveis para estimar tais demandas nos níveis de pré-viabilidade e de viabilidade.

**Tabela 5.1. Médias Anuais de Necessidades de Água para Diversos Projetos de Irrigação por Aspersão (1.000 m<sup>3</sup>/ha)**

Mês	Formoso H	Barreiras	Acaráu	Tabuleiros de Russas	Guadalupe	Tabuleiros Litorâneos
Janeiro	2,1	1,6	1,3	1,0	0,6	0,5
Fevereiro	1,7	0,8	1,0	1,0	0,6	0,1
Março	1,7	1,4	0,6	1,1	1,0	0,4
Abril	1,2	1,1	0,2	1,3	1,2	0,6
Maio	0,5	0,6	0,3	1,6	1,6	1,2
Junho	0,6	0,4	0,4	1,6	1,2	1,6
Julho	1,2	0,9	1,3	1,6	0,6	0,6
Agosto	1,7	1,4	1,9	0,9	0,9	1,9
Setembro	1,5	1,7	2,3	1,0	1,8	2,3
Outubro	0,8	1,4	2,1	1,5	1,5	2,4
Novembro	0,4	0,0	1,1	1,6	0,6	2,2
Dezembro	0,4	0,0	1,5	1,5	0,2	1,5
Ano	13,8	11,3	14,0	15,7	11,8	15,3

m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

### **5.2.1 Dimensionamento de Sistemas de Irrigação**

O dimensionamento de sistemas de irrigação é um aspecto relevante dos estudos de recursos hídricos. É importante que os componentes dos sistemas de irrigação tenham capacidade suficiente para que não ocorram déficits no atendimento das demandas dos cultivos, evitando-se que estes venham a ser afetados nas suas produtividades. Para estudos de pré-viabilidade, é suficiente, amiúde, adotar valores predeterminados da demanda específica máxima (de 1,0 a 1,2 l/s/ha para aspersão e entre 1,3 e 1,5 l/s/ha para irrigação gravitária). No Anexo 5, apresentam-se procedimentos passíveis de serem usados em estudos de viabilidade.

### **5.3 Estudos de Operação Simulada de Reservatórios**

A operação simulada de reservatórios é uma atividade básica para relacionar entre si os recursos hídricos e edáficos e para dimensionar reservatórios.

Os estudos de operação simulada de reservatórios mostram como um projeto potencial funcionaria num dado plano de desenvolvimento. Eles são muito simples, consistindo, na essência, em sistemas de contabilidade de água. Ao se preparam os estudos de operação de reservatórios, é necessário dispor de dados sobre as vazões afluentes aos reservatórios, as necessidades de água do projeto de outros usuários, as curvas cota-área volume do reservatório e as evaporações médias mensais.

As operações simuladas são feitas normalmente com os elementos organizados em colunas, e os números listados nas linhas em correspondência aos meses de cada ano. O número e a ordem das colunas variam de um estudo para outro. Convém resumir os resultados desses estudos de uma maneira concisa, para avaliar os efeitos hidrológicos sobre a formulação do plano. Esses estudos são, geralmente, computadorizados.

#### **5.3.1 Captação a Fio de Água num Rio Não Regularizado**

Os estudos hidrológicos para obras de captação a fio de água visam avaliar a adequação de um rio não regularizado para atender as demandas de um projeto.

No Brasil, as captações em rios destinam-se, em geral, a suprir água a projetos de irrigação, constando de uma barragem de derivação e de um canal, ou de uma estação elevatória, para aduzir água às áreas irrigadas.

A disponibilidade de água para este tipo de captações é de uma importância primordial. Em geral, costuma-se expressá-la em termos do volume que deverá estar disponível durante os meses em que a captação será feita.

Quando não se dispõe de regularização, para compensar as baixas vazões de períodos de estiagem acentuada, é necessário que a vazão de estiagem mais severa seja suficiente para atender - com deficiências ainda toleráveis - as demandas de água para irrigação, além de outros usos da água, não ligados ao projeto. Por outro lado, a vazão remanescente no rio, a jusante da captação, deveria ser suficiente, sempre, para atender a totalidade das demandas urbanas atuais ou futuras, e um percentual das outras demandas.

#### **5.3.2 Captações em Rios Regularizados por Reservatórios**

Para maximizar a disponibilidade de água da maior parte dos rios torna-se necessário, em geral, implantar reservatórios de regularização, cujo objetivo básico é regularizar as vazões, a fim de que as demandas de água possam ser atendidas com déficits toleráveis.

Quando surgem novos usos da água em rios que já contam com reservatórios, a operação dos mesmos deve ser revista e alterada, se necessário, para adaptá-la às novas demandas.

### 5.3.3 Estudos de Simulação

A nível de estudos de pré-viabilidade, é suficiente, em geral, fazer operações simuladas de reservatórios em bases mensais. Na sua essência, trata-se de contabilizar mensalmente os valores e déficits de atendimento do projeto. Na sua forma mais simples, trata-se de montar tabelas que refletem a equação “variações mensais do volume acumulado iguais às afluências, menos as efluências e as perdas”, conforme a equação abaixo:

$$C_{n+1} = C_n + I - E - OU - PD - S$$

onde

C	=	volume no fim do mês
I	=	vazão afluente no mês
E	=	evaporação no mês
OU	=	outros usos no mês
PD	=	demandas do projeto no mês
S	=	sangramento no mês
n	=	mês
C <sub>n+1</sub>	≤	C <sub>max</sub>
C <sub>n+1</sub>	≥	C <sub>min</sub>

Se C<sub>n+1</sub> é maior que a capacidade do reservatório (C<sub>max</sub>), ocorrem sangramentos; e se C<sub>n+1</sub> fica abaixo de C<sub>min</sub>, é porque o reservatório esvaziou-se, devendo ocorrer déficit no atendimento das demandas.

### 5.3.4 Organização das Colunas

Vide exemplo no fim deste Capítulo. As colunas são as seguintes:

- Vazão afluente
- Demandas para irrigação
- Vazão para outros fins
- Volume armazenado no fim do mês
- Perdas por evaporação no reservatório
- Déficits de atendimento
- Sangramentos

Quando houver mais de uma área irrigada, ou mais de um reservatório, as colunas devem levar tais fatos em consideração.

### 5.3.5 Perdas nos Reservatórios

A evaporação causa as perdas d'água mais significativas num reservatório e raramente pode ser ignorada, mesmo para reservatórios em áreas de elevada precipitação.

Nos estudos de operação simulada consideram-se, normalmente, as perdas líquidas, i.e., a diferença entre a evaporação num extenso espelho d'água e a precipitação direta no mesmo. Na formulação de planos, normalmente, não se levam em consideração as perdas por infiltração, exceto se elas forem significativas.

### 5.3.6 Perdas por Evaporação e Curvas Cota-Área-Volume dos Reservatórios

Para determinar a capacidade de um reservatório, é preciso traçar as curvas cota-área-volume; esses três parâmetros são importantes para definir o volume de acumulação e para traçar uma curva relacionando o custo da obra à capacidade de acumulação, utilizada no processo de otimização do projeto.

Para fins de planejamento, é suficiente, em geral, que os estudos de operação sejam feitos com estimativas preliminares das perdas por evaporação. No entanto, se os estudos forem feitos em computador, sugere-se a adoção da metodologia a seguir, para estimar as perdas por evaporação, utilizando dados existentes sobre a evaporação média mensal e a relação entre a área e o volume do reservatório.

A partir da curva área-volume do reservatório, deve-se ajustar uma equação, através da fórmula abaixo:

$$A = aC^b$$

onde

$A$  = área da superfície do reservatório (hectares)

$C$  = volume do reservatório (milhões de m<sup>3</sup>)

$a$  e  $b$  = coeficientes ajustados para o reservatório

Multiplica-se a taxa mensal de evaporação pela média da área do fim do mês anterior e da área calculada para o mês em curso (subtrair esse valor como perdas por evaporação do mês em curso). Dessa forma, obtém-se uma estimativa mensal das perdas por evaporação mais precisa do que se estimadas perdas médias mensais por evaporação, para cada mês do ano, a serem utilizadas em todos os anos do período em estudo. A diferença pode ser significativa no período crítico, quando o volume fica acumulado e, portanto, as perdas por evaporação são, via de regra, muito menores do que nos anos médios.

$$\text{Evaporação} = E.R. \cdot \frac{(A_n + (A_n + 1))}{2}$$

onde

$E.R.$  = taxa mensal de evaporação

$A$  = área =  $aC^b$

$n$  = mês

### 5.3.7 Critérios de Déficit

Historicamente, no Brasil, tem sido usada uma garantia de disponibilidade de água, ao invés de critérios de déficit de atendimento. Por exemplo, a garantia de 90% significa que 90% da demanda do projeto deve ser suprida ao longo do período de estudo. Para as severas condições de seca no Nordeste, uma garantia de 90% pode significar que quase não haverá disponibilidade de água durante os dois anos consecutivos mais secos do período observado. Isso seria considerado inaceitável pelos pequenos agricultores e a maioria dos grandes, face ao elevado capital necessário para manter uma empresa agrícola, durante dois anos, sem, praticamente, nenhuma renda. Um dos objetivos principais do desenvolvimento da irrigação no Nordeste é o de aliviar os efeitos das secas. Normalmente o critério de 90% não atinge esse objetivo.

Os critérios abaixo são recomendados, portanto, para estudos de planejamento a nível de pré-viabilidade e a nível de viabilidade, no Brasil em geral:

- O déficit hídrico não pode ser superior a 50% da demanda anual, em qualquer ano.
- O déficit acumulado não pode ser superior a 75% da demanda anual, em qualquer período de dois anos consecutivos e 100% da demanda anual em qualquer período de dez anos consecutivos.
- O objetivo desses critérios de déficit hídrico é minimizar os efeitos econômicos sobre irrigantes que devem amortizar dívidas de empréstimos de investimento. O suprimento de água médio anual de longo prazo deveria ficar em torno de 95% da demanda.

No caso particular do Nordeste, onde os critérios mencionados acabariam sendo muito rígidos, por restringirem um desenvolvimento racional, poderiam ser adotados os critérios a seguir:

- O déficit hídrico não pode ser superior a 65% da demanda anual, em qualquer ano.
- O déficit acumulado não pode ser superior a 100% da demanda anual, em qualquer período de dois anos consecutivos e 200% da demanda anual, em qualquer período de dez anos consecutivos.

Se os últimos desses critérios forem adotados, dever-se-á atentar para que haja um maior apoio econômico do governo aos irrigantes, nos períodos de seca.

### 5.3.8 Sangramentos

Normalmente, os sangramentos não são críticos para o planejamento de um projeto. Entretanto, a ocorrência de sangramentos importantes e freqüentes pode indicar que a barragem foi subdimensionada, não utilizando uma grande parte da água disponível. Embora as barragens reduzam, invariavelmente, os picos de enchentes, através da lamação, elas prolongam a duração das águas altas, podendo causar problemas a jusante. Portanto, o impacto dos sangramentos, a jusante, deve ser avaliado.

### 5.3.9 Operações que Envolvam Diversos Reservatórios

Os estudos de operação de reservatórios tornam-se, freqüentemente, complicados, quando vários reservatórios são operados combinadamente. Tais estudos são de suma importância no planejamento das obras, pois devem possibilitar que se chegue à capacidade ótima dos reservatórios e obras conexas, bem como a um planejamento mais eficiente do uso da água. Freqüentemente, estes estudos envolvem trocas de água e de energia, bem como diversas obras e reservatórios ao longo de um rio, numa bacia ou em várias bacias interligadas. Muitos rios brasileiros inserem-se nesta categoria. Modelos computadorizados, como o HEC-5, do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, são úteis para tais estudos.

## 5.4 Qualidade da Água

No planejamento de projetos de irrigação, é essencial que se avalie cuidadosamente a qualidade da água, no que diz respeito a:

- Natureza e concentração de diversos elementos dissolvidos;
- Seus possíveis efeitos sobre as culturas e os solos do projeto, sob diversas taxas de aplicação e condições de precipitação;
- Características das águas de drenagem do projeto e sua influência na qualidade da água, a jusante, para irrigação e para outros usos;
- Métodos para o manejo e melhoramento da qualidade da água e custos associados.

A nível de pré-viabilidade, devem ser determinados sólidos totais dissolvidos na água, para avaliar se poderiam prejudicar o seu uso para irrigação. Por outro lado, na pré-viabilidade, dever-se-ia avaliar a possível contaminação da água, em função das contribuições da drenagem do projeto. A nível de viabilidade, devem ser feitos estudos adicionais.

## 5.5 Enchentes

Normalmente, são desenvolvidos dois tipos de estudos de enchentes, ou seja:

- Estudos de freqüência de cheias
- Estudos da cheia afluente máxima provável, para obras de barramento.

Os primeiros destinam-se ao projeto de estações elevatórias com captações em rios e de pontes e bueiros em canais e estradas. Normalmente, não são feitos em estudos a nível de pré-viabilidade, nos quais costuma-se acrescentar um dado percentual aos custos das obras hidráulicas, para considerar tais componentes.

No que se refere às enchentes de projeto para obras de barramento, no nível de pré-viabilidade são feitos estudos simplificados, cujas conclusões devem ser revistas em fases ulteriores. Amiúde, neste nível só se estima o valor do pico da encheite de projeto afluente ao reservatório; nestes casos, o vertedouro é dimensionado para escoar esse pico, sem levar em consideração a laminação da encheite pelo reservatório, que ocorre mesmo se ele estiver cheio.

Normalmente, a encheite de projeto a ser considerada para grandes reservatórios deveria ser a encheite máxima provável. Para reservatórios menores (até 10 m de altura), às vezes, pode-se utilizar estudos de freqüência de cheias.

A nível de pré-viabilidade, as estimativas podem ser feitas com base em métodos simplificados, como o da regionalização, utilizando curvas que relacionam a vazão à área da bacia hidrográfica tributária. Tais curvas podem ser montadas a partir de resultados emergentes de estudos específicos, mais detalhados, feitos para outros locais barráveis, bem como curvas invólucro das máximas cheias registradas na região. Nestes casos, deve-se considerar um fator de segurança adequado.

## 5.6 Exemplos

Os exemplos deste capítulo ilustram de que maneira podem ser feitos estudos de operação simulada e de dimensionamento de reservatório, para a formulação de projetos dos Tipos B, C e D.

### 5.6.1 Exemplo de Projeto do Tipo B

Neste exemplo, admitiu-se que seriam dados incentivos apropriados para o total desenvolvimento da área descrito no exemplo do projeto do Tipo B do Capítulo 4. A demanda de água do projeto deve ser cotejada com a disponibilidade de água no rio e nos reservatórios a montante. A demanda só seria atendida após os outros usos, não ligados ao projeto.

Deve ser feito um estudo de operação simulada do reservatório a montante, que inclua as demandas do projeto do Tipo B em pauta, para verificar se a demanda volumétrica mensal poderá ser atendida.

### **5.6.2 Exemplo de Projeto do Tipo C**

Nesse exemplo, admitiu-se, também, que o governo (estadual, federal ou local) daria incentivos apropriados para o desenvolvimento contemplado da irrigação. No Capítulo 4 identificaram-se 5.530 ha de solos que, provavelmente, são adequados para desenvolvimento de um projeto do Tipo C. Com base numa vazão específica de 1,32 l/s/ha, a área requererá perto de 2,1 m<sup>3</sup>/s de vazão máxima. Como no exemplo do projeto do Tipo B, deve ser feito um estudo de operação do reservatório existente, incluindo a demanda do projeto de Tipo C, para garantir que todas possam ser atendidas. Neste exemplo, a operação simulada deveria pôr em evidência a disponibilidade de água para o projeto, após o atendimento dos usos prioritários, fora do projeto.

### **5.6.3 Exemplo de Projeto do Tipo D**

A área do projeto do Tipo D do Capítulo 4 é de 13.420 ha, a serem irrigados por gravidade. Neste exemplo, é preciso implantar um novo reservatório, para suprir essas necessidades. O seu volume deverá ser estimado com base num estudo de operação simulada.

## **EXEMPLOS - PROJETOS DOS TIPOS B, C e D**

### **Demandas de Irrigação**

As tabelas inseridas no fim deste item resumem as demandas de água dos exemplos de projetos dos Tipos B, C e D.

### **Dados Fluviométricos**

Nestes exemplos, admitiu-se que as vazões afluentes poderiam ser definidas com base em dados existentes de postos fluviométricos e em que o período incluiria uma seca crítica. A Tabela 5.2 e as Figuras 5.1 e 5.2 mostram os valores usados nos estudos de operação feitos para este exemplos. Se não houvesse informações disponíveis, deveriam ser feitas correlações, conforme indicado no item 5.1.1.

### **Evaporação**

As perdas por evaporação devem ser estimadas com base na área potencial do reservatório. Conforme indicado no item 5.3.4, em geral é montada uma tabela de perdas por evaporação, ao longo de todo o estudo para uso nos estudos de operação; no entanto, face à natureza preliminar destes estudos, no exemplo em pauta utilizou-se uma estimativa preliminar das perdas, indicada a seguir:

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

Mês	Perdas mensais por evaporação ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Janeiro	2,2
Fevereiro	1,8
Março	2,1
Abril	2,1
Maio	2,4
Junho	2,3
Julho	2,5
Agosto	2,7
Setembro	3,2
Outubro	3,5
Novembro	1,5
Dezembro	1,4
ANO	27,7

### Sítios dos Reservatórios

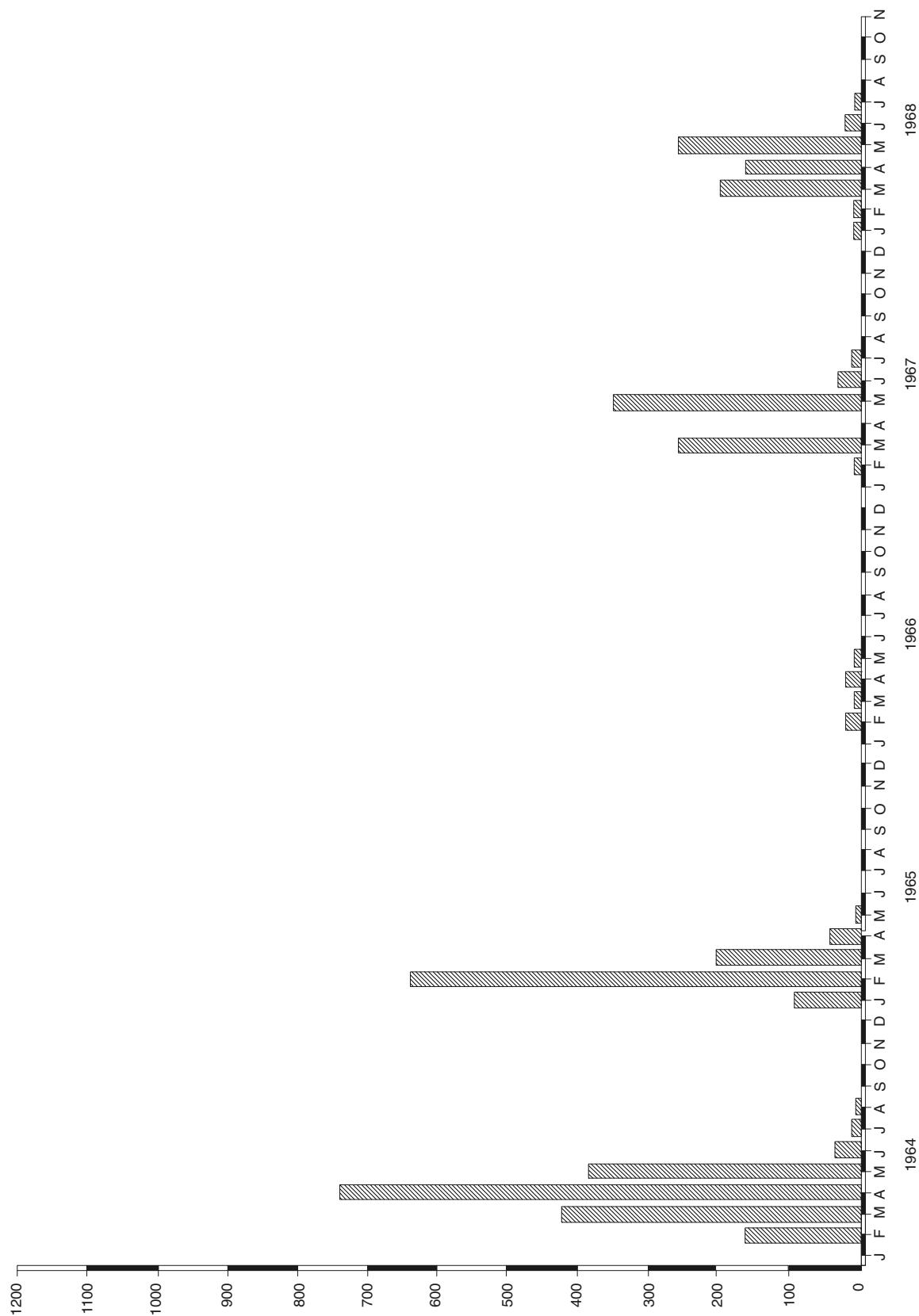
No exemplo do projeto do Tipo D - que precisaria de um novo reservatório - admitiu-se que haverá um local adequado para acumulação a montante da área; e que a água poderia ser liberada para irrigá-la. Conforme já indicado, no caso dos projetos dos Tipos B e C, considerou-se que um reservatório existente, a montante, poderia suprir as necessidades, desde que sua operação fosse revista.

**Tabela 5.2. Deflúvios Observados ( $10^6 \text{ m}^3$ )**

ANO	MESES												TOT
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1964	0,8	159,8	419,9	738,9	383,7	33,3	10,5	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1750,1
1965	0,0	0,0	90,6	635,2	199,9	42,4	3,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	972,1
1966	0,0	17,3	6,6	16,0	6,1	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,3
1967	0,0	7,7	255,7	0,6	347	30,4	8,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	650,1
1968	6,9	2,0	194,9	159,9	255,4	21,7	3,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	645,0
1969	1,0	1,2	13,9	157,0	11,3	3,4	3,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	192,1
1970	0,0	0,0	20,5	10,7	3,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,4
1971	17,7	9,2	27,5	149,9	95,9	69,8	7,3	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	379,5
1972	0,0	0,0	0,3	6,0	3,3	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8
1973	7,2	1,2	34,5	385,7	115,2	74,8	14,9	2,7	0,8	0,9	0,0	0,0	637,0
1974	9,5	58,3	1061,6	1110,5	681,5	120,4	69,9	11,4	6,7	5,1	2,0	2,3	3139,2

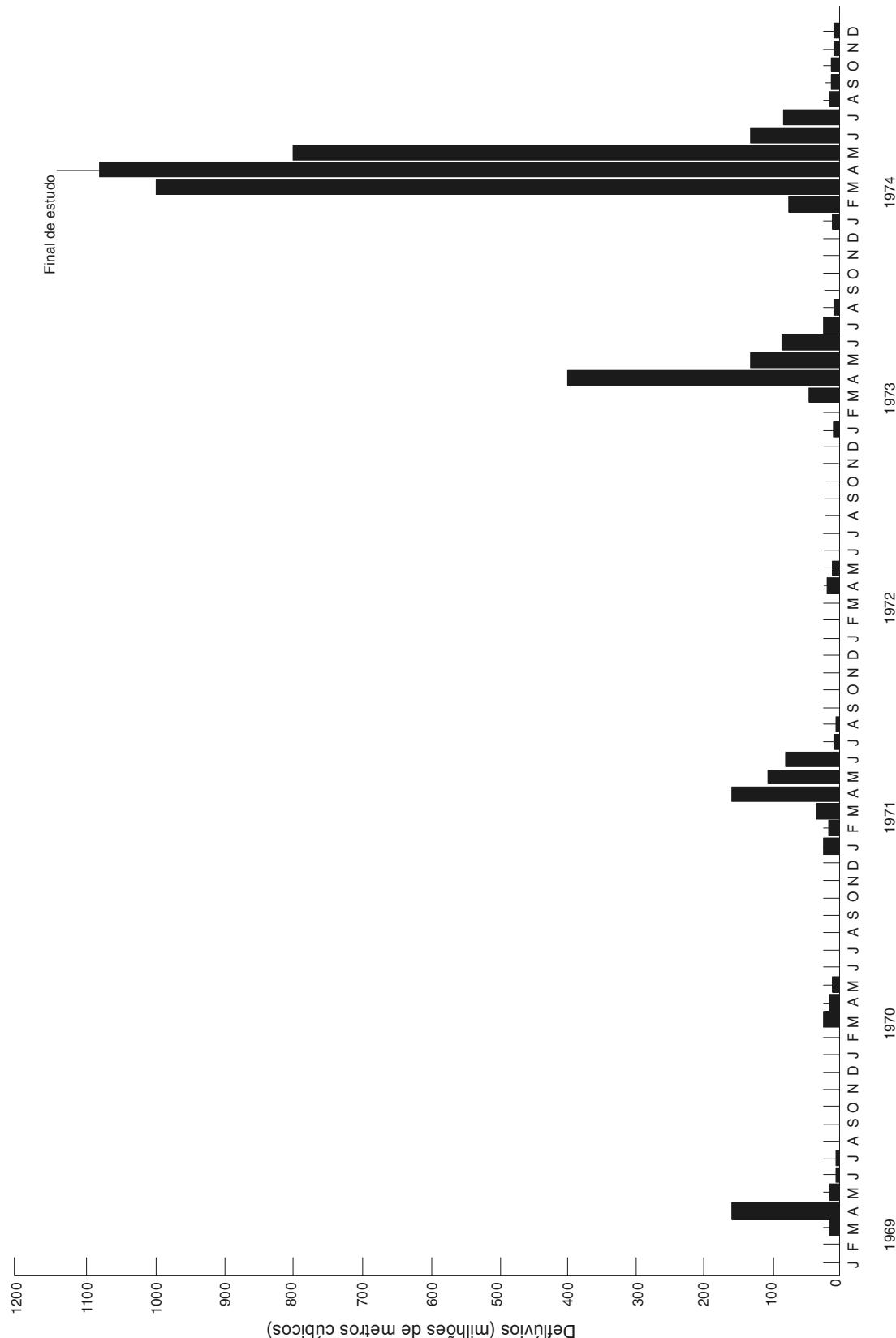
$10^6 = 1.000.000$

$\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$



**Figura 5.1**

**Hidrograma de Deflúvios Mensais (1964-1968)**



**Figura 5.2**

**Hidrograma de Deflúvios Mensais (1969-1974)**

### Estudos de Operação Simulada

Os estudos de operação simulada dos reservatórios dos três exemplos cobrem o período hidrológico crítico 1964/74. A seguir é dada uma descrição das colunas da tabela do estudo operacional.

<b>Coluna 1</b>	Ano
<b>Coluna 2</b>	Mês
<b>Coluna 3</b>	Vazão afluente ao reservatório - os deflúvios mensais observados são anotados nesta coluna.
<b>Coluna 4</b>	Demandas prioritárias - são as demandas com prioridade sobre as do projeto. No exemplo, admitiu-se que o uso prioritário da água seria na barragem, ou a montante.
<b>Coluna 5</b>	Volume armazenável no rio - o volume que pode ser armazenado para uso pelo projeto. É igual à vazão do rio, abatida das demandas prioritárias.
<b>Coluna 6</b>	Vazão a ser restituída ao rio - corresponde à vazão mínima a ser mantida no rio, a jusante da barragem.
<b>Coluna 7</b>	Demandas da água para irrigação - é a demanda da área do projeto.
<b>Coluna 8</b>	Evaporação - na realidade, as perdas por evaporação são função da área do espelho líquido do reservatório. Nos exemplos, o volume morto seria grande, de modo que as perdas foram estimadas multiplicando a altura média mensal da evaporação pela média entre as áreas do reservatório correspondentes aos volumes morto e máximo, sem mais ajustes. No entanto, se o volume morto for pequeno, nos períodos críticos, quando o volume acumulado seria muito baixo, a redução consequente do espelho d'água reduziria a evaporação, de modo que as estimativas das perdas deveriam ser ajustadas em consequência.
<b>Coluna 9</b>	Volume acumulado no fim do mês - é o volume acumulado no fim do mês anterior, mais a afluência acumulada, menos a demanda para irrigação, o volume restituído a jusante e as perdas.
<b>Coluna 10</b>	Sangramento - o volume d'água que excede a capacidade do reservatório vazará pelo vertedouro.
<b>Coluna 11</b>	Déficit de atendimento da irrigação - o volume acumulado não pode ser inferior ao volume morto; quando o volume acumulado iguala-se ao volume morto, a água torna-se insuficiente e o suprimento para irrigação deve ser diminuído, acarretando déficit.
<b>Coluna 12</b>	Sangramentos mais vazões restituídas a jusante - a soma das colunas 10 e 6; corresponde ao volume mensal restituído ao rio, a jusante da barragem.

No fim deste texto, apresentam-se exemplos de estudos de operação de reservatórios.

Em geral, os passos iniciais seguidos na preparação de um estudo de operação de reservatório são os seguintes:

- Considera-se que o reservatório esteja cheio, no início do período hidrológico;
- O objetivo do estudo é de determinar a capacidade útil do reservatório;
- Examina-se o fluviograma e estima-se o volume de acumulação consumido, necessário para vencer o período seco;
- É feita uma estimativa inicial da capacidade de acumulação;
- São estabelecidos critérios de déficit (vide o item 5.3.7), já que o atendimento de 100% da demanda durante o período seco não é, em geral, econômico.

Em suma, quando o **Engenheiro de Planejamento** conduz um estudo de operação, deve resumir os déficits e sangramentos, comparar os déficits com os critérios e

alterar o volume do reservatório, conforme seja necessário, para obedecer aos critérios de déficit.

### **Verificação dos Déficits**

A tabela constante dos exemplos intitulada “Déficits Acumulados e Porcentagem dos Déficits da Demanda de um Ano” mostra o cálculo dos déficits, para as várias condições definidas pelos critérios de déficit. Para cada alternativa avaliada, calculam-se os déficits acumulados no ano mais seco, nos dois anos consecutivos mais secos e nos dez anos consecutivos mais secos. Tais valores são divididos pela demanda de um ano, para calcular a porcentagem de déficit que, para o ano mais seco, não pode exceder 50%; nos dois anos mais secos 75%; e nos três anos mais secos 100%.

### **Curva Área-Volume**

A curva área-volume do exemplo encontra-se ao fim deste item.

### **Dimensionamento de Reservatórios**

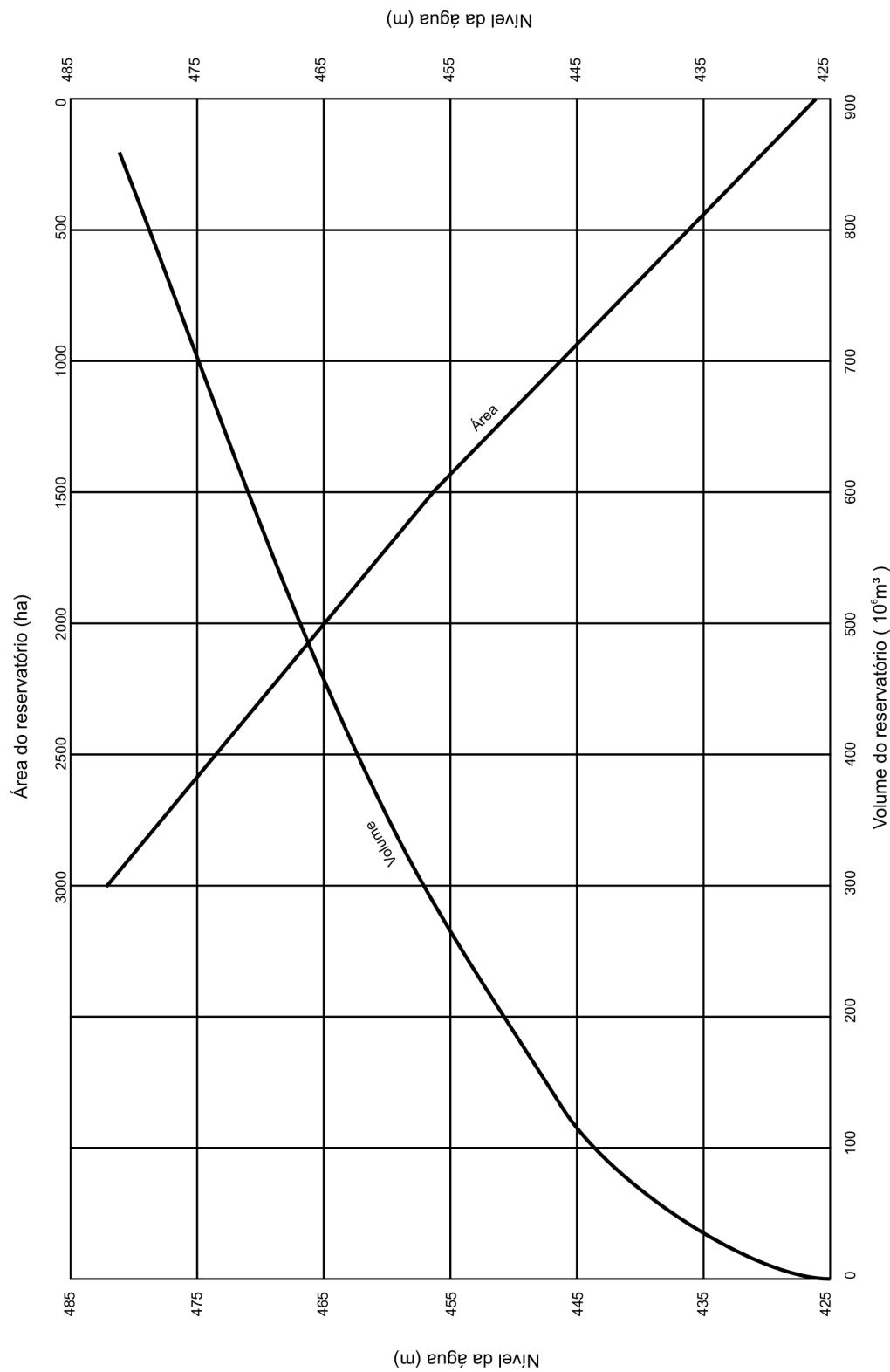
Os procedimentos para dimensionar o reservatório de um dado plano são os seguintes:

- Preparar um esquema do reservatório (vide exemplo). Esses dados cota-área-volume provêm do estudo de operação e das curvas;
- Estimar o volume morto. Recomenda-se que a área mínima do reservatório seja de um terço da sua área máxima. A partir das curvas cota-área-volume, pode-se determinar a cota e o valor do volume morto. Observe-se as cotas e volumes dos reservatórios, indicados nos croquis. Os volumes útil e morto são somados, para se chegar ao volume total do reservatório. Nos croquis foram indicadas todas as cotas, as quais deverão ser utilizadas, posteriormente, para estimar o custo da barragem. Os esboços são mostrados no fim desta parte, com o respectivo estudo de operação do reservatório.

Nos estudos a nível de viabilidade, os estudos visando definir os reservatórios são muito mais detalhados do que foi exposto neste exemplo.

### **Resumo dos Procedimentos Adotados no Exemplo**

- Determinar as demandas de água, examinando projetos vizinhos e os seus planos culturais.
- Estimar as demandas médias mensais e anuais para o desenvolvimento proposto com base em demandas específicas de água.
- Preparar as curvas cota-área-volume do reservatório potencial.
- Elaborar um estudo de operação simulada do reservatório.
- Preparar um esquema do reservatório, com os níveis d'água críticos.
- Concluir o dimensionamento do reservatório:
  - (a) capacidade útil;
  - (b) volume morto.



**Figura 5.3**

**Curvas Cota Área x Volume**

**Tabela 5.3. Projeto do Tipo B - Resumo da Demanda e Disponibilidade de Água - Necessidades de Água para Irrigação por Aspersão**

Mês	Demandas Unitárias (100 m <sup>3</sup> /ha)	Demandas para 2.400 ha (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
Jan.	2,0	4,8
Fev.	1,6	3,9
Mar.	1,6	3,8
Abr.	1,1	2,6
Mai.	0,5	1,2
Jun.	0,6	1,4
Jul.	1,1	2,6
Ago.	1,6	3,8
Set.	1,4	3,4
Out.	0,7	1,7
Nov.	0,4	1,0
Dez.	0,4	1,0
Ano	13,0	31,2

**RESUMO DO ESTUDO DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO**

Demandas Médias Anuais (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	= 31,2
Suprimento Médio Anual de 10 anos (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	= 29,1
Suprimento Médio Anual de Longo Prazo (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	= 29,6
Volume útil alocado (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) 390,0 - 310,0	= 80,0
Déficit Médio Anual (longo prazo)	= 5,0 %
Verificação dos critérios de déficit Menos de 50% em qualquer ano, 15,0/31,2	= 48,1
** Menos de 75% em qualquer período de dois anos consecutivos, 23,4/31,2	= 75,0 %
Menos de 100 % em qualquer período de 10 anos consecutivos, 23,4/31,2	= 75,0 %
** Critério mais severo	

10<sup>6</sup> = 1.000.000m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 5.4 Exemplo Projeto Tipo "B" - Estudo da Operação do Reservatório**

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Irrigação por Aspersão				Operação do Reservatório							
1	2	3	4	Demandas		Operação do Reservatório		9	10	11	12	Pérdidas pelo sangrador e a descarga de fundo	
				Defluívo afuente total	Demandá Prioritária	Defluívo afuente utilizável	Restituição a Jusante	Demandá de Irrigação (2.400 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação	
1	J	0,8	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	323,7	323,7	323,7	323,7	323,7	1,0
	F	159,8	1,0	158,8	1,0	3,9	1,8	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	3,8
1	M	419,9	1,2	418,7	1,0	3,8	2,1	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	412,8
	A	738,9	1,0	737,9	1,0	2,6	2,1	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	733,2
1	M	383,7	1,0	382,7	1,0	1,2	2,4	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	379,1
9	J	33,3	1,0	32,3	1,0	1,4	2,3	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	28,6
6	J	10,5	1,0	9,5	1,0	2,6	2,5	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	4,4
4	A	3,2	1,2	2,0	1,0	3,8	2,7	459,5	459,5	459,5	459,5	459,5	1,0
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	451,9	451,9	451,9	451,9	451,9	1,0
0			1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	445,7	445,7	445,7	445,7	445,7	1,0
N			0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	442,2	442,2	442,2	442,2	442,2	1,0
D			0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	438,8	438,8	438,8	438,8	438,8	1,0
<b>Total</b>		<b>1750,1</b>	<b>11,8</b>	<b>1741,9</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>	<b>1555,9</b>	<b>1555,9</b>	<b>1555,9</b>	<b>1555,9</b>	<b>1555,9</b>	<b>1567,9</b>
1	J	0,0	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	430,8	430,8	430,8	430,8	430,8	1,0
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	3,9	1,8	424,1	424,1	424,1	424,1	424,1	1,0
1	M	90,6	1,2	89,4	1,0	3,8	2,1	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	42,6
	A	635,2	1,0	634,2	1,0	2,6	2,1	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	629,5
1	M	199,9	1,0	198,9	1,0	1,2	2,4	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	195,3
9	J	42,4	1,0	41,4	1,0	1,4	2,3	465,0	465,0	465,0	465,0	465,0	37,7
6	J	3,5	1,0	2,5	1,0	2,6	2,5	461,4	461,4	461,4	461,4	461,4	1,0
5	A	0,5	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	453,9	453,9	453,9	453,9	453,9	1,0
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	446,3	446,3	446,3	446,3	446,3	1,0
O			1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	440,1	440,1	440,1	440,1	440,1	1,0
N			0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	436,6	436,6	436,6	436,6	436,6	1,0
D			0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	433,2	433,2	433,2	433,2	433,2	1,0
<b>Total</b>		<b>972,1</b>	<b>11,8</b>	<b>966,4</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>	<b>901,1</b>	<b>901,1</b>	<b>901,1</b>	<b>901,1</b>	<b>901,1</b>	<b>913,1</b>

**Tabela 5.4 Continuação**

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Defluívo afluente utilizável	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )							
					Irrigação por Aspersão				Operação do Reservatório			
					Demandas		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês		Déficit de água para irrigação	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	J	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	425,2					1,0
	F	17,3	1,0	16,3	1,0	3,9	1,8	434,8				1,0
	M	6,6	1,2	5,4	1,0	3,8	2,1	433,3				1,0
	A	16,0	1,0	15,0	1,0	2,6	2,1	422,6				1,0
	M	6,1	1,0	5,1	1,0	1,2	2,4	421,1				1,0
	J	1,3	1,0	0,3	1,0	1,4	2,3	438,7				1,0
	J	1,0	0,0	1,0	2,6	2,5	432,6					1,0
	A	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	425,1					1,0
	S	1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	417,5					1,0
	O	1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	411,3					1,0
	N	0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	407,8					1,0
	D	0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	404,4					1,0
<b>Total</b>		<b>47,3</b>	<b>11,8</b>	<b>42,1</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>	
2	J	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	396,4					1,0
	F	7,7	1,0	6,7	1,0	3,9	1,8	396,4				1,0
	M	255,7	1,2	254,5	1,0	3,8	2,1	465,0	179,0			180,0
	A	0,6	1,0	0,0	1,0	2,6	2,1	459,3				1,0
	M	347,0	1,0	346,0	1,0	1,2	2,4	465,0	335,7			336,7
	J	30,4	1,0	29,4	1,0	1,4	2,3	465,0	24,7			25,7
	J	8,6	1,0	7,6	1,0	2,6	2,5	465,0	1,5			2,5
	A	0,1	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	457,5				1,0
	S	1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	449,9					1,0
	O	1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	443,7					1,0
	N	0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	440,2					1,0
	D	0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	436,8					1,0
<b>Total</b>		<b>650,1</b>	<b>11,8</b>	<b>644,2</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>540,9</b>	<b>0,0</b>	<b>552,9</b>	

**Tabela 5.4 Continuação**

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Irrigação por Aspersão				Operação do Reservatório			
				Defluívo afluente utilizável	Resistuição a Jusante	Demandas		Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação
						5	6				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	6,9	1,2	5,7	1,0	4,8	2,2	434,5			1,0
	F	2,0	1,0	1,0	1,0	3,9	1,8	428,8			1,0
	M	194,9	1,2	193,7	1,0	3,8	2,1	465,0	150,6		151,6
1	A	159,9	1,0	158,9	1,0	2,6	2,1	465,0	153,2		154,2
	M	255,4	1,0	254,4	1,0	1,2	2,4	465,0	249,8		250,8
9	J	21,7	1,0	20,7	1,0	1,4	2,3	465,0	16,0		17,0
6	J	3,8	1,0	2,8	1,0	2,6	2,5	461,7			1,0
8	A	0,4	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	454,2			1,0
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	446,6			1,0
0			1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	440,4			1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	436,9			1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	433,5			1,0
<b>Total</b>		<b>645,0</b>	<b>11,8</b>	<b>637,2</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>569,6</b>	<b>0,0</b>	<b>581,6</b>
	J	1,0	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	425,5			1,0
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	3,9	1,8	419,0			1,0
	M	13,9	1,2	12,7	1,0	3,8	2,1	424,8			1,0
1	A	157,0	1,0	156,0	1,0	2,6	2,1	465,0	110,1		111,1
	M	11,3	1,0	10,3	1,0	1,2	2,4	465,0	5,7		6,7
9	J	3,4	1,0	2,4	1,0	1,4	2,3	462,7			1,0
6	J	3,1	1,0	2,1	1,0	2,6	2,5	458,7			1,0
9	A	1,2	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	451,2			1,0
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	443,6			1,0
0			1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	437,4			1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	433,9			1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	430,5			1,0
<b>Total</b>		<b>192,1</b>	<b>11,8</b>	<b>183,7</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>115,8</b>	<b>0,0</b>	<b>127,8</b>

**Tabela 5.4 Continuação**

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Irrigação por Aspersão						Operação do Reservatório					
		Demanda		Restituição a Jusante		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês		Volume sangrado		Déficit de água para irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	J		1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	422,5				1,0	
	F		1,0	0,0	1,0	3,9	1,8	415,8				1,0	
	M	20,5	1,2	19,3	1,0	3,8	2,1	428,2				1,0	
	A	10,7	1,0	9,7	1,0	2,6	2,1	432,2				1,0	
1	M	3,7	1,0	2,7	1,0	1,2	2,4	430,3				1,0	
9	J	0,5	1,0	0,0	1,0	1,4	2,3	425,6				1,0	
7	J	1,0	0,0	1,0	0,0	2,6	2,5	419,5				1,0	
0	A	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	412,0					1,0	
	S		1,2	0,0	0,0	3,4	3,2	404,4				1,0	
	O		1,0	0,0	0,0	1,7	3,5	398,2				1,0	
	N		0,5	0,0	0,0	1,0	1,5	394,7				1,0	
	D		0,5	0,0	0,0	1,0	1,4	391,3				1,0	
<b>Total</b>		<b>35,4</b>	<b>11,8</b>	<b>31,7</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>		
	J	17,7	1,2	16,5	1,0	4,8	2,2	399,8				1,0	
	F	9,2	1,0	8,2	1,0	3,9	1,8	401,3				1,0	
	M	27,5	1,2	26,3	1,0	3,8	2,1	420,7				1,0	
	A	149,9	1,0	148,9	1,0	2,6	2,1	465,0	98,9			99,9	
1	M	95,9	1,0	94,9	1,0	1,2	2,4	465,0	90,3			91,3	
9	J	69,8	1,0	68,8	1,0	1,4	2,3	465,0	64,1			65,1	
7	J	7,3	1,0	6,3	1,0	2,6	2,5	465,0	0,2			1,2	
1	A	2,2	1,2	1,0	1,0	3,8	2,7	458,5				1,0	
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	450,9				1,0	
	O		1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	444,7				1,0	
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	441,2				1,0	
	D		0,5	0,0	1,0	1,4	437,8					1,0	
<b>Total</b>		<b>379,5</b>	<b>11,8</b>	<b>370,9</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>253,5</b>	<b>0,0</b>	<b>265,5</b>		

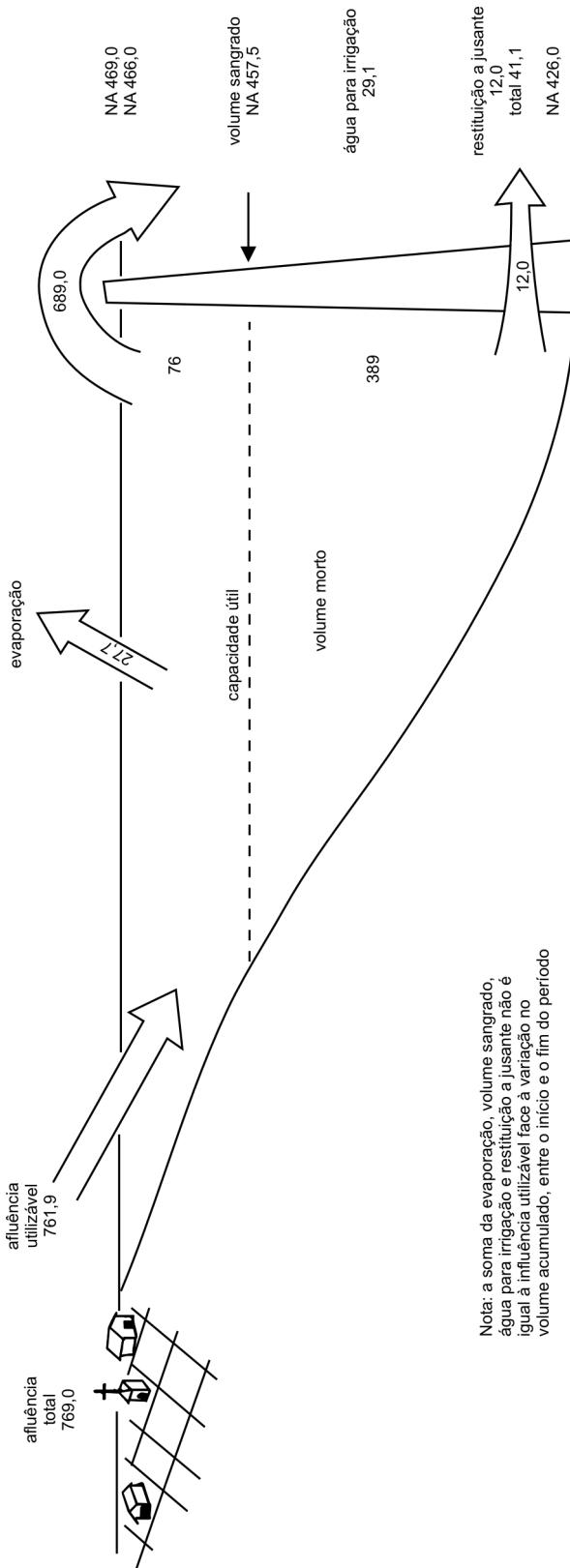
**Tabela 5.4 Continuação**

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Irrigação por Aspersão						Operação do Reservatório					
		Demanda		Resistuição a Jusante		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês		Volume sangrado		Déficit de água para irrigação	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	J	0,0	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	429,8				1,0	
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	3,9	1,8	423,1				1,0	
	M	0,3	1,2	0,0	1,0	3,8	2,1	416,2				1,0	
	A	6,0	1,0	5,0	1,0	2,6	2,1	415,5				1,0	
	M	3,3	1,0	2,3	1,0	1,2	2,4	413,3				0,1	
	J	0,9	1,0	0,0	1,0	1,4	2,3	410,0				1,4	
	J	0,3	1,0	0,0	1,0	2,6	2,5	406,5				2,6	
	A	0,0	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	402,8				3,8	
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	398,6				3,4	
	O		1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	394,1				1,7	
2	N	0,5	0,0	1,0	1,0	1,5		391,6				1,0	
	D	0,5	0,0	1,0	1,0	1,4		389,2				1,0	
	Total	10,8	11,8	7,3	12,0	31,2	27,7		0,0	15,0	12,0		
	J	7,2	1,2	6,0	1,0	4,8	2,2	392,0				4,8	
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	3,9	1,8	389,2				3,7	
3	M	34,5	1,2	33,3	1,0	3,8	2,1	415,6				1,0	
	A	385,7	1,0	384,7	1,0	2,6	2,1	465,0	329,6			330,6	
	M	115,2	1,0	114,2	1,0	1,2	2,4	465,0	109,6			110,6	
	J	74,8	1,0	73,8	1,0	1,4	2,3	465,0	69,1			70,1	
	J	14,9	1,0	13,9	1,0	2,6	2,5	465,0	7,8			8,8	
4	A	2,7	1,2	1,5	1,0	3,8	2,7	459,0				1,0	
	S	0,8	1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	451,4				1,0	
	O	0,9	1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	445,2				1,0	
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	441,7				1,0	
	D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	438,3				1,0	
Total	637,9	11,8	627,6	12,0	31,2	27,7		516,1	8,5	528,1			

**Tabela 5.4** Continuação

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Defluívo afluente utilizável	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )						
					Irrigação por Aspersão			Operação do Reservatório			
					Demandas	Restituição a Jusante	Demandada de Irrigação (2.400 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	9,5	1,2	8,3	1,0	4,8	2,2	438,6			1,0
	F	58,3	1,0	57,3	1,0	3,9	1,8	465,0	24,2		25,2
	M	1061,6	1,2	1060,4	1,0	3,8	2,1	465,0	1053,5		-1054,5
	A	1110,5	1,0	1109,5	1,0	2,6	2,1	465,0	1103,8		-1104,8
1	M	681,5	1,0	680,5	1,0	1,2	2,4	465,0	675,9		676,9
9	J	120,4	1,0	119,4	1,0	1,4	2,3	465,0	114,7		115,7
7	J	69,9	1,0	68,9	1,0	2,6	2,5	465,0	62,8		63,8
4	A	11,4	1,2	10,2	1,0	3,8	2,7	465,0	2,7		3,7
	S	6,7	1,2	5,5	1,0	3,4	3,2	462,9			1,0
0		5,1	1,0	4,1	1,0	1,7	3,5	460,8			1,0
N		2,0	0,5	1,5	1,0	1,0	1,5	458,8			1,0
D		2,3	0,5	1,8	1,0	1,0	1,4	457,2			1,0
Total		3139,2	11,8	3127,4	12,0	31,2	27,7		3037,6	0,0	3049,6
<b>11 Anos</b>											
Totais		8459,5	129,8	8380,4	132,0	343,2	304,7	7490,5	23,5	7622,5	
Média		769,0	11,8	761,9	12,0	31,2	27,7		681,0	2,1	693,0
Percent. Déficit	=6,8										

$10^6 = 1.000.000$        $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$



**Figura 5.4**

**Esquema de um Reservatório. Projeto Tipo B (2400 ha)  
(Volumes em Milhões de Metros Cúbicos)**

**Tabela 5.5. Projeto do Tipo C - Resumo da Demanda e Disponibilidade de Água - Necessidades de Água para Irrigação por Gravidade**

Mês	Demandas Unitárias (100 m <sup>3</sup> /ha)	Demandas para 5.350 ha (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
Jan.	2,5	13,8
Fev.	1,7	9,4
Mar.	2,1	11,6
Abr.	1,6	8,8
Mai.	0,8	4,4
Jun.	0,7	3,9
Jul.	1,5	8,3
Ago.	2,1	11,6
Set.	2,1	11,6
Out.	1,5	8,3
Nov.	0,3	1,7
Dez.	0,3	1,6
Ano	17,2	95,0

RESUMO DO ESTUDO DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO	
Demandas Médias Anuais (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	= 95,0
Suprimento Médio Anual de 10 anos (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	= 86,6
Suprimento Médio Anual de Longo Prazo (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	= 90,0
Volume útil acumulado (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) 465,0 - 310,0	= 115,0
Déficit Médio Anual (longo prazo)	= 5,0 %
Verificação dos Critérios de Déficit	= 40,0 %
Menos de 50 % em qualquer ano, 38,2/95,0	
Menos de 75 % em qualquer período de dois anos consecutivos, 52,0/95,0	= 54,7 %
** Menos de 100 % em qualquer período de 10 anos consecutivos 92,6/95,0	= 97,5 %
** Critério mais crítico	

10<sup>6</sup> = 1.000.000m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 5.6 Exemplo - Projeto do Tipo C - Estudo da Operação do Reservatório**

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Irrigação Superficial				Operação do Reservatório			
				Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas		Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação
						5	6				
1	2	3	4			7	8				
	J	0,8	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2				
	F	159,8	1,0	158,8	1,0	9,4	1,8	453,3	306,7		1,0
	M	419,9	1,2	418,7	1,0	11,6	2,1	465,0	392,3		393,3
	A	738,9	1,0	737,9	1,0	8,8	2,1	465,0	726,0		727,0
1	M	383,7	1,0	382,7	1,0	4,4	2,4	465,0	374,9		375,9
9	J	33,3	1,0	32,3	1,0	3,9	2,3	465,0	25,1		26,1
6	J	10,5	1,0	9,5	1,0	8,3	2,5	462,7			1,0
4	A	3,2	1,2	2,0	1,0	11,6	2,7	449,4			1,0
	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	433,6			1,0
	O		1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	420,8			1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	416,6			1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	412,6			1,0
	<b>Total</b>	<b>1750,1</b>	<b>11,8</b>	<b>1741,9</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>				<b>1530,3</b>
	J	0,0	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	395,6			1,0
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	9,4	1,8	383,4			1,0
	M	90,6	1,2	89,4	1,0	11,6	2,1	458,1			1,0
	A	635,2	1,0	634,2	1,0	8,8	2,1	465,0	615,4		616,4
1	M	199,9	1,0	198,9	1,0	4,4	2,4	465,0	191,1		192,1
9	J	42,4	1,0	41,4	1,0	3,9	2,3	465,0	34,2		35,2
6	J	3,5	1,0	2,5	1,0	8,3	2,5	455,7			1,0
5	A	0,5	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	440,4			1,0
	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	424,6			1,0
	O		1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	411,8			1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	407,6			1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	403,6			1,0
	<b>Total</b>	<b>972,1</b>	<b>11,8</b>	<b>966,4</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>	<b>840,7</b>	<b>0,0</b>		<b>852,7</b>

**Tabela 5.6 Continuação**

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Irrigação Superficial				Operação do Reservatório			
				Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas		Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação
						5	6				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	1,2	0,0	1,0	1,0	13,8	2,2	366,6			1,0
	F	17,3	1,0	16,3	1,0	9,4	1,8	390,7			1,0
	M	6,6	1,2	5,4	1,0	11,6	2,1	381,4			1,0
1	A	16,0	1,0	15,0	1,0	8,8	2,1	384,5			1,0
9	M	6,1	1,0	5,1	1,0	4,4	2,4	381,8			1,0
6	J	1,3	1,0	0,3	1,0	3,9	2,3	374,9			1,0
6	A	1,0	0,0	1,0	0,0	8,3	2,5	363,1			1,0
S	A	1,2	0,0	1,0	0,0	11,6	2,7	347,8			1,0
O	S	1,2	0,0	1,0	0,0	11,6	3,2	332,0			1,0
N	D	0,5	0,0	1,0	0,0	8,3	3,5	319,2			1,0
D	Total	47,3	11,8	42,1	12,0	95,0	27,7	0,0	2,2	12,0	
	J	1,2	0,0	1,0	1,0	13,8	2,2	310,0		13,8	1,0
	F	7,7	1,0	6,7	1,0	9,4	1,8	310,0		5,5	1,0
	M	255,7	1,2	254,5	1,0	11,6	2,1	465,0		84,8	85,8
1	A	0,6	1,0	0,0	1,0	8,8	2,1	453,1			1,0
9	M	347,0	1,0	346,0	1,0	4,4	2,4	465,0		326,3	327,3
6	J	30,4	1,0	29,4	1,0	3,9	2,3	465,0		22,2	23,2
7	A	8,6	1,0	7,6	1,0	8,3	2,5	460,8			1,0
S	S	0,1	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	445,5			1,0
O	O	1,2	0,0	1,0	1,0	11,6	3,2	429,7			1,0
N	N	0,5	0,0	0,0	1,0	8,3	3,5	416,9			1,0
D	Total	650,1	11,8	644,2	12,0	95,0	27,7	433,3	19,3	445,3	

**Tabela 5.6 Continuação**

Ano	Mês	Unidade (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )											
		Irrigação Superficial						Operação do Reservatório					
		Defluívo afluente total	Demandá Prioritária	Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas	Demanda de Irrigação (5.530 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	J	6,9	1,2	5,7	1,0	13,8	2,2	397,4				1,0	
	F	2,0	1,0	1,0	1,0	9,4	1,8	386,2				1,0	
	M	194,9	1,2	193,7	1,0	11,6	2,1	465,0	100,2			101,2	
1	A	159,9	1,0	158,9	1,0	8,8	2,1	465,0	147,0			148,0	
9	M	255,4	1,0	254,4	1,0	4,4	2,4	465,0	246,6			247,6	
9	J	21,7	1,0	20,7	1,0	3,9	2,3	465,0	13,5			14,5	
6	J	3,8	1,0	2,8	1,0	8,3	2,5	456,0				1,0	
8	A	0,4	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	440,7				1,0	
S		1,2	0,0	1,0	1,0	11,6	3,2	424,9				1,0	
0		1,0	0,0	1,0	1,0	8,3	3,5	412,1				1,0	
N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,7	1,5	407,9				1,0	
D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,6	1,4	403,9				1,0	
<b>Total</b>		<b>645,0</b>	<b>11,8</b>	<b>637,2</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>		<b>507,3</b>	<b>0,0</b>		<b>519,3</b>	
	J	1,0	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	386,9				1,0	
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	9,4	1,8	374,9				1,0	
	M	13,9	1,2	12,7	1,0	11,6	2,1	372,9				1,0	
1	A	157,0	1,0	156,0	1,0	8,8	2,1	465,0	52,0			53,0	
9	M	11,3	1,0	10,3	1,0	4,4	2,4	465,0	2,5			3,5	
9	J	3,4	1,0	2,4	1,0	3,9	2,3	460,2				1,0	
6	J	3,1	1,0	2,1	1,0	8,3	2,5	450,5				1,0	
9	A	1,2	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	435,2				1,0	
S		1,2	0,0	1,0	1,0	11,6	3,2	419,4				1,0	
0		1,0	0,0	1,0	1,0	8,3	3,5	406,6				1,0	
N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,7	1,5	402,4				1,0	
D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,6	1,4	398,4				1,0	
<b>Total</b>		<b>192,1</b>	<b>11,8</b>	<b>183,7</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>		<b>54,5</b>	<b>0,0</b>		<b>66,5</b>	

**Tabela 5.6 Continuação**

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Irrigação Superficial						Operação do Reservatório					
		Demanda		Resistuição a Jusante		Demandas		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês		Déficit de água para Irrigação	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	J		1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	381,4				1,0	
	F		1,0	0,0	1,0	9,4	1,8	369,2				1,0	
	M	20,5	1,2	19,3	1,0	11,6	2,1	373,8				1,0	
1	A	10,7	1,0	9,7	1,0	8,8	2,1	371,6				1,0	
1	M	3,7	1,0	2,7	1,0	4,4	2,4	366,5				1,0	
9	J	0,5	1,0	0,0	1,0	3,9	2,3	359,3				1,0	
7	J	1,0	0,0	1,0	0,0	8,3	2,5	347,5				1,0	
0	A	1,2	0,0	1,0	0,0	11,6	2,7	332,2				1,0	
S		1,2	0,0	1,0	0,0	11,6	3,2	319,4				1,0	
0	N	1,0	0,0	1,0	0,0	8,3	3,5	314,9				1,0	
D		0,5	0,0	1,0	0,0	1,7	1,5	312,4				1,7	
Total		35,4	11,8	31,7	12,0	95,0	27,7		0,0	14,6	12,0		
	J	17,7	1,2	16,5	1,0	13,8	2,2	310,0				0,5	
	F	9,2	1,0	8,2	1,0	9,4	1,8	310,0				4,0	
	M	27,5	1,2	26,3	1,0	11,6	2,1	321,6				0,0	
1	A	149,9	1,0	148,9	1,0	8,8	2,1	458,6				1,0	
1	M	95,9	1,0	94,9	1,0	4,4	2,4	465,0	80,7			81,7	
9	J	69,8	1,0	68,8	1,0	3,9	2,3	465,0	61,6			62,6	
7	J	7,3	1,0	6,3	1,0	8,3	2,5	459,5				1,0	
1	A	2,2	1,2	1,0	1,0	11,6	2,7	445,2				1,0	
S		1,2	0,0	1,0	0,0	11,6	3,2	429,4				1,0	
0		1,0	0,0	1,0	0,0	8,3	3,5	416,6				1,0	
N		0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	412,4					1,0	
D		0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	408,4					1,0	
Total		379,5	11,8	370,9	12,0	95,0	27,7		142,3	4,5	154,3		

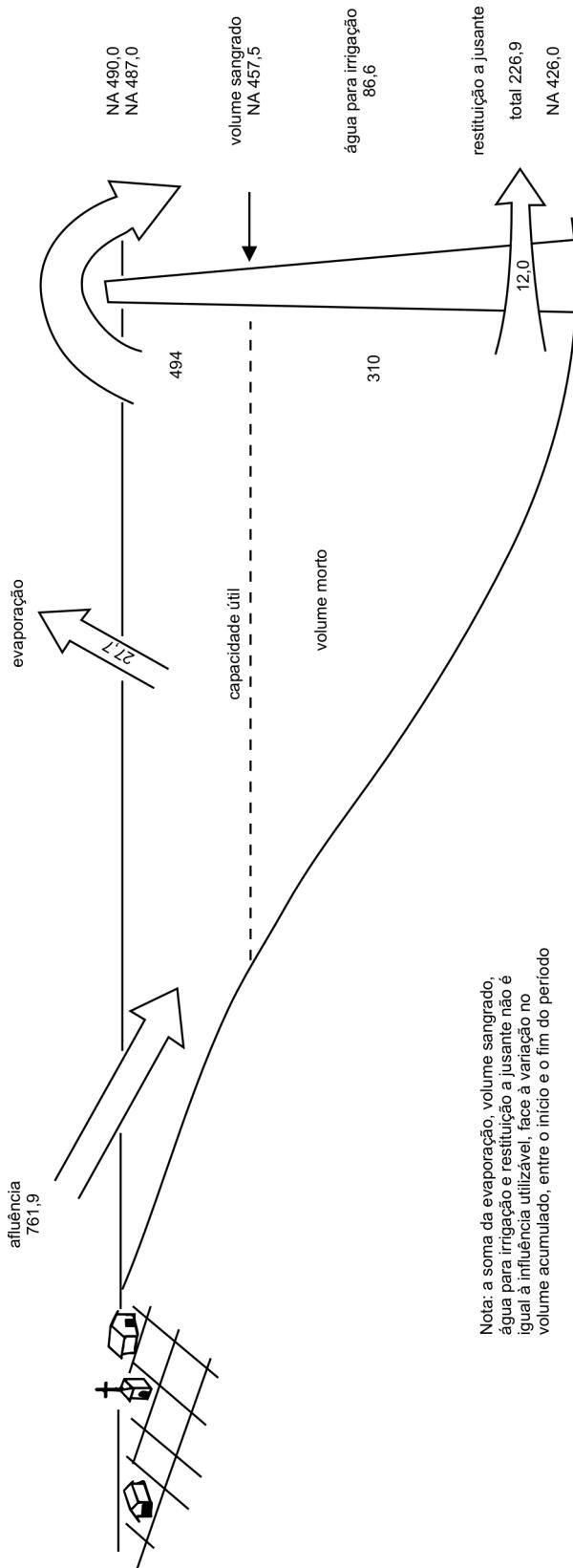
**Tabela 5.6** Continuação

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Irrigação Superficial				Operação do Reservatório			
				Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas		Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação
						4	5				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	J	0,0	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	391,4			1,0
9	F	0,0	1,0	0,0	1,0	9,4	1,8	379,2			1,0
7	M	0,3	1,2	0,0	1,0	11,6	2,1	364,5			1,0
2	A	6,0	1,0	5,0	1,0	8,8	2,1	357,6			1,0
1	M	3,3	1,0	2,3	1,0	4,4	2,4	352,1			1,0
9	J	0,9	1,0	0,0	1,0	3,9	2,3	344,9			1,0
7	J	0,3	1,0	0,0	1,0	8,3	2,5	336,5			1,0
2	A	0,0	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	332,8			1,0
1	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	328,6			1,0
0	O		1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	324,1			1,0
N	N		0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	321,6			1,0
D	D		0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	319,2			1,0
<b>Total</b>		<b>10,8</b>	<b>11,8</b>	<b>7,3</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>		<b>0,0</b>	<b>38,2</b>	<b>12,0</b>
1	J	7,2	1,2	6,0	1,0	13,8	2,2	322,0			13,8
9	F	1,2	1,0	0,2	1,0	9,4	1,8	310,0			0,0
7	M	34,5	1,2	33,3	1,0	11,6	2,1	328,6			0,0
3	A	385,7	1,0	384,7	1,0	8,8	2,1	465,0	236,4		237,4
1	M	115,2	1,0	114,2	1,0	4,4	2,4	465,0	106,4		107,4
9	J	74,8	1,0	73,8	1,0	3,9	2,3	465,0	66,6		67,6
7	J	14,9	1,0	13,9	1,0	8,3	2,5	465,0	2,1		3,1
3	A	2,7	1,2	1,5	1,0	11,6	2,7	451,2			1,0
S	S	0,8	1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	435,4			1,0
O	O	0,9	1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	422,6			1,0
N	N	0,5	0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	418,4			1,0
D	D	0,5	0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	414,4			1,0
<b>Total</b>		<b>637,9</b>	<b>11,8</b>	<b>627,6</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>		<b>411,5</b>	<b>13,8</b>	<b>423,5</b>

**Tabela 5.6 Continuação**

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Irrigação Superficial						Operação do Reservatório					
		Defluívo afluente total	Demandá Prioritária	Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas	Demanda de Irrigação (5.530 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação	Perdas pelo sanadrão e a descarga de fundo	12
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
		J	9,5	1,2	8,3	1,0	13,8	2,2	405,7			1,0	
		F	58,3	1,0	57,3	1,0	9,4	1,8	450,8			1,0	
		M	1061,6	1,2	1060,4	1,0	11,6	2,1	465,0	1031,5			1032,5
		A	1110,5	1,0	1109,5	1,0	8,8	2,1	465,0	1097,6			1098,6
		M	681,5	1,0	680,5	1,0	4,4	2,4	465,0	672,7			673,7
		J	120,4	1,0	119,4	1,0	3,9	2,3	465,0	112,2			113,2
		J	69,9	1,0	68,9	1,0	8,3	2,5	465,0	57,1			58,1
		A	11,4	1,2	10,2	1,0	11,6	2,7	459,9				1,0
		S	6,7	1,2	5,5	1,0	11,6	3,2	449,6				1,0
		O	5,1	1,0	4,1	1,0	8,3	3,5	440,9				1,0
4	N	2,0	0,5	1,5	1,0	1,7	1,5	438,2					1,0
	D	2,3	0,5	1,8	1,0	1,6	1,4	436,0					1,0
	Total	3139,2	11,8	3127,4	12,0	95,0	27,7	2971,1	0,0	2983,1			
<b>11 Anos</b>													
	Totais	8459,5	129,8	8380,4	132,0	1045,0	304,7	6879,0	92,6	7011,0			
	Média	769,0	11,8	761,9	12,0	95,0	27,7	625,4	8,4	637,4			
Percent.Déficit = 8,9													

 $10^6 = 1.000.000$  $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$



**Figura 5.5**

**Esquema de um Reservatório. ( Volumes em Milhões de Metros Cúbicos) Projeto Tipo C (5530 ha)**

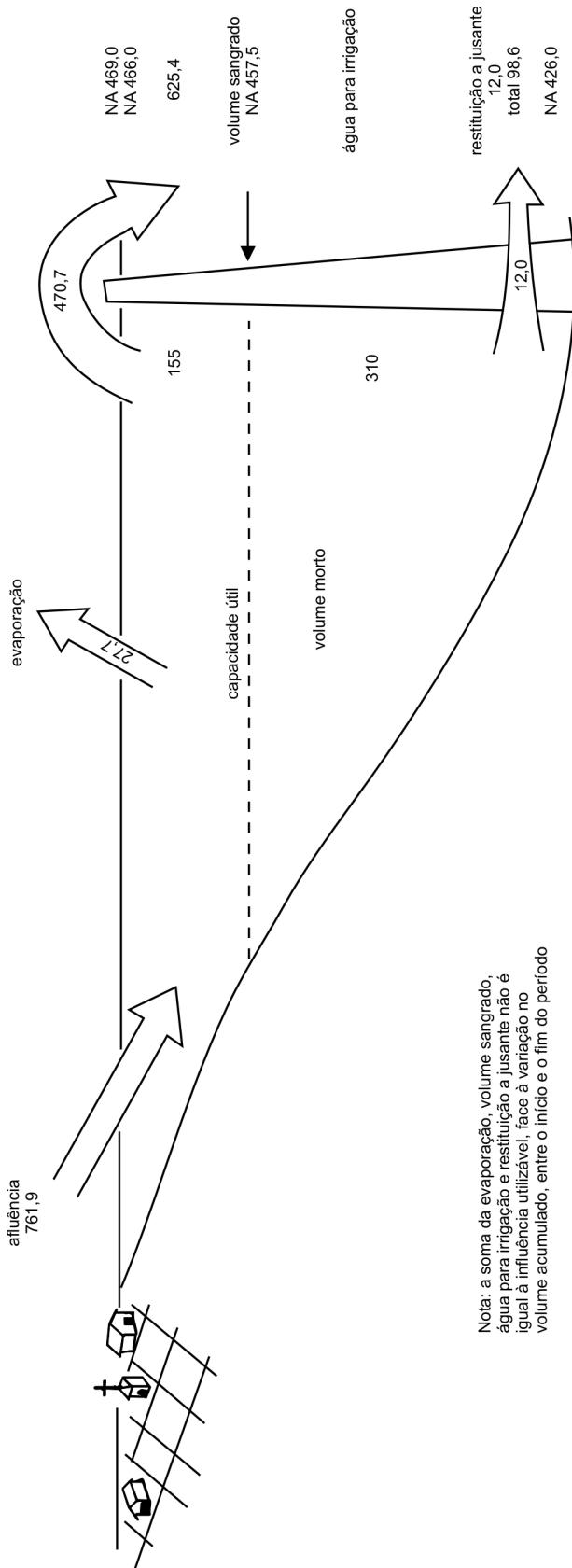
**Tabela 5.7.****Projeto do Tipo D - Resumo da Demanda e Disponibilidade de Água - Necessidade de Água para Irrigação por Gravidade**

Mês	Demandas Unitárias ( $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ )	Demandas para 2.400 ha ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Jan.	2,5	33,5
Fev.	1,7	22,8
Mar.	2,1	28,2
Abr.	1,6	21,4
Mai.	0,8	10,7
Jun.	0,7	9,5
Jul.	1,5	20,1
Ago.	2,1	28,2
Set.	2,1	28,2
Out.	1,5	20,1
Nov.	0,3	4,0
Dez.	0,3	3,9
Ano	17,2	230,5

**RESUMO DO ESTUDO DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO**

Demandas Médias Anuais ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 230,5
Demandas Anuais Suprimento de 10 anos ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 214,7
Demandas Anuais Suprimento de Longo Prazo ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 219,0
Volume útil e novo reservatório ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 804,0
Déficit Médio Anual (longo prazo)	= 5,0 %
Verificação dos critérios de déficit **	= 50,0 %
Menos de 50 % em qualquer ano, 116,0/230,5	
** Menos de 75 % em qualquer período de 2 anos consecutivos, 172,1/230,5	= 74,7 %
Menos de 100 % em qualquer período de 10 anos consecutivos, 172,1/230,5	= 74,7 %
** Critério mais crítico	

 $10^6 = 1.000.000$  $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$



**Figura 5.6**

**Esquema de um Reservatório. (Volumes em Milhões de Metros Cúbicos) Projeto Tipo D (13420 ha)**

**Tabela 5.8 Exemplo - Projeto do Tipo D - Estudo da Operação do Reservatório**

Ano	Mês	Defluvio afuente total	Demanda Prioritária	Demandas				Operação do Reservatório			
				Defluvio afuente utilizável	Restituição a Jusante	Demandade Irrigação (13.420 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	0,8	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	323,7			
	F	159,8	1,0	158,8	1,0	22,8	1,8	420,2			
	M	419,9	1,2	418,7	1,0	28,2	2,1	804,0	3,6		4,6
1	A	738,9	1,0	737,9	1,0	21,4	2,1	804,0	713,4		714,4
9	M	383,7	1,0	382,7	1,0	10,7	2,4	804,0	368,6		369,6
6	J	33,3	1,0	32,3	1,0	9,5	2,3	804,0	19,5		20,5
4	A	10,5	1,0	9,5	1,0	20,1	2,5	789,9			1,0
	S	3,2	1,2	2,0	1,0	28,2	2,7	760,0			1,0
	O		1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	727,7			1,0
	N		1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	703,0			1,0
	D		0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	686,4			1,0
	Total	1750,1	11,8	1741,9	12,0	230,5	27,7		1105,3	0,0	1117,3
	J	0,0	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	633,4			1,0
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	22,8	1,8	627,8			1,0
	M	90,6	1,2	89,4	1,0	28,2	2,1	666,6			1,0
1	A	635,2	1,0	634,2	1,0	21,4	2,1	804,0	491,7		492,7
9	M	199,9	1,0	198,9	1,0	10,7	2,4	804,0	184,8		185,8
6	J	42,4	1,0	41,4	1,0	9,5	2,3	804,0	28,6		29,6
5	A	3,5	1,0	2,5	1,0	20,1	2,5	782,9			1,0
	S	0,5	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	718,7			1,0
	O		1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	694,0			1,0
	N		0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	687,4			1,0
	D		0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	681,1			1,0
	Total	972,1	11,8	966,4	12,0	230,5	27,7		705,2	0,0	717,2

**Tabela 5.8 Continuação**

Ano	Mês	Defluívo afuente total	Demanda Prioritária	Defluívo afuente utilizável	Demandas				Operação do Reservatório			
					5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	J	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	644,4					1,0
	F	17,3	1,0	16,3	1,0	22,8	1,8	655,1				1,0
	M	6,6	1,2	5,4	1,0	28,2	2,1	609,3				1,0
	A	16,0	1,0	15,0	1,0	21,4	2,1	599,8				1,0
1	M	6,1	1,0	5,1	1,0	10,7	2,4	590,8				1,0
9	J	1,3	1,0	0,3	1,0	9,5	2,3	578,4				1,0
6	J	1,0	0,0	1,0	20,1	2,5	554,7					1,0
6	A	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	522,9					1,0
	S	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	490,5					1,0
0	O	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	465,9					1,0
N	N	0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	459,2					1,0
D	D	0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	453,0					1,0
<b>Total</b>		<b>47,3</b>	<b>11,8</b>	<b>42,1</b>	<b>12,0</b>	<b>230,5</b>	<b>27,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>	
	J	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	416,3					1,0
	F	7,7	1,0	6,7	1,0	22,8	1,8	387,4				1,0
	M	255,7	1,2	254,5	1,0	28,2	2,1	620,6				1,0
	A	0,6	1,0	0,0	1,0	21,4	2,1	566,2				1,0
1	M	347,0	1,0	346,0	1,0	10,7	2,4	804,0	124,1			125,1
9	J	30,4	1,0	29,4	1,0	9,5	2,3	804,0	16,6			17,6
6	J	8,6	1,0	7,6	1,0	20,1	2,5	788,0				1,0
7	A	0,1	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	756,1				1,0
	S	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	723,8					1,0
0	O	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	699,1					1,0
N	N	0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	632,5					1,0
D	D	0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	606,2					1,0
<b>Total</b>		<b>650,1</b>	<b>11,8</b>	<b>644,2</b>	<b>12,0</b>	<b>230,5</b>	<b>27,7</b>	<b>140,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>152,7</b>	

**Tabela 5.8** Continuação

Ano	Mês	Deflúvio afluente total	Demanda Prioritária	Deflúvio afluente utilizável	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )							
					3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	6,9	1,2	5,7	1,0	33,5	2,2	655,2				
	J	2,0	1,0	1,0	1,0	22,8	1,8	630,6				
	F	194,9	1,2	193,7	1,0	28,2	2,1	793,1				
	M	159,9	1,0	158,9	1,0	21,4	2,1	804,0	123,5			
1	M	255,4	1,0	254,4	1,0	10,7	2,4	804,0	240,3			
9	J	21,7	1,0	20,7	1,0	9,5	2,3	804,0	7,9			
6	J	3,8	1,0	2,8	1,0	20,1	2,5	783,2				
8	A	0,4	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	751,3				
	S		1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	719,0				
0	O		1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	694,3				
N			0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	687,7				
D			0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	681,4				
Total		645,0	11,8	637,2	12,0	230,5	27,7	371,8	0,0	383,8		
	J	1,0	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	644,7				
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	22,8	1,8	619,3				
	M	13,9	1,2	12,7	1,0	28,2	2,1	600,8				
	A	157,0	1,0	156,0	1,0	21,4	2,1	732,3				
1	M	11,3	1,0	10,3	1,0	10,7	2,4	728,5				
9	J	3,4	1,0	2,4	1,0	9,5	2,3	718,2				
6	J	3,1	1,0	2,1	1,0	20,1	2,5	696,6				
9	A	1,2	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	664,8				
	S		1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	632,4				
0	O		1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	607,8				
N			0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	601,1				
D			0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	594,9				
Total		192,1	11,8	183,7	12,0	230,5	27,7	0,0	0,0	0,0	12,0	

**Tabela 5.8 Continuação**

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Defluívo afluente utilizável	Demandas			Operação do Reservatório			
					Restituição a Jusante	Demandada de Irrigação (13.420 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	568,2				1,0
	F	1,0	0,0	1,0	22,8	1,8	532,6				1,0
	M	20,5	1,2	19,3	1,0	28,2	2,1	520,6			1,0
	A	10,7	1,0	9,7	1,0	21,4	2,1	505,9			1,0
1	M	3,7	1,0	2,7	1,0	10,7	2,4	494,5			1,0
9	J	0,5	1,0	0,0	1,0	9,5	2,3	481,7			1,0
7	J	1,0	0,0	1,0	1,0	20,1	2,5	458,1			1,0
0	A	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	426,2				1,0
	S	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	393,9				1,0
0	O	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	369,2				1,0
	N	0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	362,6				1,0
	D	0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	356,3				1,0
<b>Total</b>		<b>35,4</b>	<b>11,8</b>	<b>31,7</b>	<b>12,0</b>	<b>230,5</b>	<b>27,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>
	J	17,7	1,2	16,5	1,0	33,5	2,2	336,1			1,0
	F	9,2	1,0	8,2	1,0	22,8	1,8	318,7			1,0
	M	27,5	1,2	26,3	1,0	28,2	2,1	313,8			1,0
	A	149,9	1,0	148,9	1,0	21,4	2,1	438,2			1,0
1	M	95,9	1,0	94,9	1,0	10,7	2,4	519,0			1,0
9	J	69,8	1,0	68,8	1,0	9,5	2,3	575,1			1,0
7	J	7,3	1,0	6,3	1,0	20,1	2,5	557,7			1,0
1	A	2,2	1,2	1,0	1,0	28,2	2,7	526,9			1,0
	S	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	494,5				1,0
0	O	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	469,9				1,0
	N	0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	463,3				1,0
	D	0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	457,0				1,0
<b>Total</b>		<b>379,5</b>	<b>11,8</b>	<b>370,9</b>	<b>12,0</b>	<b>230,5</b>	<b>27,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>

**Tabela 5.8 Continuação**

Ano	Mês	Defluvio afluente total	Demanda Prioritária	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )				Operação do Reservatório			
				Defluvio afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	0,0	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	420,3			1,0
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	22,8	1,8	394,7			1,0
	M	0,3	1,2	0,0	1,0	28,2	2,1	363,4			1,0
	A	6,0	1,0	5,0	1,0	21,4	2,1	344,0			1,0
1	M	3,3	1,0	2,3	1,0	10,7	2,4	334,1			1,9
9	J	0,9	1,0	0,0	1,0	9,5	2,3	330,8			9,5
7	J	0,3	1,0	0,0	1,0	20,1	2,5	327,3			20,1
2	A	0,0	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	323,6			28,2
	S		1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	319,4			28,2
0	O		1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	314,9			20,1
N	N		0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	312,4			4,1
D	D		0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	310,0			3,9
Total		10,8	11,8	7,3	12,0	230,5	27,7	0,0	116,0	12,0	
	J	7,2	1,2	6,0	1,0	33,5	2,2	312,8			33,5
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	22,8	1,8	310,0			22,6
	M	34,5	1,2	33,3	1,0	28,2	2,1	312,1			1,0
	A	385,7	1,0	384,7	1,0	21,4	2,1	672,3			1,0
1	M	115,2	1,0	114,2	1,0	10,7	2,4	772,4			1,0
9	J	74,8	1,0	73,8	1,0	9,5	2,3	804,0			30,5
7	J	14,9	1,0	13,9	1,0	20,1	2,5	794,3			1,0
3	A	2,7	1,2	1,5	1,0	28,2	2,7	763,9			1,0
	S	0,8	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	731,6			1,0
0	O	0,9	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	706,9			1,0
N	N		0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	700,3			1,0
D	D		0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	694,0			1,0
Total		637,9	11,8	627,6	12,0	230,5	27,7	29,5	56,1	41,5	

**Tabela 5.8 Continuação**

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )					Operação do Reservatório		
				Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	9,5	1,2	8,3	1,0	33,5	2,2	665,6			1,0
	F	58,3	1,0	57,3	1,0	22,8	1,8	667,3			1,0
	M	1061,6	1,2	1060,4	1,0	28,2	2,1	804,0	922,5		923,5
1	A	1110,5	1,0	1109,5	1,0	21,4	2,1	804,0	1085,0		1086,0
1	M	681,5	1,0	680,5	1,0	10,7	2,4	804,0	668,4		667,4
9	J	120,4	1,0	119,4	1,0	9,5	2,3	804,0	106,6		107,6
7	J	69,9	1,0	68,9	1,0	20,1	2,5	804,0	45,3		46,3
4	A	11,4	1,2	10,2	1,0	28,2	2,7	782,3			1,0
	S	6,7	1,2	5,5	1,0	28,2	3,2	755,5			1,0
0	O	5,1	1,0	4,1	1,0	20,1	3,5	735,0			1,0
N	N	2,0	0,5	1,5	1,0	4,1	1,5	729,8			1,0
D	D	2,3	0,5	1,8	1,0	3,9	1,4	725,3			1,0
	Total	3139,2	11,8	3127,4	12,0	230,5	27,7		2825,8	0,0	2837,8
<b>11 Anos</b>											
	Totais	8459,5	129,8	8380,4	132,0	2536,0	304,7	5178,2	172,1	5310,2	
	Média	769,0	11,8	761,9	12,0	230,5	27,7		470,7	15,6	482,7
	Percent.Déficit = 6,8										

$10^6 = 1.000.000$

$\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$

**Tabela 5.9. Resumo dos Estudos de Operação de Reservatórios para as Diversas Alternativas dos Projetos**

Déficits Acumulados e Porcentagem do Déficits em relação à Demanda de um Ano									
Área (ha) (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Demanda	Volume Max.	Volume Mont.	1 Ano		2 Anos		10 Anos	
				Vol.	(%)	Vol.	(%)	Vol.	(%)
Aspersão									
2.400	31,2	465,0	389,2	15,0	48,1	23,5	75,3	23,5	75,3
Gravidade									
5.530	95,0	465,0	310,0	38,2	40,2	52,0	54,7	92,6	97,5
8.210	141,0	525,0	310,0	35,8	25,4	85,9	60,9	148,8	105,5
10.940	187,9	616,0	310,0	49,9	26,6	122,8	65,4	188,3	100,2
12.140	208,6	716,0	310,0	83,8	40,2	156,8	75,2	156,8	75,2
13.420	230,5	804,0	310,0	116,0	50,3	172,1	74,7	172,1	74,7
14.650									
Armazenamento (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )									
				Volume Total		Volume Morto		Volume Útil	
Projeto do Tipo "B"				465	-	389	=	76	
Projeto do Tipo "C"				465	-	310	=	155	
Projeto do Tipo "D"				804	-	310	=	494	

10<sup>6</sup> = 1.000.000m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO



# ESTIMATIVAS DE CUSTOS

## 6.1 Custos de Investimento

As estimativas de custos a nível de pré-viabilidade baseiam-se, principalmente, em dados existentes, com poucos dados novos. O nível dos dados utilizados e a sofisticação das análises devem ser adequados para que se possa tomar a decisão se a análise do projeto deveria ou não atingir o nível da viabilidade. Algumas técnicas adotadas para estimar custos são: curvas de custos, comparação com projetos executados, e o emprego de programas de computador. As estimativas de custos dos sistemas de distribuição secundários podem ser feitas com custos por hectare, calculados para outros projetos.

No que se refere à engenharia, em geral é suficiente elaborar esquemas e desenhos gerais simplificados, os leiautes propriamente ditos devendo limitar-se às obras de maior porte e isto, via de regra, apenas na elaboração final do estudo de pré-viabilidade.

As curvas e tabelas de custos utilizados neste MANUAL foram elaboradas, especificamente, para serem utilizados nos exemplos. Nos casos concretos, devem ser utilizados os melhores dados disponíveis, para elaborar as estimativas de custos.

### 6.1.1 Barragens e Reservatórios

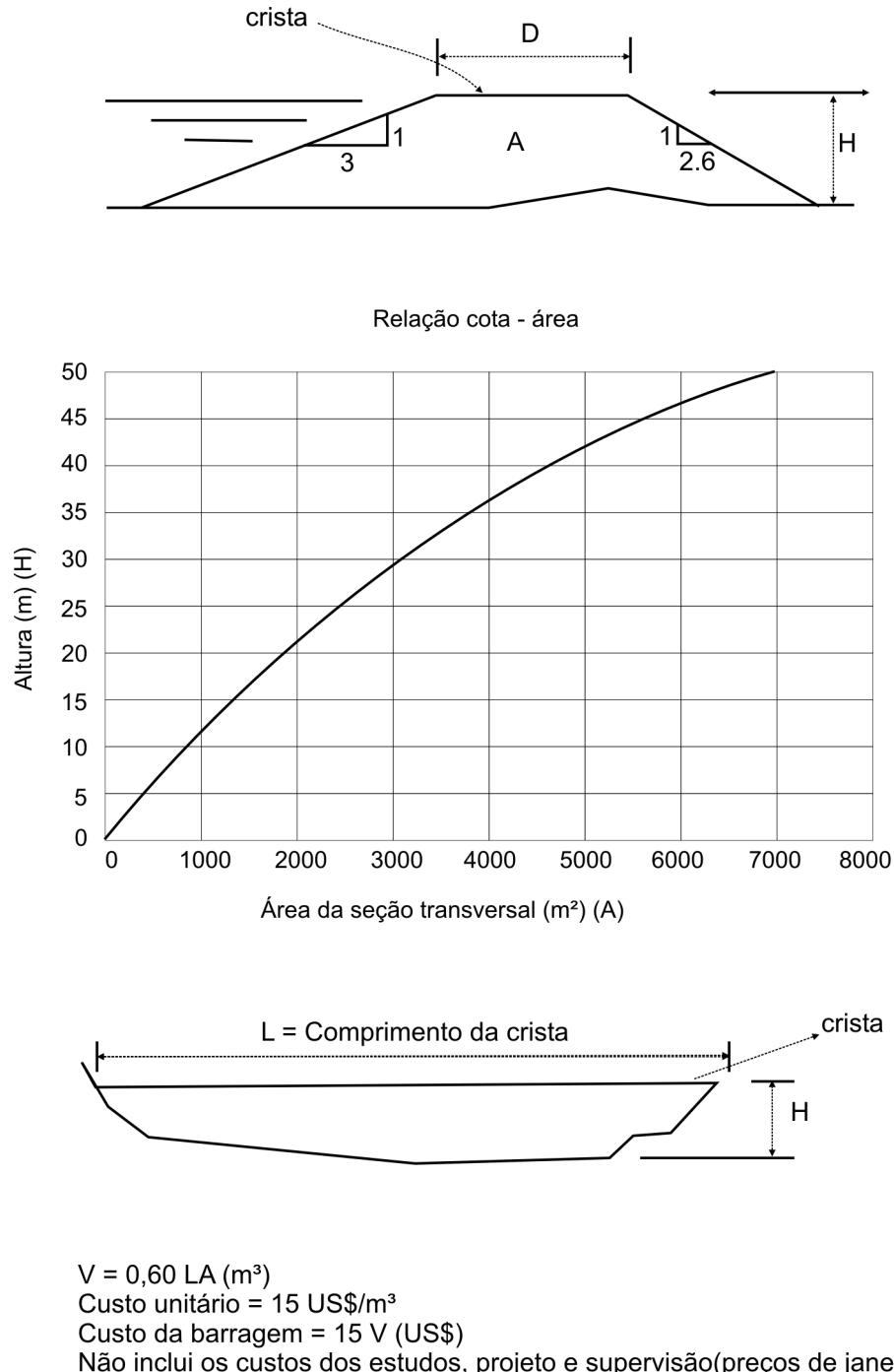
Os custos de barragens e reservatórios podem ser estimados com curvas ou mediante cálculos. A elaboração de cálculos, ao invés de uso de curvas, depende da disponibilidade de tempo e de pessoal, assim como do volume e da qualidade dos dados básicos disponíveis.

Na [Figura 6.1](#), consta uma curva que pode ser usada para estimativas preliminares, no processo inicial de avaliação, quando pode ser necessário comparar vários eixos barráveis e as alturas das obras. Entretanto, quando o número de alternativas do projeto for reduzido, e se desejarem melhores estimativas, o método de computação chamado “área das extremidades”, descrito no [item 6.1.1.1](#), proporcionará uma melhor estimativa.

As estimativas de custos das barragens abrangem, geralmente, seis itens: (1) maciço; (2) fundações; (3) vertedouro; (4) estruturas de tomada d' água; (5) desmatamento, limpeza e relocações (estradas, ferrovias, linhas de transmissão); e (6) reassentamento de população e aquisição de terras. Os exemplos, no fim deste capítulo, ilustram o método de computação para estimar os custos de barragens e reservatórios.

#### 6.1.1.1 Maciço

Nos estudos de pré-viabilidade, todos os custos de construção de uma barragem de terra, com exceção do vertedouro e das estruturas de tomada d' água, são engloba-



**Figura 6.1**

**Barragens Estimativas Preliminares de Custos**

dos pelo termo geral maciço. Esse item inclui não apenas os custos de escavação das áreas de empréstimo e a compactação do maciço, como também outros itens, como o desvio do rio durante a construção, proteção dos taludes com “rip-rap” ou com cimento e colocação de grama nos taludes. Normalmente, as estimativas de custo de maciços de terra homogêneos usadas em estudos de pré-viabilidade são adequadas para a seleção do plano final. No entanto, se nesse nível de planejamento for constatado que os eixos barráveis são apropriados para barragens de concreto rolado, poderá ser útil estimar o custo desse tipo de barragem, especialmente se for comparar com um plano alternativo, com barragem de terra homogênea. O custo de barragens de concreto rolado pode ser competitivo, face ao custo de barragens de terra, podendo ser, até, consideravelmente menor.

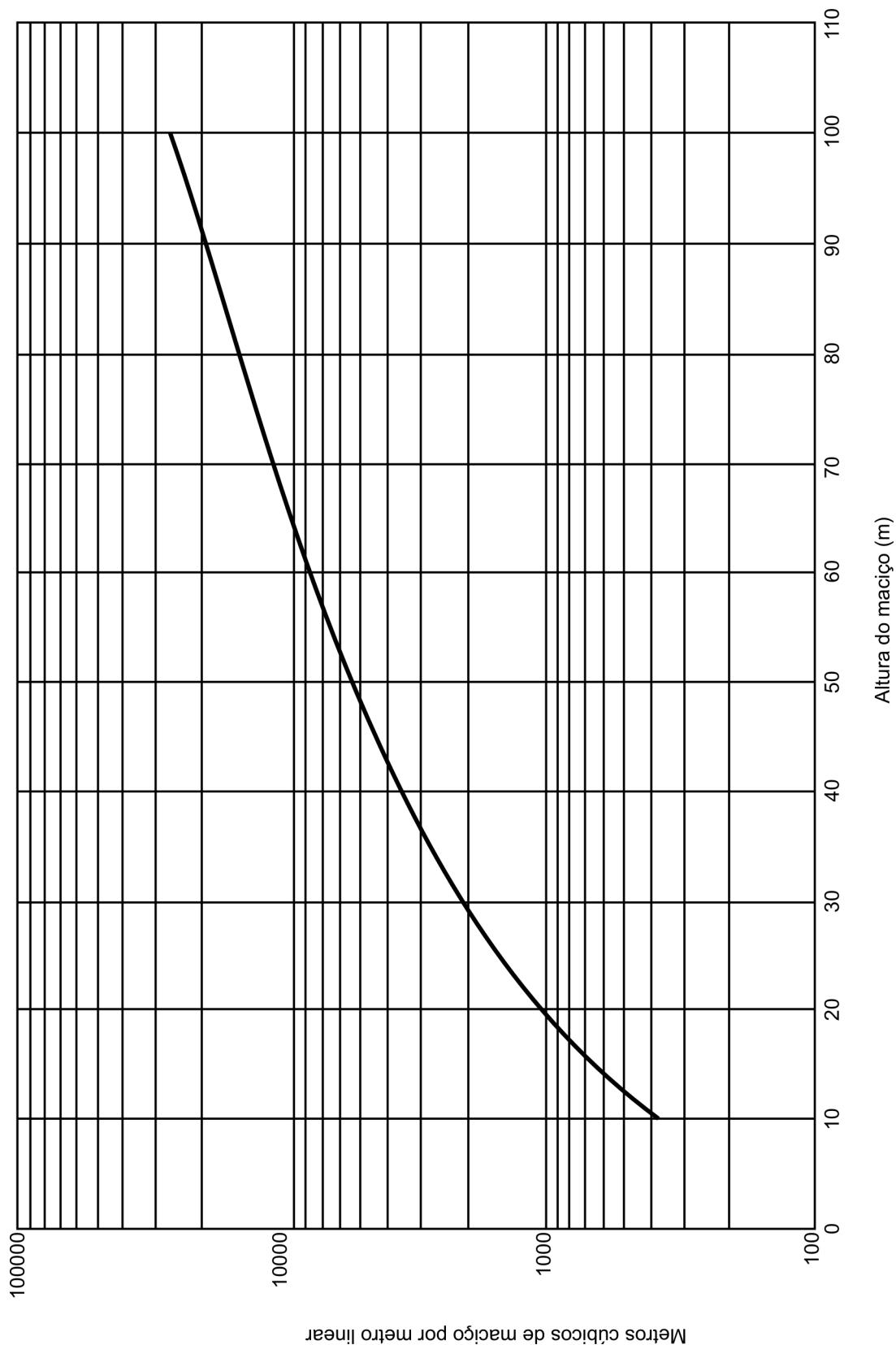
Se as condições locais o permitirem, no âmbito dos estudos de viabilidade poderão ser estudadas outras alternativas, tais como barragens de concreto (gravidade ou em arco) ou de terra, zoneadas, tudo visando reduzir os custos das obras. No entanto, para fins de formulação de um plano, em geral é suficiente considerar, apenas, maciços de terra homogêneos.

O método “área das extremidades” para estimar os custos do maciço consiste em dividir a barragem em seções verticais perpendiculares ao seu eixo. As extremidades de cada seção ficam localizadas, normalmente, em pontos ao longo da base da barragem, no seu eixo, onde a declividade do terreno natural muda. Para cada seção, computam-se as áreas das duas extremidades, a média sendo multiplicada pela distância entre as extremidades, para obter o volume do maciço nessa seção. Os volumes de todas as seções são então somados, obtendo-se o volume total do maciço. As [Figuras 6.2 e 6.3](#) referem-se a uma barragem com taludes 2,5:1 a jusante e de 3:1 a montante. A curva da [Figura 6.2](#), baseada no método de “área das extremidades”, permite computar o volume do maciço. A altura de cada extremidade de uma seção é achada na curva e o respectivo volume unitário maciço ( $m^3$  de maciço por m) pode então ser lido na escala vertical da figura. Na realidade, o volume unitário de maciço é o volume de uma seção de um metro de comprimento, com áreas iguais nas extremidades. Portanto, no caso das seções selecionadas para a barragem em estudo, que teriam áreas de diferentes alturas nas extremidades, deve ser tirada a média dos volumes unitários das duas extremidades, a ser multiplicada pelo comprimento da seção, para se obter o volume de maciço da seção. A [Figura 6.2](#) poderia ter sido feita usando-se a área, ao invés do “volume por metro”, na escala vertical. Assim, para cada valor da altura na curva, pode-se ler uma área terminal. O volume de uma seção é computado, então, pela média das áreas, multiplicado pela distância entre elas.

Para obter o custo do maciço da barragem, os valores do volume total computados a partir da [Figura 6.2](#) foram locados na curva da [Figura 6.3](#), onde o custo unitário (\$/ $m^3$ ) está na escala oposta. Esse valor é multiplicado pelo volume total do maciço, achan-do-se, assim, o custo total do mesmo.

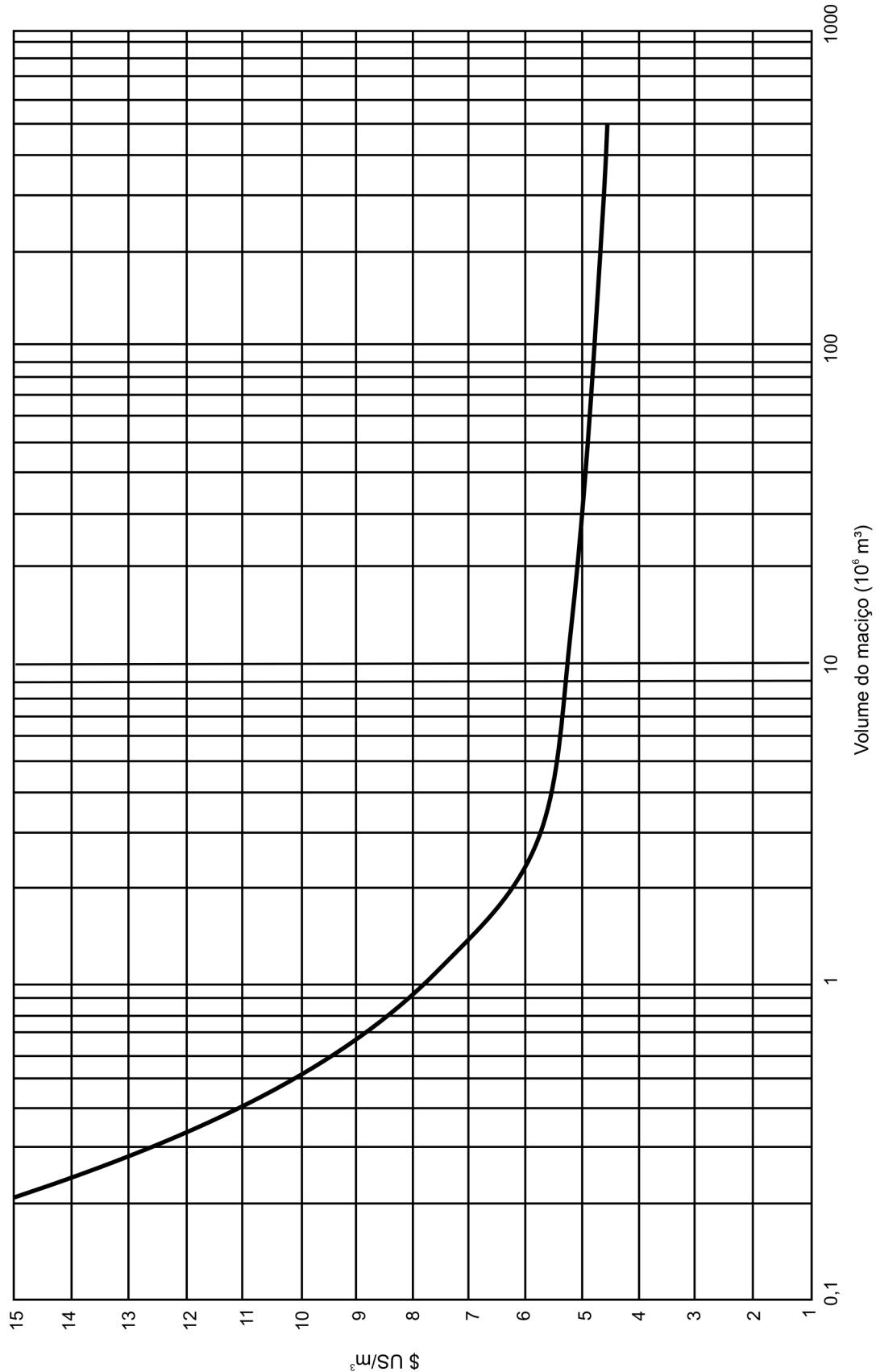
#### **6.1.1.2 Fundações**

As condições da fundação no eixo barrável são críticas para o respectivo projeto. É muito difícil para um geólogo definir, pela simples observação de superfície, se as condições de fundação de um eixo são adequadas. Entretanto, nos estudos a nível de pré-viabilidade, é preciso que um geólogo visite todos os locais que possam vir a fazer parte dos planos alternativos. A inspeção inicial de campo, pelos geólogos, deveria focalizar problemas de ombreiras, (tais como escorregamento de terra, falhas, instabilidade de encostas). Se o local vier a integrar o plano selecionado, o primeiro passo das prospecções a nível de viabilidade será fazer sondagens exploratórias, para avaliar as condições do embasamento rochoso.



**Figura 6.2**

**Volume do Maciço, por Metro Linear**



\* Não inclui os custos dos estudos, projeto e supervisão.

**Figura 6.3**

**Barragens de Terra. Custo de Construção do Maciço a Nível de Pré Viabilidade\* (Preços de Janeiro de 1989 em \$US)**

Como regra geral, nas estimativas a nível de pré-viabilidade, pode-se considerar cerca de 20% dos custos do maciço para as escavações e consolidações da fundação. O exemplo apresentado no fim deste capítulo mostra como tal percentual foi incluído na estimativa de custos.

#### **6.1.1.3 Vertedouro**

A definição da enchente máxima provável e os estudos de amortecimento de cheias necessários para projetar vertedouros podem ser muito trabalhosos. Em estudos a nível de pré-viabilidade, é necessário fazer algumas estimativas gerais, a partir de estudos de rios próximos, ou de dados existentes da bacia hidrográfica em estudo, para estimar as capacidades dos vertedouros e os respectivos custos, para numerosas alternativas. A precisão do porte dos vertedouros e das respectivas estimativas de custos não são cruciais para a análise comparativa de planos alternativos. Entretanto, à medida que o número de planos for sendo reduzido, todos os componentes da barragem se tornarão, proporcionalmente, mais importantes.

Nos exemplos ao fim deste capítulo, constam estimativas de vertedouros, baseadas na curva da [Figura 6.4](#).

#### **6.1.1.4 Estruturas de Tomada D'Água**

A [Figura 6.4](#) mostra também uma curva de custos para estruturas de tomada d'água, elaborada com dados de barragens de concepção semelhante. Esta curva foi usada, neste MANUAL, para elaborar estimativas a nível de pré-viabilidade.

#### **6.1.1.5 Desmatamento, Limpeza e Relocações**

O custo do desmatamento e limpeza de reservatórios pode basear-se em exame de fotos aéreas e uma comparação com dados sobre custos de desmatamento e limpeza de reservatórios existentes.

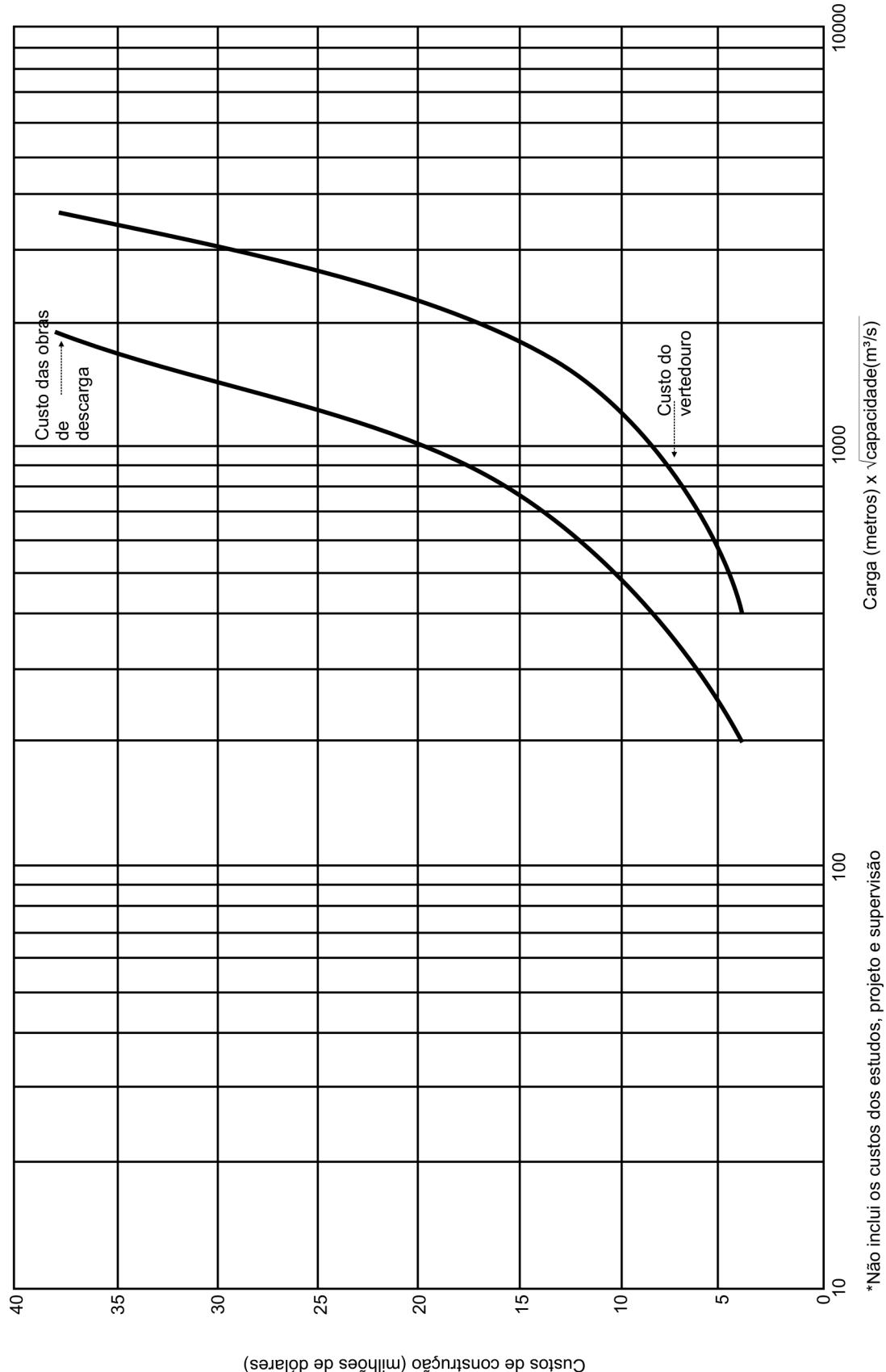
Os custos de relocação da infra-estrutura existente variam muito, de um reservatório para outro. As estimativas desses custos devem basear-se em experiências passadas, de relocação, de outros reservatórios. Os custos de relocação das estruturas principais, como estradas, linhas férreas, adutoras e linhas de transmissão de alta tensão, podem basear-se em custos unitários (por quilômetro) de construções semelhantes recentes. Na inexistência de informações sobre a área do reservatório, mapas e fotos aéreas ajudarão a identificar estradas, linhas férreas, adutoras, redes elétricas e telefônicas, cemitérios e sítios arqueológicos, possíveis de serem atingidos pelo reservatório.

#### **6.1.1.6 Reassentamento de Populações e Aquisição de Terras**

O custo estimado das áreas atingidas por barragens e reservatórios deverá basear-se na compra de terras, até o nível d'água máximo (vide [item 6.1.8.4](#), sobre custo da terra).

#### **6.1.1.7 Custos de Reservatórios Existentes**

Caso exista um reservatório a montante da área proposta para o projeto, e ele deva ser operado de modo a atendê-la, será preciso fazer um estudo de operação, similar ao descrito no Capítulo 5. O mesmo definirá o volume de reserva necessário, no futuro, para satisfazer a demanda de água do projeto proposto, bem como mostrará o volume remanescente, para atender a irrigação atual e futura e outros usos da água.



**Figura 6.4**

**Barragens de Terra - Custo de Vertedouro e das Obras de Descarga a Nível de Pré-Viabilidade \* (Preços de Janeiro de 1989)**

Embora muitos açudes tenham sido construídos no Nordeste, desde o início do século, as águas neles acumuladas não têm sido totalmente utilizadas, motivo pelo qual poderiam suprir água para futuros aproveitamentos com irrigação. Quando um reservatório existente vier a ser utilizado em novos projetos de irrigação, para efeitos de formulação dos planos dever-se-ia atribuir um custo a tais acumulações de água. Nos exemplos deste MANUAL nos quais utilizam-se reservatórios existentes, considerou-se um custo de sessenta mil dólares por milhão de metros cúbicos de volume útil para Projetos dos Tipos B e C. Assim, o produto do volume útil de cada plano alternativo pelo preço unitário acima possibilitou calcular o custo de investimento em reservatórios.

Este procedimento admite que as águas tiradas dos reservatórios destinam-se a satisfazer as demandas, obedecidos os critérios de déficit definidos no Capítulo 5. Tais critérios devem ser adotados mesmo no caso de um pequeno projeto, situado a jusante de um reservatório existente, cujas disponibilidades não estiverem totalmente comprometidas na época da implantação do projeto. E à medida em que mais projetos sejam desenvolvidos, sempre a jusante do reservatório dever-se-á aplicar, também, os mesmos critérios de déficit, de modo que se possa obter o máximo benefício possível da água disponível. Se a demanda de água tivesse que ser atendida integralmente, mesmo quando ocorressem grandes secas, a área total que poderia vir a ser irrigada pelo reservatório seria sensivelmente mais reduzida. Os critérios de déficit constantes deste MANUAL foram concebidos, visando minimizar os seus investimentos. Espera-se que, dessa forma, o suprimento médio anual de água seja da ordem de 95% da demanda. Vide o Capítulo 8 para comparar este caso com outro, onde seria preciso construir uma barragem de regularização.

#### **6.1.1.8 Barragens de Derivação**

A [Figura 6.5](#) apresenta a curva utilizada neste MANUAL para estimar os custos das barragens de derivação a nível de pré-viabilidade. Tais custos incluem as fundações, uma descarga de fundo com comporta, uma soleira de vertedouro sem comportas, uma tomada de água alimentando um canal aberto, diques laterais e imprevistos.

Caso o comprimento dos diques laterais for maior, tal fato deverá ser considerado nos custos. Não foram incluídos custos relativos a controle automático ou remoto, para as barragens de derivação.

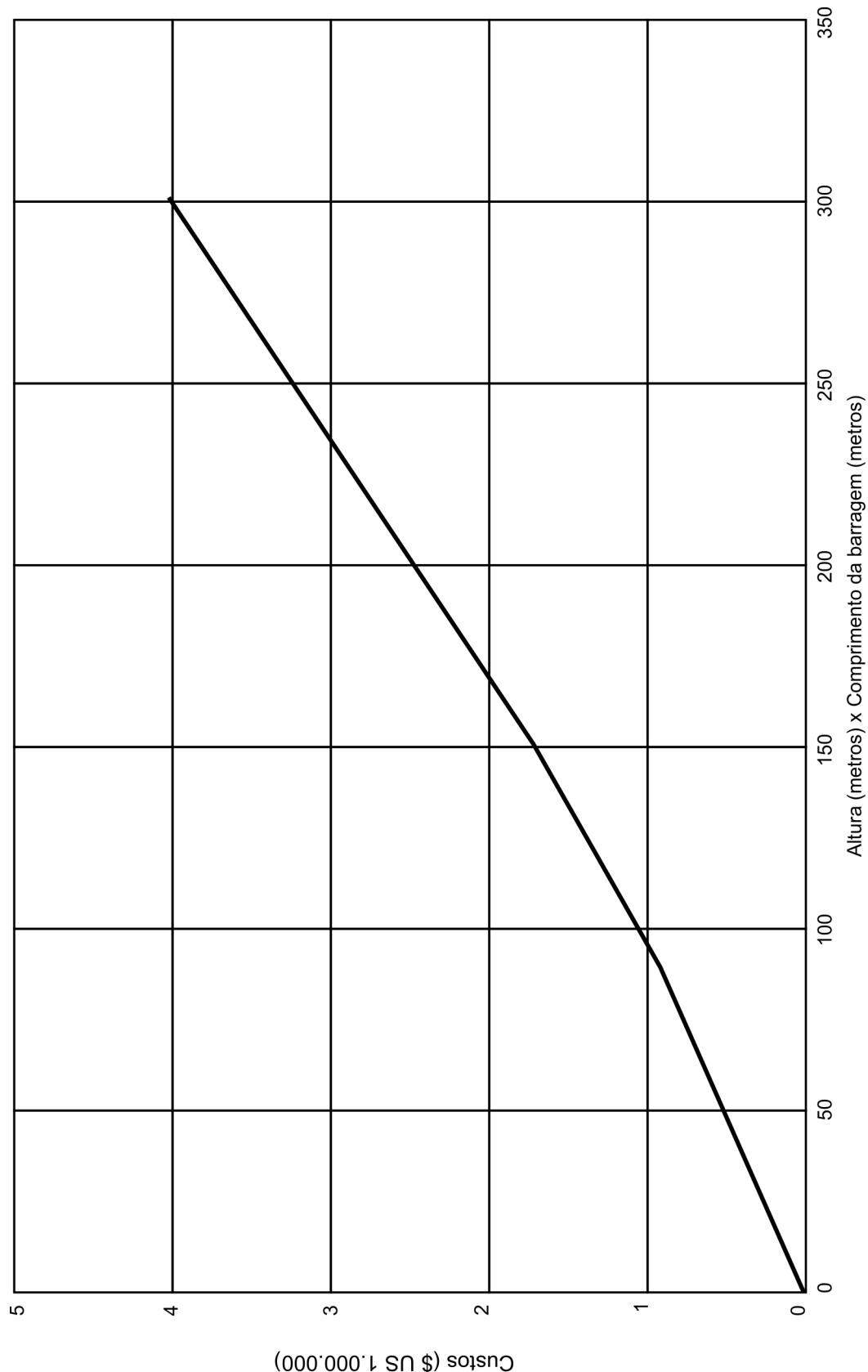
#### **6.1.2 Canais**

Os traçados dos canais deveriam ser lançados nos melhores mapas cartográficos disponíveis, acompanhando, em geral, de uma curva de nível. É desejável que os canais tenham um traçado direto; que se minimizem grandes cortes ou aterros; e que se evitem obras de infra-estrutura existentes.

##### **6.1.2.1 Leiautes dos Canais**

Para poder estimar adequadamente os custos de um canal, é necessário obedecer a alinhamentos topográficos. O exemplo inserido no fim deste capítulo mostra as técnicas para locar as estações elevatórias, calcular as perdas de carga, computar o custo das seções, determinar o número de bueiros e pontilhões, estimar os custos dos sifões e elaborar a estimativa de custos, a nível de pré-viabilidade. A [Figura 6.6](#) pode ser utilizada para estimar os custos globais dos canais.

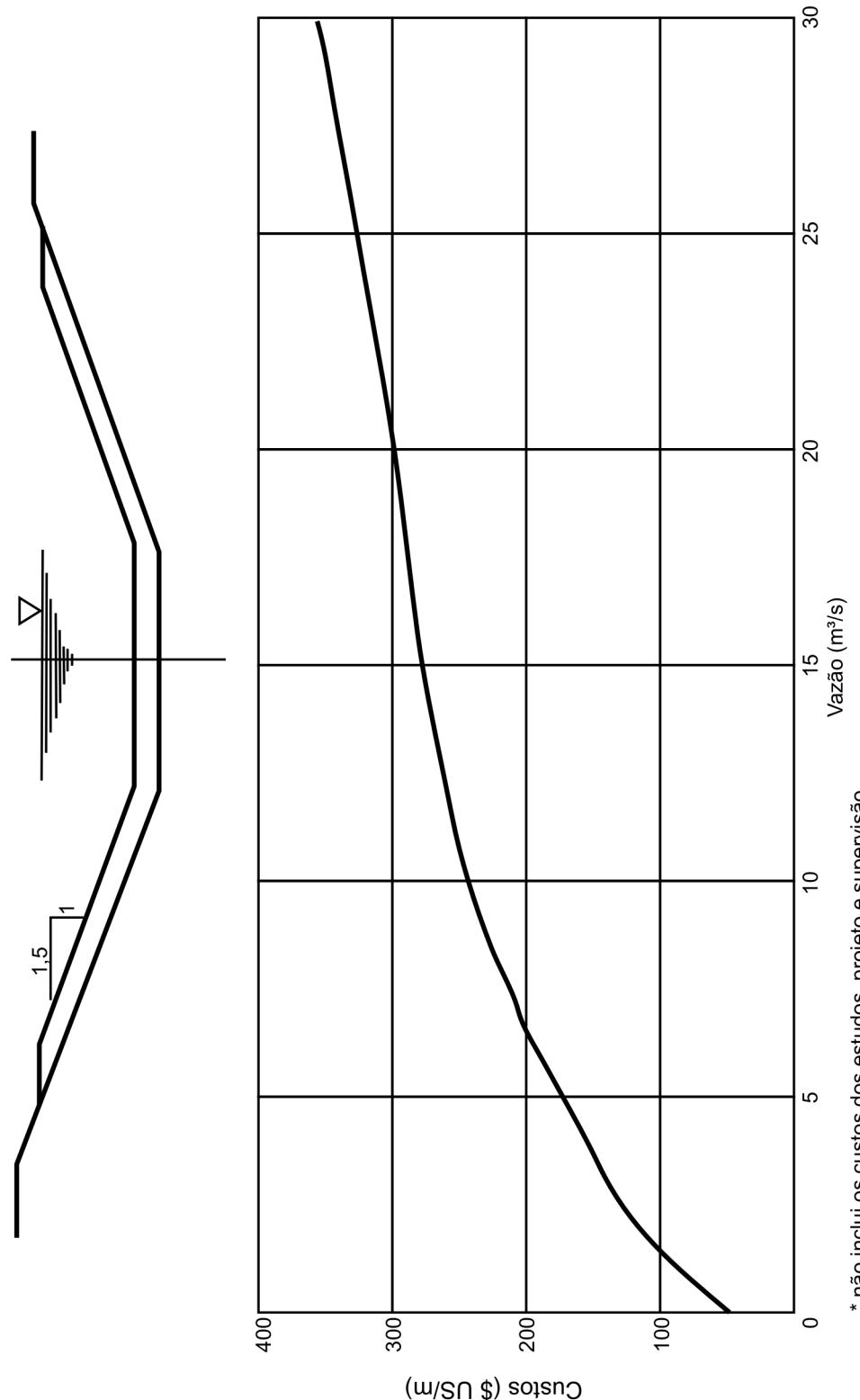
A nível de pré-viabilidade, não é necessário adotar metodologias sofisticadas nos dimensionamentos. Para esses fins, vazões específicas de 1,0 e 1,32 l/s/ha seriam adequadas, respectivamente para irrigação por aspersão e gravitária. As declividades dos canais podem variar, em função da vazão (Q). Indicam-se, a seguir, declividades de ca-



\* Não inclui os custos dos estudos, projeto e supervisão

**Figura 6.5**

**Custos de Barragens de Derivação a Nível de Pré-Viabilidade\***  
**(Preços de Janeiro de 1989)**



**Figura 6.6**

**Custos de Canais de Irrigação a Nível de Pré-Viabilidade \* (Preços de Janeiro de 1989)**

nais, em função da vazão, que são suficientemente precisas para os fins da formulação de um plano:

<b>Q (m/s)</b>	<b>Declividade</b>
1	0,00065
5	0,00030
10	0,00020
20	0,00015
25	0,00010

#### **6.1.2.2 Bueiros e Sifões**

A travessia de pequenos drenos naturais é feita, em geral, por bueiros, ao passo que, para riachos maiores, utilizam-se sifões.

Em estudos a nível de pré-viabilidade, ao serem traçados os canais nas folhas topográficas, devem ser consideradas perdas de carga nos sifões, a razão de 1,0 m por km de sifão, mais 0,5 m adicionais para perdas de carga na entrada e nas transições.

#### **6.1.2.3 Pontes**

Nas áreas onde houver estradas e caminhos, deve-se providenciar acesso aos mesmos, por sobre o canal. Para os efeitos da formulação de um plano, tais obras de travessia são indicadas nos mapas, sendo denominados “menores”, quando se trata de trilhas de pedestres ou animais e de caminhos secundários; e “maiores”, em se tratando de vias carroçáveis. Devem ser elaboradas estimativas de custos para esses tipos de travessias.

##### **6.1.2.3.1 Trilhas e Caminhos Secundários**

Devem ser feitas estimativas de custos para pontes simples, para travessias de canais de várias larguras. Devem ser usadas cargas padronizadas tais como: 1 t, 5 t, 10 t, etc.; os resultados serão utilizados para estimar os custos de pontes em canais, nas diversas capacidades.

##### **6.1.2.3.2 Pontes para Veículos**

As estimativas de custos de pontes para veículos devem ser feitas considerando cargas padronizadas, compatíveis com o tipo de tráfego previsto, como 5 t, 10 t, 15 t, 20 t, etc.

##### **6.1.2.3.3 Pontes de Rodovias Estaduais ou Federais**

Quando um canal cruza uma rodovia estadual ou federal, poderá ser necessário fazer uma estimativa de custos mais sofisticada. O custo por metro de ponte pode ser obtido em órgãos estaduais ou federais, familiarizados com grandes pontes. Uma vez obtido esse dado, pode ser usado em todo o processo dos estudos a nível de pré-viabilidade.

#### **6.1.2.4 Estruturas Diversas**

Um canal comporta vários tipos de estruturas de controle, que regulam a vazão e o nível d'água, permitindo a distribuição de água e a operação geral do canal. O projeto dessas estruturas é muito importante para boa operação e a manutenção dos canais; no entanto, eles não são cruciais a nível de pré-viabilidade. Pode-se estimar que as tomadas d'água, estruturas de controle, quedas, vertedouros, etc. representam, em geral, 15% do custo total do canal. Esse percentual pode ser usado em boa parte do processo inicial de avaliação de planos alternativos. Entretanto, na seleção do plano final, tais custos devem ser refinados, podendo ser conveniente que se façam estimativas individuais para essas estruturas.

#### **6.1.3 Canais Secundários**

Os canais secundários conduzem água às áreas agrícolas do projeto. Durante a formulação de planos, as estimativas dos seus custos são feitas, em geral, a partir de custos unitários (por hectare). Tais custos são estimados, a partir de uma estimativa de custos para uma área amostra do projeto, sendo aplicados a todo o projeto. Eles podem variar entre US\$ 400 e US\$ 1000 por hectare, devendo, portanto, ser calculados para as condições específicas do projeto que estiver sendo analisado. Dados de outros projetos, recentemente construídos ou planejados, podem ser usados nas estimativas de custos a nível de pré-viabilidade; no entanto, muitos projetos que estão sendo planejados ou construídos têm outras combinações de canais abertos e tubulações. A combinação desses custos deve ser levada em consideração, quando da preparação de custos unitários para o projeto em estudo. Os dados de custos devem ser tirados de projetos que possuem sistemas secundários similares ao sistema do projeto em estudo.

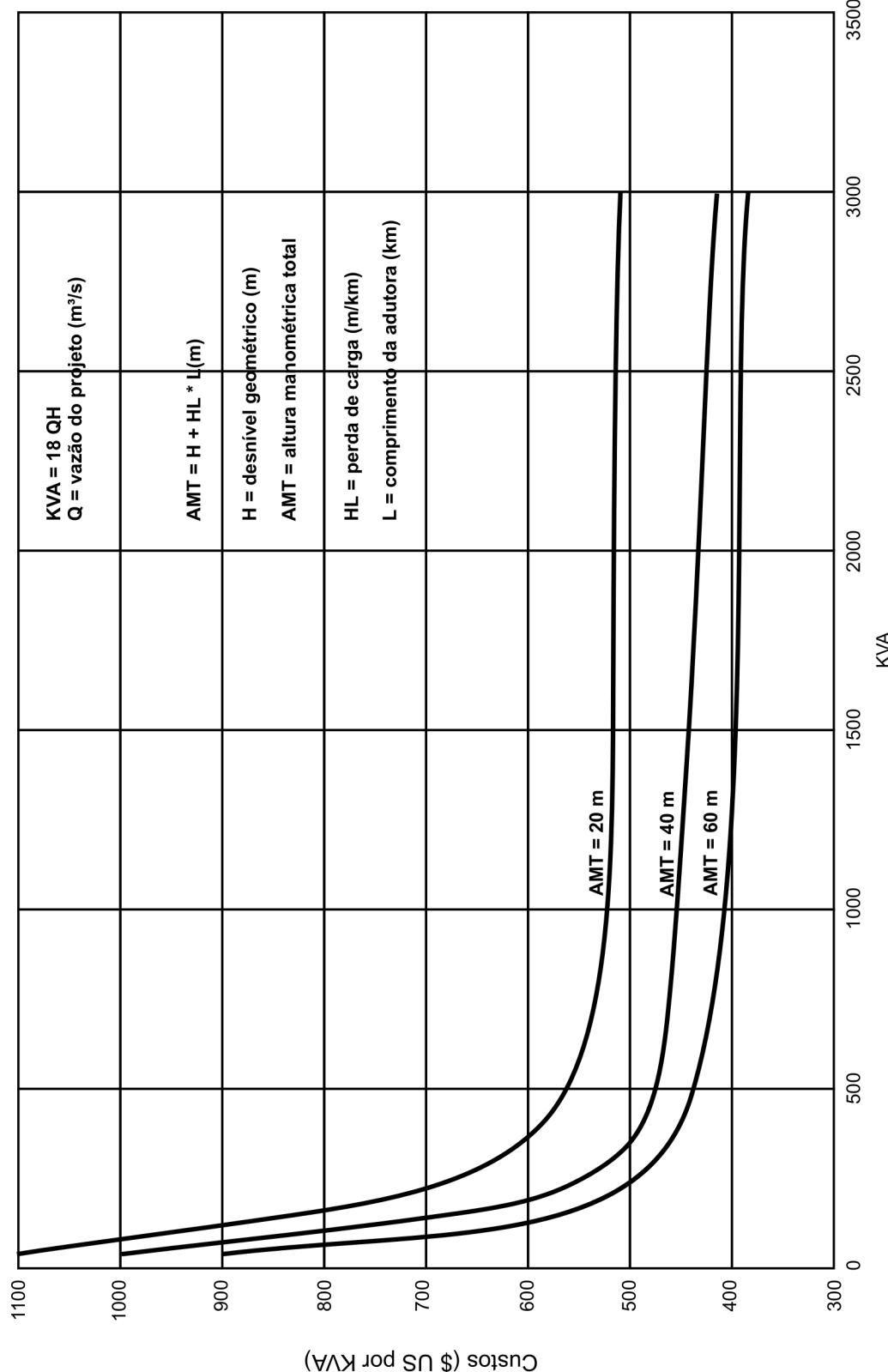
#### **6.1.4 Estações de Bombeamento**

Quando se consideram, na análise, diversos locais e portes das estações de bombeamento, a [Figura 6.7](#) pode ser usada para uma avaliação preliminar, muito rápida no início do processo de planejamento. Custos mais refinados são necessários para as alternativas finais. As figuras relacionadas podem ser usadas para estimar os custos dos vários itens das estações de bombeamento.

<a href="#">Figura 6.8</a>	Grupos Moto-Bomba
<a href="#">Figura 6.9</a>	Estruturas e Urbanismo
<a href="#">Figura 6.10</a>	Equipamentos Elétricos
<a href="#">Figura 6.11</a>	Equipamentos Diversos
<a href="#">Figura 6.12</a>	Subestações
<a href="#">Figura 6.13</a>	Tubulações de Recalque

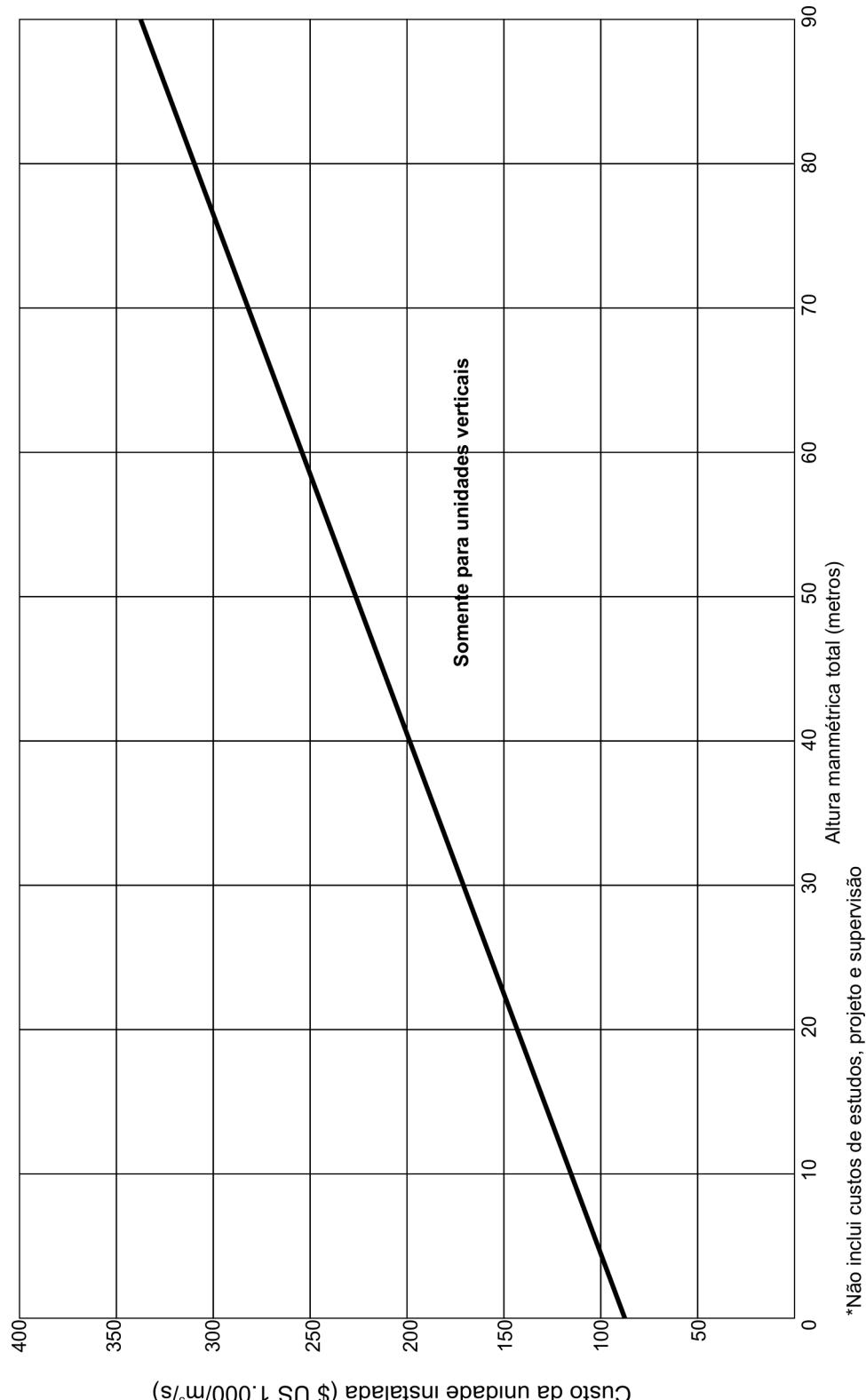
Caso as linhas de transmissão não passem perto do local da estação de bombeamento, deve ser estimado o custo de uma linha de transmissão, até aquele local. A [Tabela 6.1](#), que apresenta custos unitários (por quilômetro de linha), pode ser usada em estudos a nível de pré-viabilidade.

Em geral, as bombas das elevatórias são acionadas por motores elétricos. No entanto, no futuro, poder-se-ia pensar em bombas acionadas por turbinas acopladas no mesmo eixo, que aproveitariam desniveis de reservatórios, onde não se justificaria implantar hidrelétricas. As vazões turbinadas seriam as que tivessem que ser restituídas, de qualquer maneira, para atender as necessidades a jusante da barragem.



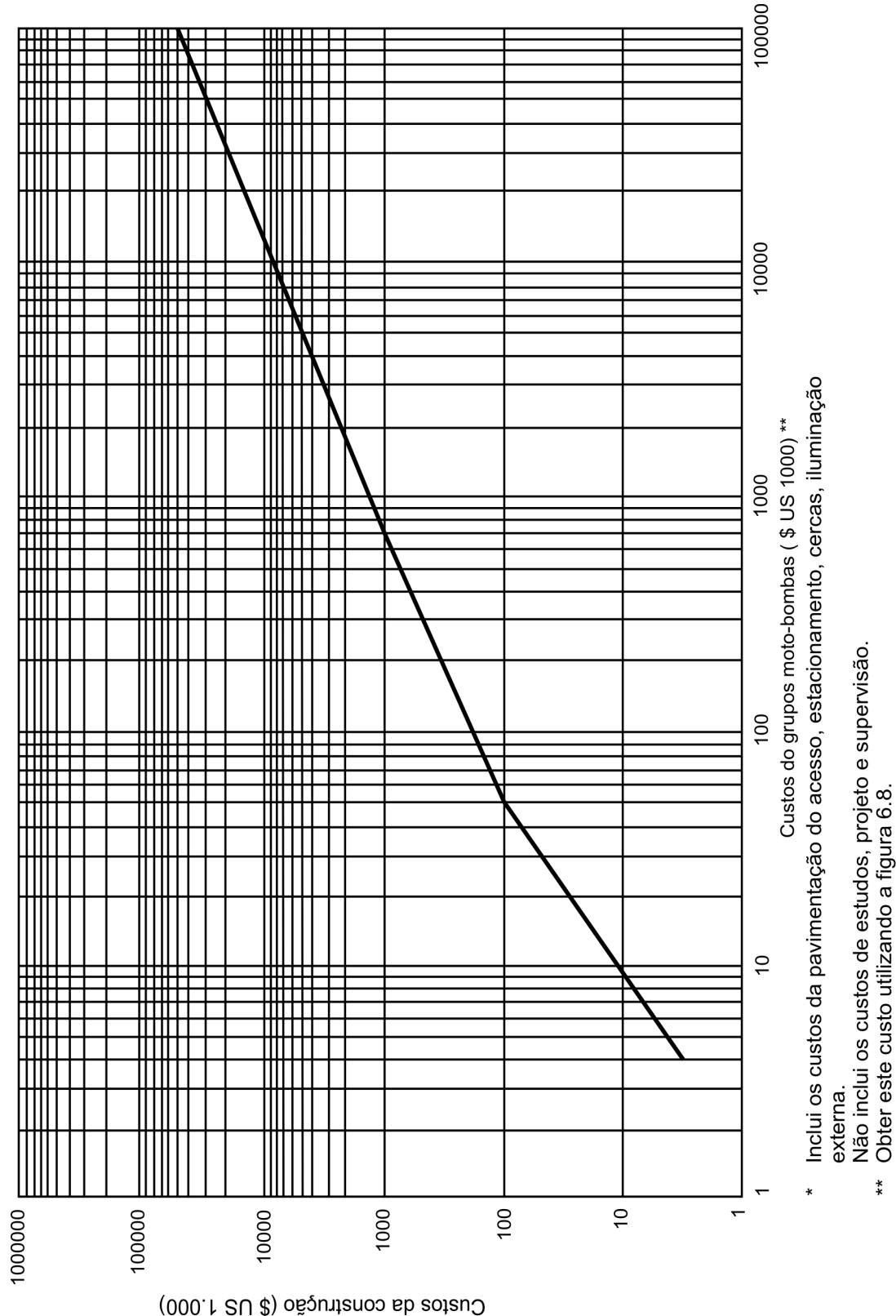
**Figura 6.7**

**Custos de Estações de Bombeamento a Nível de Pré-Viabilidade\***  
**(Preços de Janeiro de 1989)**



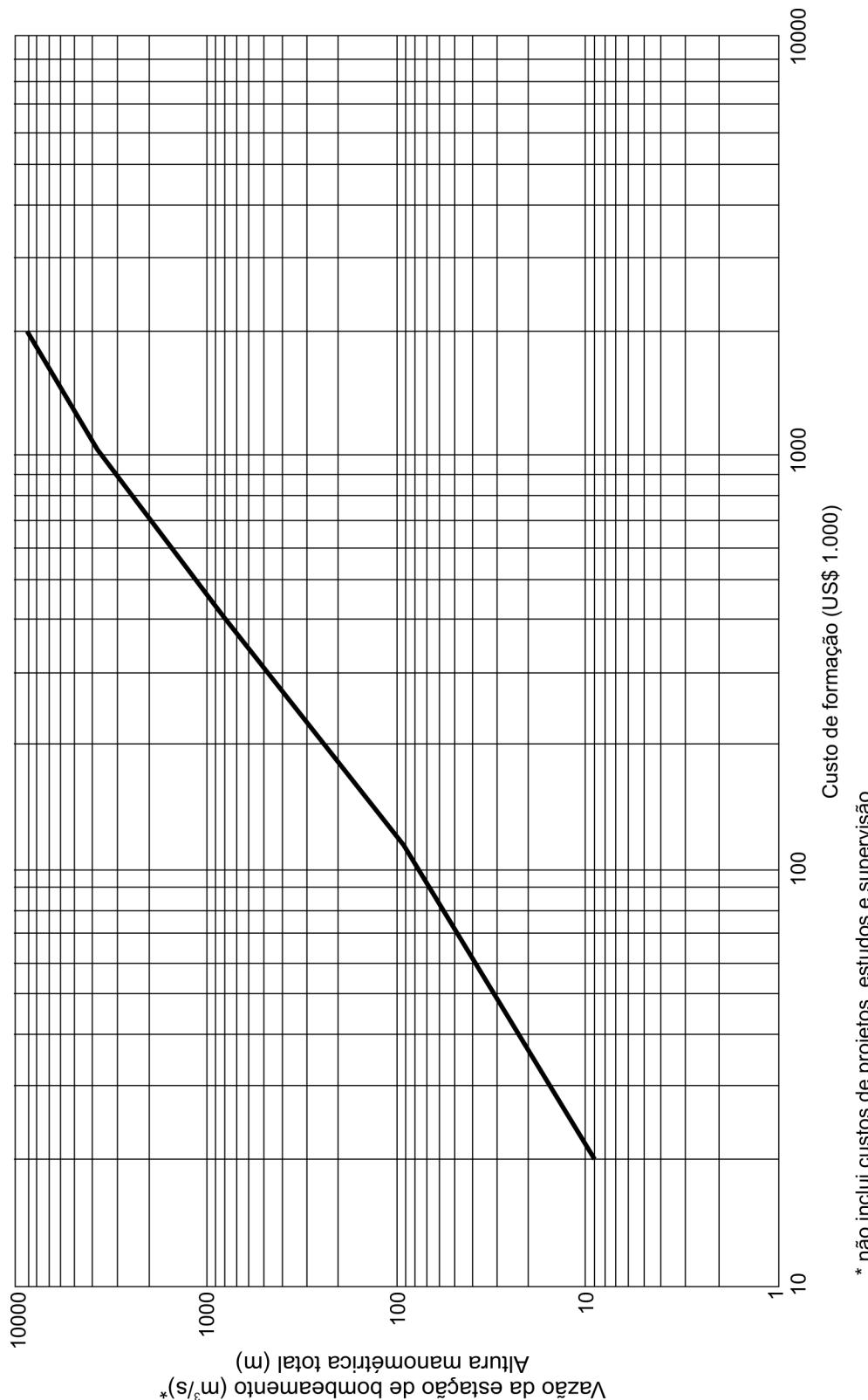
**Figura 6.8**

**Estações de Bombeamento - Custos de Grupos Moto-Bombas a Nível de Pré-Viabilidade \* (Preços de Janeiro de 1989)**



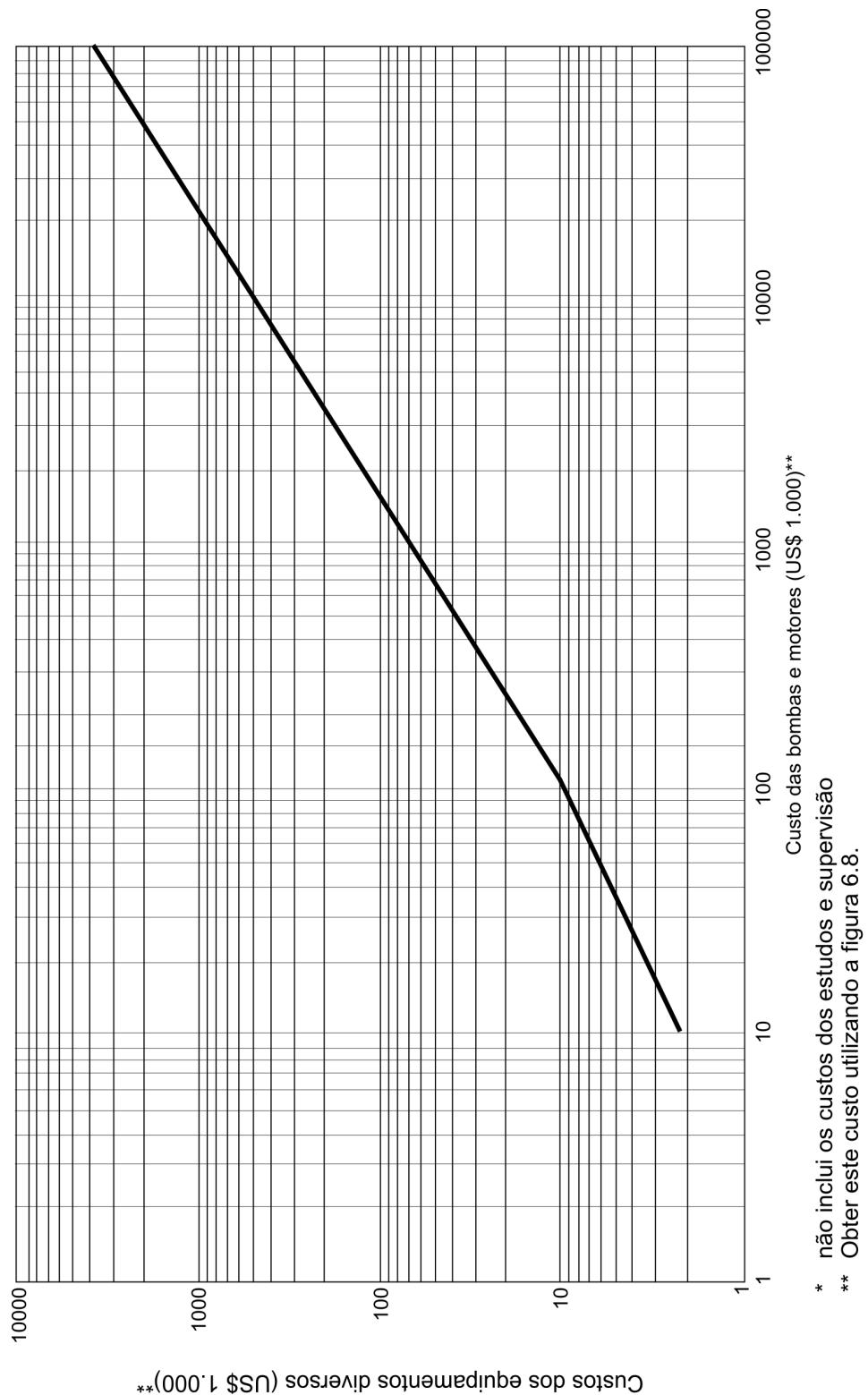
**Figura 6.9**

**Estações de Bombeamento. Custos de Casas de Bombas. Obras Civis e Urbanismo a Nível de Pré-Viabilidade (Preços de Janeiro de 1989)**



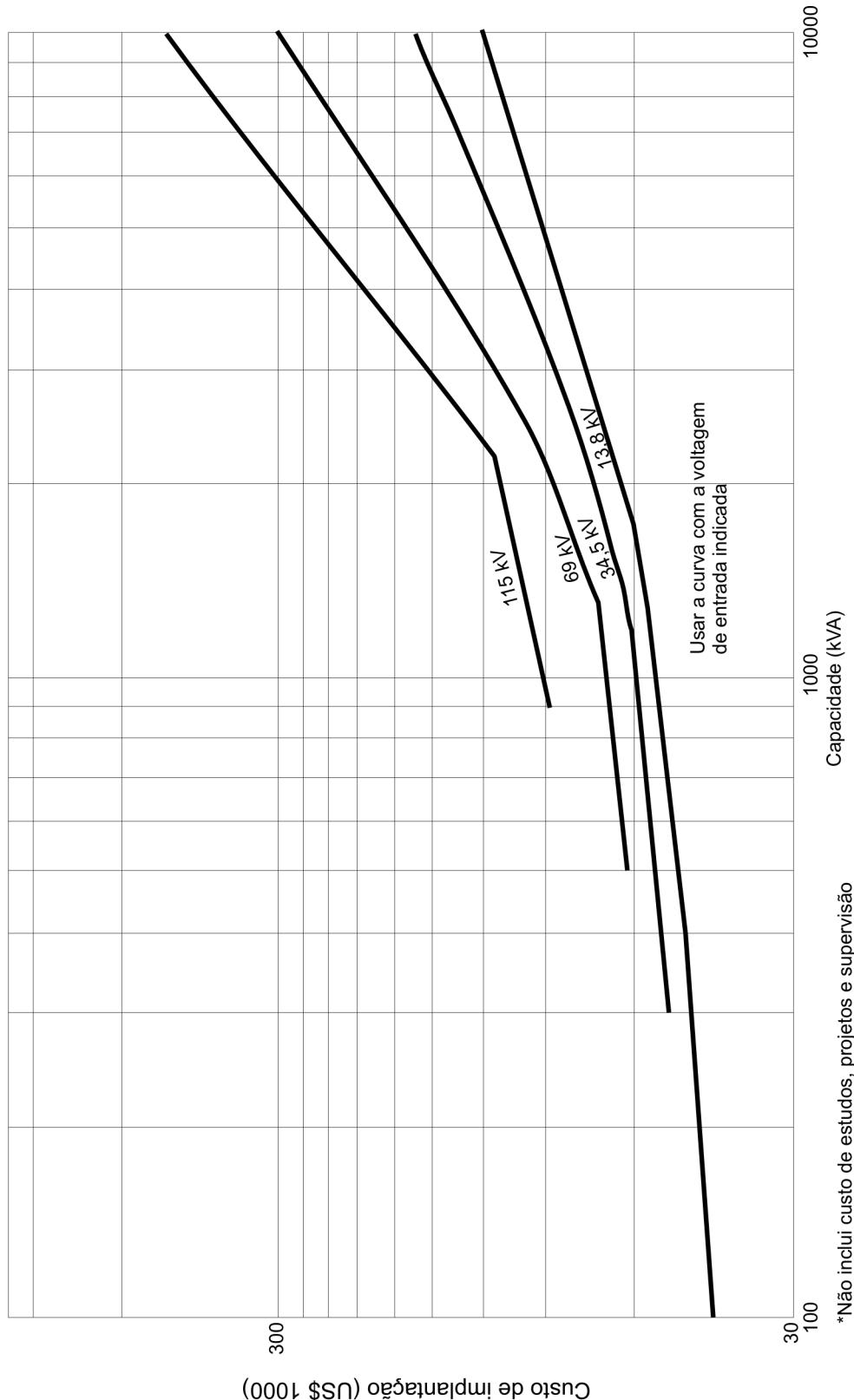
**Figura 6.10**

**Estações de Bombeamento - Custos de Equipamentos Elétricos a Nível de Pré-Viabilidade \* (Preços de Janeiro de 1989)**



**Figura 6.11**

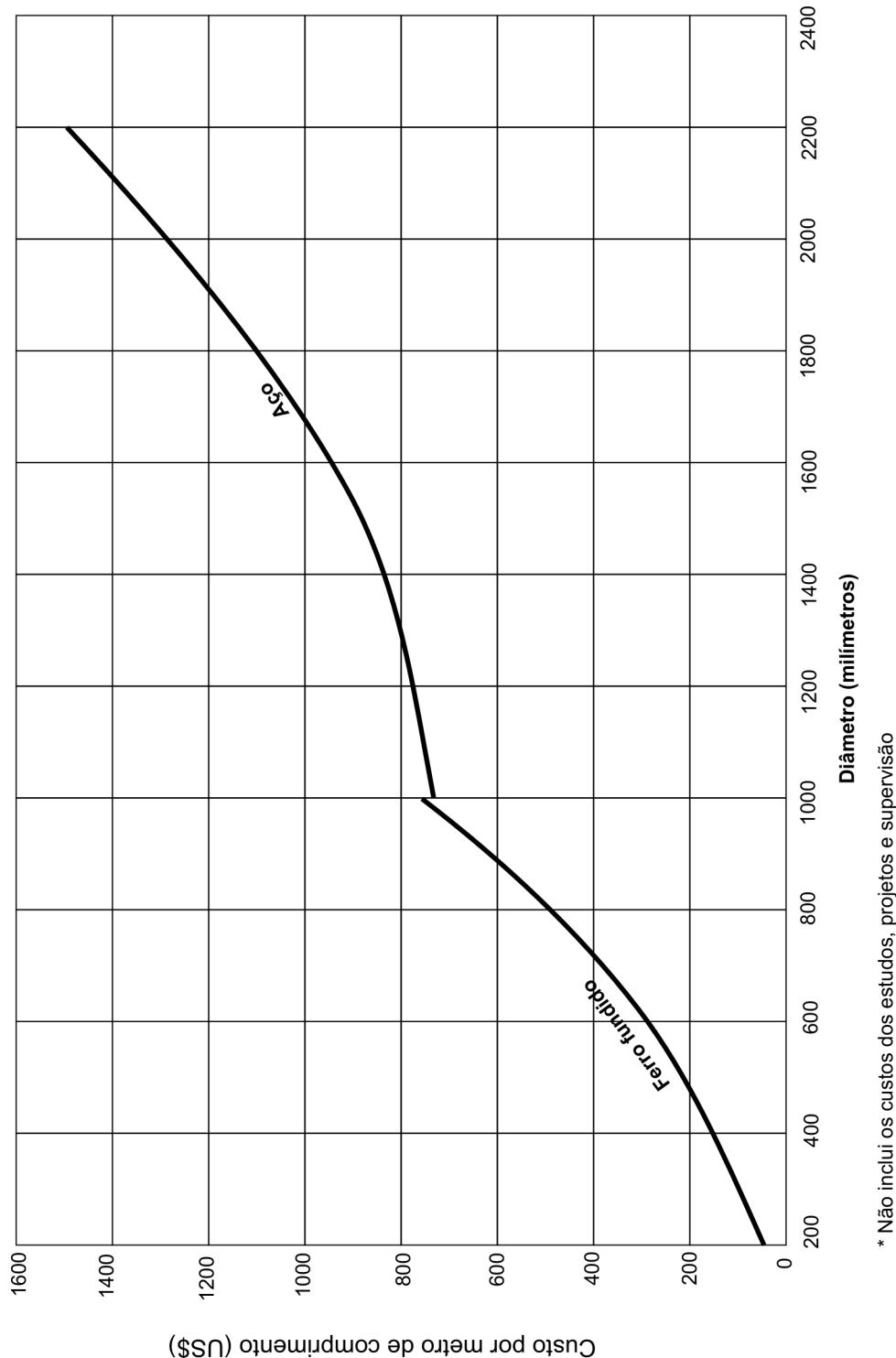
**Estações de Bombeamento - Custos dos Equipamentos diversos a Nível de Pré-Viabilidade \* (Preços de Janeiro de 1989)**



\*Não inclui custo de estudos, projetos e supervisão

**Figura 6.12**

**Estações de Bombeamento - Custos das Subestações Elétricas a Nível de Pré-Viabilidade \* (Preço de Janeiro de 1989)**



**Figura 6.13**

**Estimativa de Custos das Tubulações de Recalque (Custos x Diâmetro) a Nível de Pré-Viabilidade\* (Preços de Janeiro de 1989)**

**Tabela 6.1.** **Custos de Linhas de Transmissão  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$/km)**

Linha de Transmissão	CONCESSIONÁRIAS							
	CEMIG	COELBA	COSERN	CEPISA	CEMAR	SAELPA	COELCE	VALOR
13,8 kv-30-CS								
# 4 AWG	7.763	4.754	3.912	5.206	10.789	10.062		
# 1/0 AWG	10.320	5.449	5.743	5.200	14.565	14.069	14.152	8.248
# 4/0 AWG					20.435			
# 266,8KCM	15.905	8.100						
# 366,4 HCH	18.593	9.440			25.100	23.329		
69,0 kv-30-CS								
# 4/0 AWG		32.300	22.990	37.500			46.527	
# 266,0 HCH				30.000	35.000	21.591	49.527	
# 366,4 HCH	55.180	36.611	25.750		40.000		52.153	

#### **6.1.5 Estradas de Acesso**

A Tabela 6.2 apresenta os custos unitários para construção de estradas e para melhoria das existentes, referentes a vários Estados do Nordeste. Tais tipos de estimativas podem ser usados em estudos a nível de pré-viabilidade.

Com base nesses custos, resultaram valores de US\$ 40.000 por quilômetro, para melhoria de estradas existentes, e de US\$ 60.000 por quilômetro, para a construção de novas estradas. Tais valores foram adotados nos exemplos deste MANUAL.

**Tabela 6.2.** **Custos Unitários do Sistema Viário  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$/km)**

ALTERNATIVA	ESTADOS						
	BA	RN	MA	CE	PI	BNDES	VALOR
I	52.500	40.000	45.000	46.000	112.000	50.000	60.000
II	35.000	20.000	15.000	33.000		35.500	40.000

I - Implantação de 1,0 km de estrada de acesso, em revestimento primário, com espessura de 0,15 m.

II - Melhoramento de 1,0 km de um acesso existente, com espessura de 0,15 m.

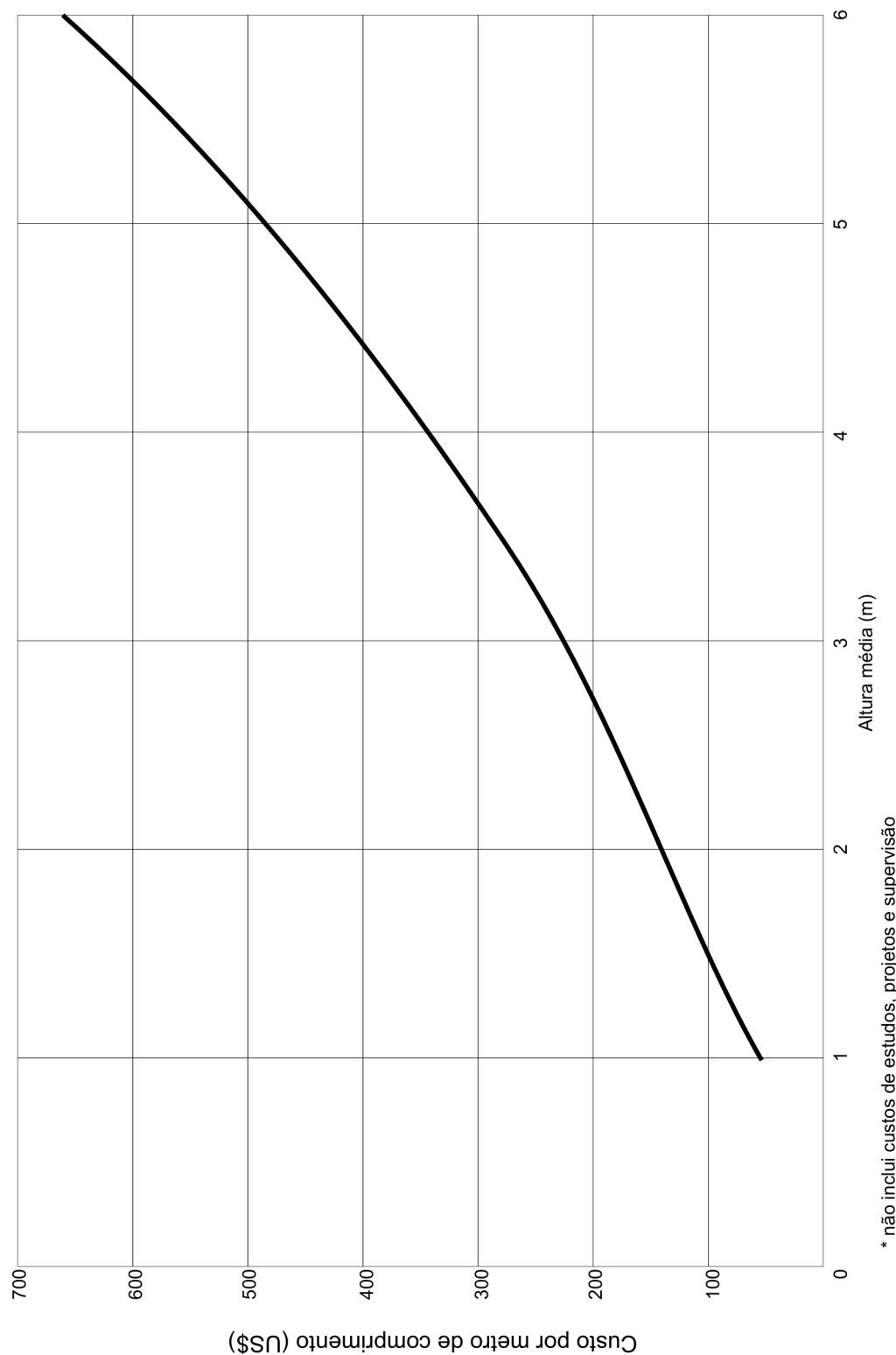
#### **6.1.6 Diques de Proteção**

Às vezes, podem ser necessários diques para proteger obras do projeto, ou áreas do mesmo.

A Figura 6.14 permite estimar os custos de diques, para estudos a nível de pré-viabilidade.

#### **6.1.7 Estrutura de Apoio**

A estrutura básica de apoio (linhas de transmissão, estradas, macrodrenagem) deve ser implantada para projetos dos Tipos B, C e D. Nas análises econômicas e financeiras, não são considerados como custos de construção, porque as tarifas de energia, os impostos e as taxas de melhoria são os meios normais para o resarcimento, de modo que, se os seus custos fossem computados, o estariam sendo duas vezes. Costu-



**Figura 6.14**

**Custos de Diques de Terra a Nível de Pré-Viabilidade\* (Preços de Janeiro de 1989)**

ma-se expressar estes custos através de valores por hectare, para fins de estabelecer prioridades para o desenvolvimento regional.

As [Tabelas 6.1 e 6.2](#) podem ser usadas para estimar os custos de estradas e de linhas de transmissão, para estudos a nível de pré-viabilidade. Os custos de macrodrenagem podem ser estimados com dados de outros projetos da área ou de custos de construções passadas.

A [Tabela 6.3](#) pode ser usada para resumir os custos das estruturas de apoio.

**Tabela 6.3**

**Resumo dos Custos das Obras de Infra-estrutura de Apoio  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

PROJETO	Tipo	
SOLOS:	ha	
ÁGUA:	m <sup>3</sup> /ano	
DISCRIMINAÇÃO		
ELETRIFICAÇÃO	Discriminação	Custo (US\$)
Subestações		
Linhas de Transmissão		
	Total	
MACRODRENAGEM		
	Total	
ESTRADAS		
Novas		
Melhoramentos		
CUSTOS TOTAIS DAS OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA (Elétrica de Macrodrrenagem e Vias) CUSTOS UNITÁRIOS DAS OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA (Elétrica de Macrodrrenagem e vias) \$/ha		

## 6.1.8 Outros Itens

Normalmente, há outros custos que deveriam ser considerados, também, como os de automação, equipamentos de operação e manutenção, centros de operação e manutenção e custos de aquisição de terras.

### 6.1.8.1 Automação

Quando se usam sofisticados sistemas de aspersão, com bombeamento num rio, é necessário automatizar muitos dispositivos de regulação dos projetos, tanto parcelares quanto de uso comum. A automação pode-se tornar um custo significativo, que deve ser considerado nos estudos a nível de pré-viabilidade. No entanto, como é apenas um de muitos custos similares, deve-se encontrar uma maneira rápida para fazer uma estimativa razoável. Os Projetos Formoso H e Barreiras, do Projeto Nordeste I, tem dispositivos de automação, cujos custos são os seguintes:

- Formoso H - US\$ 70/hectare;
- Barreiras - US\$ 169/hectare;

### 6.1.8.2 Equipamentos de Operação e Manutenção (O&M)

Estes equipamentos podem representar um investimento significativo para muitos projetos novos. Nos estudos a nível de pré-viabilidade, deve ser feita uma estimativa adequada dos mesmos. Foram preparadas estimativas de custos dos equipamentos de O&M para os seis subprojetos do Projeto Nordeste I, indicados nas [Tabelas 6.4 a 6.6](#). O custo unitário por hectare usado nos exemplos deste MANUAL é US\$ 140 (a preços de janeiro de 1989).

Para a maioria dos estudos de pré-viabilidade, podem ser estimados preços unitários.

**Tabela 6.4. Projeto Formoso H - Custos dos Equipamentos de O & M  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
PATRULHA MECANIZADA MANUTENÇÃO			
CAMINHÃO DE BOMBEIRO	1	5.796	5.796
GRUPO GERADOR	1	5.796	5.796
RETRO-ESCAVADEIRA	2	36.910	73.802
TRATOR DE ESTEIRA	1	110.060	110.060
MOTONIVELADORA	1	123.455	123.455
PÁ CARREGADEIRA	1	103.040	103.040
ROLO COMPACTADOR	1	75.155	75.155
CAMINHÃO PIPA	1	26.470	26.470
CAMINHÃO BASCULANTE	3	37.725	113.175
VEÍCULOS	2	19.300	38.600
SUBTOTAL			675.349

**Tabela 6.5.****Projeto Barreiras - Custos dos Equipamentos de O & M  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
PATRULHA MECANIZADA MANUTENÇÃO P.T.			
CAMINHÃO DE BOMBEIRO	2	5.796	11.592
GRUPO GERADOR	2	5.796	11.592
RETRO-ESCAVADEIRA	2	36.910	73.822
TRATOR DE ESTEIRA	2	110.060	220.120
MOTONIVELADORA	2	123.455	246.910
PÁ CARREGADEIRA	2	103.040	206.080
ROLO COMPACTADOR	2	75.155	150.310
CAMINHÃO PIPA	2	26.470	52.940
CAMINHÃO BASCULANTE	4	37.725	150.900
VEÍCULOS	2	19.300	38.600
SUBTOTAL			1.162.846

Como são três subprojetos distantes entre si, foram dimensionadas duas patrulhas: uma para Barreiras Norte e outra para Riacho Grande e Nupeba.

**Tabela 6.6****Estimativa dos Custos de Equipamentos de O & M dos Subprojetos do Projeto Nordeste I  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

SUB-PROJETO	CUSTO DE EQUIPAMENTOS		
	INVESTIMENTO	HECTARES	CUSTO/HA
FORMOSO H	675.349	4.874	139
BARREIRAS	1.162.846	8.739	133
GUADALUPE	1.578.030	11.439	138
ACARAÚ	1.045.488	7.576	138
TAB. LITORÂNEOS	968.760	7.020	138
TAB.RUSSAS	1.104.000	8.004	138
TOTAL	6.534.473	47.651	137

**6.1.8.3 Centros de Operação e Manutenção**

Nos planos alternativos, deve ser incluída uma estimativa de custos dos centros de operação e manutenção. Os valores abaixo foram desenvolvidos a partir de dados dos subprojetos do Projeto Nordeste I.

Subprojeto	Custo Unitário (US\$ por hectare)
Formoso H	144
Barreiras	-
Acaraú	78
Russas	69
Guadalupe	61
Tabuleiros Litorâneos	71
Valor Utilizado nos Exemplos do MANUAL	80

#### **6.1.8.4 Custo de Aquisição da Terra**

O custo de aquisição de terras para as obras do projeto - tais como barragens, reservatórios, canais e estações de bombeamento - é considerado como um custo de investimento do projeto.

Embora a aquisição de terras nem sempre seja uma despesa significativa, deve ser incluída nas estimativas de custos dos estudos de pré-viabilidade. Tais custos podem variar significativamente, devendo-se ter o cuidado de utilizar estimativas apropriadas. Esses custos variam entre US\$ 100 por hectare, nas áreas dos subprojetos Formoso H e Barreiras; e US\$ 35 por hectare, nos subprojetos Guadalupe e Tabuleiros Litorâneos. A **Tabela 6.7** apresenta algumas variações de valores em três áreas do Nordeste. As estimativas do custo das terras de um dado projeto devem ser, sempre, criteriosas.

Nos exemplos deste MANUAL, foram computados custos de terra apenas para barragens e reservatórios (exemplos de projeto do Tipo D e de planos alternativos com novas barragens).

**Tabela 6.7. Custos da Terra**

NAS PROXIMIDADES DO SUBPROJETO	CUSTOS DE 1989 (US\$/hectare)
FORMOSO H E BARREIRAS	100 - 115
RUSSAS E ACARAÚ	40 - 50
GUADALUPE E TABULEIROS LITORÂNEOS	35 - 45

#### **6.1.9 Investimentos Parcelares**

Vários itens importantes dos investimentos parcelares devem ser estimados em separado, sendo incluídos as análises econômica e financeira. Tais investimentos parcelares são:

- Sistemas de irrigação parcelar
- Desmatamento e sistematização
- Quebra-ventos
- Correção do solo.

Nos estudos de pré-viabilidade, podem ser usados valores unitários (por hectare) obtidos de outros projetos. Custos unitários para vários tipos de modelos de irrigação parcelar encontram-se nos subitens seguintes, sendo expressos em dólares de janeiro de 1989.

##### **6.1.9.1 Sistema de Irrigação**

Os custos do sistema de irrigação de projetos do Tipo B abrangem transformadores, elevatórias e equipamentos de irrigação.

Método de Irrigação	Custos de Investimento (US\$ por hectare)
Gravidade convencional	1.300
Aspersão convencional	2.400
Aspersão por pivô central	3.480
Inundação	1.150

Esses valores podem variar significativamente, de modo que os planejadores devem compará-los com os dados mais recentes, da área onde se localize o projeto potencial. Em fases posteriores dos estudos, deverão ser utilizadas informações mais detalhadas, específicas do projeto.

#### **6.1.9.2 Desmatamento, Sistematização e Quebra-Ventos**

As despesas com desmatamento, sistematização e quebra-ventos podem pesar significativamente nos custos parcelares; e variar consideravelmente, se a terra tiver sido trabalhada anteriormente, ou se estiver ainda no seu estado natural. As estimativas de custo devem basear-se em projetos planejados ou existentes, próximos à área do projeto com terrenos e vegetação similares. Os valores estimados para o Projeto Nordeste I variam entre US\$ 730 e US\$ 180 por hectare. A medida que os planos forem aperfeiçoados e mais dados de campo estiverem disponíveis, devem ser calculados custos específicos.

#### **6.1.9.3 Correção dos Solos**

Muitos solos do Nordeste são bastante ácidos e a aplicação de calcário é essencial para se obterem produtividades agrícolas razoáveis. Essa correção pode representar uma despesa inicial considerável no desenvolvimento agrícola, devendo ser considerada já nos estudos a nível de pré-viabilidade. Nos subprojetos do Projeto Nordeste I, esse custo é de US\$ 400 por hectare, tendo sido usado neste MANUAL. Quando se tiverem dados de campo, devem ser utilizados valores específicos.

#### **6.1.10 Imprevistos**

As estimativas de custo de cada item de um projeto devem incluir o item “imprevistos”, destinado a cobrir gastos em condições adversas e inesperadas.

Os imprevistos devem ser incluídos em todas as estimativas de custo, a nível de pré-viabilidade e de viabilidade, sendo computados como percentagens dos investimentos a serem somados - como um incremento - ao custo de cada componente importante do projeto. O custo de um componente após a soma dos imprevistos é chamado “custo de campo”. Todas as curvas usadas para estimar custos já devem incluir os imprevistos. Nas estimativas de custo a nível de pré-viabilidade, devem ser somados cerca de 30%; e, cerca de 20% a nível de viabilidade.

#### **6.1.11 Engenharia e Despesas Gerais**

No planejamento a nível de viabilidade, os custos de administração, engenharia e outros custos indiretos são estimados como um percentual dos “custos de campo”. Nas estimativas de custo a nível de pré-viabilidade, é suficiente prever 20%, a serem somados ao custo de cada componente, antes de ser incluído no quadro comparativo para análise de planos alternativos. No nível de viabilidade, os custos dos projetos finais e da supervisão de obras são considerados como parte desses 20%.

#### **6.1.12 Apresentação dos Custos**

Recomenda-se que os custos de investimento sejam arredondados ao valor mais próximo de US\$ 1.000 e os custos anuais, de US\$ 100. Dessa forma, a leitura dos números é mais fácil, além do que, sem nenhuma perda significativa de precisão, é possível se ter uma formatação uniforme dos custos, para o planejamento a nível de pré-viabilidade. A Tabela 6.8 mostra um exemplo de números não arredondados; e arredondados ao valor mais próximo de 1.000, para ilustrar as diferenças na aparência e na utilização.

**Tabela 6.8. Tabuleiros de Russas - Custos**

DISCRIMINAÇÃO	NÃO ARREDONDADO		ARREDONDADO	
	CUSTO (US\$) 16/01/89	CUSTO (NCz\$) 16/01/89	CUSTO (US\$) 16/01/89	CUSTO (NCz\$) 16/01/89
1. SERVIÇOS PRELIMINARES	4.281.861,29	4.188.753,26	4.282.000	4.189.000
. OBRAS CIVIS	4.281.861,29	4.188.753,26	4.282.000	4.189.000
2. OBRAS DE CAPTAÇÃO	3.478.818,54	3.539.450,66	3.479.000	3.539.000
. OBRAS CIVIS	3.244.854,48	3.311.495,34	3.245.000	3.311.000
. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	233.964,06	227.955,32	234.000	228.000
	3.478.818,54	3.539.450,66	3.479.000	3.539.000
3. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO PRINCIPAL	9.930.040,67	9.695.473,32	9.929.000	9.696.000
. OBRAS CIVIS	1.782.269,27	1.743.514,26	1.782.000	1.744.000
. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	1.007.198,90	981.331,68	1.007.000	981.000
. EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	2.240.200,49	2.196.108,39	2.240.000	2.196.000
. CONJUNTOS MOTO-BOMBA	4.900.372,01	4.774.518,99	4.900.000	4.775.000
	9.930.040,67	9.695.473,32	9.929.000	9.696.000
4. ADUTORA PRINCIPAL	13.944.827,18	13.622.076,72	13.945.000	13.622.000
. OBRAS CIVIS	765.589,22	781.312,43	766.000	781.000
. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	13.179.237,96	12.840.764,29	13.179.000	12.841.000
	13.944.827,18	13.622.076,72	13.945.000	13.622.000
5. CANAIS DE IRRIGAÇÃO	20.473.549,14	20.671.726,11	20.474.000	20.672.000
. OBRAS CIVIS	15.427.863,53	15.744.711,67	15.428.000	15.745.000
. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	2.273.975,28	2.215.574,27	2.274.000	2.216.000
. OBRAS E ARTES CORRENTES E ESPECIAIS	2.771.710,33	2.711.440,17	2.772.000	2.711.000
	20.473.549,14	20.671.726,11	20.474.000	20.672.000
6. RESERVATÓRIOS	704.352,05	718.817,61	704.000	719.000
7. INVESTIMENTOS PARCELARES (ON FARM)	23.153.655,24	22.584.626,31	23.154.000	22.585.000
. OBRAS CIVIS				
P/COLONOS	3.270.381,41	3.199.267,76	3.270.000	3.199.000
P/TÉCNICOS AGRÍCOLAS	751.303,84	734.966,92	751.000	735.000
P/AGRÔNOMOS	562.557,16	550.324,49	563.000	550.000
P/EMPRESÁRIOS	1.920.029,35	1.878.278,78	1.920.000	1.878.000
	6.504.271,76	6.362.837,95	6.504.000	6.362.000
. EQUIPAMENTOS				
P/COLONOS	7.588.516,86	7.364.396,44	7.589.000	7.364.000
P/TÉCNICOS AGRÍCOLAS	1.736.406,67	1.691.811,68	1.736.000	1.692.000
P/AGRÖNOMOS	1.300.212,40	1.266.819,90	1.300.000	1.267.000

## 6.2 Custos Anuais

Os custos anuais referem-se à operação e manutenção do projeto, uso de energia elétrica e produção agrícola.

### 6.2.1 Operação e Manutenção

Os custos anuais de operação e manutenção (O&M) são o valor das mercadorias e serviços necessários para operar o projeto e fazer a sua manutenção.

Tais custos incluem, normalmente: (1) salários do pessoal de operação; (2) custos da mão-de-obra e material necessários para a manutenção rotineira e os reparos; (3) supervisão; (4) despesas gerais; e (5) inspeções e avaliações periódicas.

No planejamento a nível de pré-viabilidade, os custos de reposição dos equipamentos de O&M podem ser calculados como um custo anual (percentual dos custos totais de O&M - vide o [item 6.2.1.1](#)). No entanto, nos exemplos deste MANUAL, os custos de reposição dos equipamentos de O&M foram calculados conforme descrito no [item 6.4](#).

Com exceção dos refinamentos de dados e detalhes, as estimativas de custos de O&M a nível de pré-viabilidade são elaboradas, em geral, da mesma maneira que as estimativas de viabilidade. Em alguns casos, entretanto, podem ser adotados outros métodos.

Os fatores que afetam os custos da operação e manutenção dos sistemas de irrigação são numerosos e variáveis. Deve ser considerado o tamanho do projeto; os custos da mão-de-obra, que podem diferir, mesmo em áreas vizinhas; o relevo e as condições dos solos, que têm um papel importante no número e na complexidade das estruturas de controle, afetando os custos de manutenção; a estabilidade dos canais e estruturas; os problemas de sedimentação e as condições de acesso às estruturas do projeto; a distância de adução de água e os bombeamentos.

A nível de pré-viabilidade, os dois métodos descritos a seguir são aceitáveis para estimar os custos de O&M da irrigação.

#### 6.2.1.1 Método Organizacional

Existem procedimentos para avaliar as necessidades de pessoal, equipamentos e material, passíveis de serem usados. Se os custos de pessoal tiverem sido determinados, os custos de O&M poderão ser estimados em condições médias, com base nas seguintes premissas:

Item	Percentual
Pessoal	60
Equipamentos	30
Materiais	10
Total	100

As despesas com pessoal incluem todos os encargos sociais.

### **6.2.1.1.1 Pessoal**

Os custos de pessoal representam cerca de 60% do custo de O&M. As necessidades de pessoal devem ser planejadas de forma a satisfazerem os requisitos específicos de cada projeto. O volume da mão-de-obra de manutenção necessária é influenciado pelo grau de mecanização. As práticas utilizadas em áreas irrigadas próximas podem ser usadas como base.

Os passos a seguir podem ser de utilidade para definir um plano organizacional seguro e uma boa estimativa de pessoal:

- Estabelecer o número de canaleiros;
- Estabelecer o número de divisões de recursos hídricos e as necessidades de pessoal de cada divisão, incluindo supervisores, mecânicos e trabalhadores;
- Estudar o sistema hídrico para definir as necessidades de pessoal para cuidar dos pontos de controle e das estações de bombeamento mais importantes.

Os salários pagos nas vizinhanças do projeto, para funções similares; ou em áreas irrigadas comparáveis, devem ser usados como base nas estimativas de custos.

### **6.2.1.1.2 Equipamentos**

Em estudos a nível de pré-viabilidade, os custos de equipamentos (como os da Tabela 6.5) podem ser tratados como custos anuais, equivalentes a 30% do custo total da operação e manutenção. Esse custo inclui o investimento inicial e a reposição periódica de equipamentos (esse valor anual deveria ser equivalente à aplicação do “fator de recuperação de capital”, ao custo de investimento dos equipamentos).

O custo total de O&M pode ser estimado dividindo-se o custo de pessoal por 0,60; o custo dos equipamentos é calculado, multiplicando-se o custo total de O&M por 0,30. Conforme indicado no item 6.2.1, os custos dos equipamentos não foram calculados dessa maneira (como custos anuais) nos exemplos deste MANUAL. Ao invés disso, nos exemplos, os custos de equipamentos de O&M foram incluídos como investimentos do projeto; os custos de reposição estão também incluídos na análise.

### **6.2.1.1.3 Materiais**

Os custos de materiais, como cimento, madeira, aço, tintas, produtos químicos, gasolina e outros, representam uma parte relativamente pequena do custo total de O&M. No planejamento a nível de pré-viabilidade, é suficiente prever cerca de 10% do custo total de O&M. Quando das estimativas mais aperfeiçoadas, ou nos casos onde são necessárias quantidades excepcionalmente grandes de certos materiais, pode ser necessário fazer estimativas de custo em separado.

### **6.2.1.2 Método dos Projetos Comparáveis**

As informações sobre custos podem ser obtidas geralmente em áreas irrigadas próximas, com condições comparáveis às esperadas no projeto em pauta. Muitos desses dados podem ser usados diretamente, embora seja necessário, geralmente, fazer ajustes para refletir as diferenças nos tamanhos das áreas dos projetos, nos bombeamentos, etc. A Tabela 6.9 apresenta dados de O&M estimados para o Projeto Nordeste I. Tais tipos de estimativas poderiam ser usados em projetos comparáveis.

**Tabela 6.9.** **Projeto Nordeste I - Custos de Operação e Manutenção nos Perímetros Irrigados (Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Itens	Formoso	Barreiras	Acaraú	Guadalupe	Tabuleiros Litorâneos	Tabuleiros Russas
<b>A.0 PESSOAL</b>						
<b>A.1 Gerência</b>						
Gerente	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
Secretária	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800
Motorista	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Subtotal	24.600	24.600	24.600	24.600	24.600	24.600
<b>A.2 Setor Admin. e Financeiro</b>						
Secretária	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800
Auxiliar Admin.	3.000	9.000	3.000	6.000	3.000	3.000
Motorista	1.800	5.400	1.800	1.800	1.800	1.800
Subtotal	9.600	19.200	9.600	12.600	9.600	9.600
<b>A.3 Setor de O&amp;M</b>						
Chefe	9.600	28.800	9.600	9.600	9.600	9.600
Auxiliar Admin.	3.000	9.000	6.000	3.000	6.000	6.000
Auxiliar Técnico	5.400	16.200	8.400	10.800	8.400	8.400
Inspetores	14.400	18.000	28.800	33.800	23.800	28.800
Canaleiros	31.200	28.800	60.000	73.200	56.000	64.000
Motorista	1.800	5.400	2.800	10.800	2.800	2.800
Operadores de Bombas	10.800	32.400	10.800	21.600	10.800	10.800
Técnicos Eletrônicos	5.400	5.400	10.800	12.600	10.800	10.800
Técnico Mecânico	4.800	4.800	9.600	14.400	4.800	12.400
Pedreiro	1.440	4.320	4.400	8.800	4.400	5.600
Vigia	3.600	10.800	5.400	8.700	5.400	6.200
Pessoal braçal	4.800	8.640	8.400	14.400	8.400	12.800
Operadores de Máquinas	21.600	33.600	33.600	58.700	33.600	33.600
Subtotal	117.840	206.160	198.600	280.400	181.800	211.800
<b>TOTAL PESSOAL**</b>	<b>198.000</b>	<b>324.900</b>	<b>303.000</b>	<b>412.900</b>	<b>280.800</b>	<b>320.000</b>
<b>B.0 EQUIPAMENTOS</b>	<b>94.400</b>	<b>162.600</b>	<b>146.800</b>	<b>220.600</b>	<b>135.500</b>	<b>154.300</b>
<b>C.0 SUPRIMENTOS E MATERIAIS</b>	<b>31.600</b>	<b>41.500</b>	<b>52.200</b>	<b>82.600</b>	<b>50.700</b>	<b>58.700</b>
<b>TOTAL O&amp;M</b>	<b>324.000</b>	<b>529.000</b>	<b>502.000</b>	<b>721.000</b>	<b>467.000</b>	<b>533.000</b>
Custo/ ha	66	61	66	63	67	67

\*\* Acrescido de 30%

### 6.2.1.3 Barragens e Reservatórios

Onde existirem barragens a montante de um desenvolvimento de irrigação proposto, será necessário operar os reservatórios para satisfazer as novas demandas. Os beneficiários do projeto proposto devem pagar pelo custo dessa operação e manutenção. Nos exemplos, esse custo foi estimado em US\$ 6 por hectare/ano. Na verdade, ele deveria ser estimado com base em dados de custo de O&M, específicos para o reservatório a ser utilizado.

## 6.2.2 Energia Elétrica

A energia elétrica consumida é calculada em função do volume bombeado, da vazão de bombeamento, da carga dinâmica total, e da eficiência global da bomba e do motor. As equações a seguir podem ser utilizadas para calcular a energia (em kWh) e a demanda (em kW).

$$\begin{aligned} \text{energia kWh} &= 0,002726 (V)(H)/e \\ \text{capacidade kW} &= 9,805 (Q)(H)/e \\ \text{força kVA} &= 18,5 Q^*H \end{aligned}$$

Onde Q é a vazão, em m<sup>3</sup>/s; V é o volume, em m<sup>3</sup>; H o recalque total, incluindo todas as perdas, em metros; e e é eficiência global do conjunto moto-bomba.

As eficiências globais de bombas e motores variam normalmente entre 0,75 e 0,80. Neste MANUAL, utilizou-se 0,75. Os custos da energia, incluem, normalmente uma parte relativa à demanda e outra, ao consumo. Para os subprojetos do Projeto Nordeste I, a tarifa composta de energia foi estimada em US\$ 0,051 por kWh, a preços de janeiro de 1989. Este valor ponderado inclui tanto a parte da demanda como do consumo. Neste MANUAL, a tarifa utilizada foi US\$ 0,0442 por kWh. Quando da elaboração de estudos, deverão ser pesquisados os melhores valores atuais.

## 6.2.3 Custos de Produção Agrícola

Os custos de produção agrícola são anuais. Normalmente, destinam-se ao financiamento de maquinário, herbicidas, fertilizantes, sementes, mão-de-obra, etc. As despesas médias de produção anual dos subprojetos do Projeto Nordeste I estão indicadas na Tabela 6.10.

**Tabela 6.10. Custo Médio de Produção Anual**

PROJETO	US\$/ha
FORMOSO H	1.450
BARREIRAS	1.370
TABULEIROS LITORÂNEOS	1.840
GUADALUPE	1.040
BAIXO ACARAÚ	1.730
RUSSAS	1.770

## 6.3 Assistência Técnica

Durante o período de construção e de desenvolvimento agrícola, é indispensável que os agricultores recebam assistência técnica. O reconhecimento dessa necessidade, no início do processo de planejamento, é uma maneira de garantir que ela não seja negligenciada durante os estudos posteriores e na eventual implementação do projeto. Nos exemplos deste MANUAL, considerou-se um custo de assistência técnica de US\$ 40 por hectare/ano, nos primeiros cinco anos. Essa despesa é incluída nos exemplos no fim deste capítulo, bem como em capítulos subsequentes, ao serem mostrados os custos.

## 6.4 Custos de Reposição

São os custos de substituição de peças ou de todos os componentes principais que fiquem desgastados durante a vida do projeto.

Os componentes para os quais são estimados, normalmente, custos de reposição são os seguintes:

- Equipamentos mecânicos e elétricos;
- Tubulações de recalque;
- Tubulações pressurizadas (enterradas);
- Equipamentos de automação;
- Equipamentos de aspersão;
- Equipamentos de O&M.

Os custos de reposição devem ser incluídos nas análises financeiras e econômicas.

A [Tabela 6.11](#) dá um exemplo de dados sobre os custos de reposição usados na análise financeira no Projeto Nordeste I. O “sinking fund factor”, às vezes chamado fator de acumulação, pode ser usado quando forem desejados valores anualizados dos benefícios e custos. De outra forma, os valores referentes à reposição são incluídos no fluxo de caixa, no ano posterior à expiração da vida útil dos componentes (vide Capítulo 8).

**Tabela 6.11. Dados Sobre Custos de Reposição**

Estrutura	Taxa de Juros %	Percentual de Reposição	Vida Econômica (Ano)	Fundo Financeiro “Sinking” (Fator)
Equip. Elet. e Mecânicos				
- Est.Bomb.Principais	8	80	15	0,03683
- Est.Pressurização	8	80	15	0,03683
Estruturas do Canal	8	80	15	0,03683
Reservatórios de Regulação	8	80	15	0,03683
Tubulações (enterradas)	8	100	25	0,01368
Linhas Elétricas	8	100	25	0,01368
Equipamentos Automação	8	100	10	0,06900
Equipamentos Aspersão	7	80	6	0,13980
Equipamentos de O&M	7	80	6	0,13980

## 6.5 Nomenclatura dos Componentes do Projeto

É útil dar nomes aos componentes do projeto, pois ajuda o planejador a identificá-los durante o processo de formulação de planos.

Uma vez escolhidos, os nomes tendem a se tornar permanentes, podendo ser usados durante muitos anos, se o projeto vier a ser implantado. Portanto, deve-se tomar cuidado ao escolher esses nomes, para que sejam curtos, significativos para os usuários eventuais do projeto, e correspondam à toponímia da área do projeto.

Os componentes que deveriam ter nomes são: barragens, reservatórios, estações de bombeamento, canais e tubulações de recalque. Os canais secundários, estradas, pontes, sifões, etc., são, normalmente, estruturas associadas a uma grande estrutura, com nome.

## EXEMPLOS

### ESTIMATIVAS DE CUSTOS DE INVESTIMENTO

#### A Organização dos Planos Alternativos

Para poder avaliar, rapidamente, muitas alternativas, o que é importante num planejamento de pré-viabilidade, costuma-se estabelecer curvas de custo para todos os componentes potenciais do projeto, considerando a sua possível gama de tamanhos. São curvas relacionando custos e capacidades, em unidades padrão, como:

Barragens e reservatórios	- Custo em função da capacidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Canal (trechos)	- Custo em função da vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
Estações de bombeamento	- Custo em função da potência (kW)

#### Outros (barragens de derivação, sifões, pontes, etc.)

Para facilitar as verificações, as estimativas de custos devem ser apresentadas de forma organizada. Todo o seu planejamento deve ser feito por componente, conforme mencionado e mostrado nos exemplos e tabelas comparativas.

O custo de cada componente deve incluir 30% para imprevistos e 20% para custos de engenharia e administração, e ser transferido para um resumo do plano.

#### Estimativas de Custos de Barragens e Reservatórios

A primeira etapa para estimar o custo de um reservatório é desenhar a seção longitudinal da barragem, tirada de um mapa topográfico ([Figura 4.1](#)). A partir do esquema do reservatório (apresentado no Capítulo 5), o planejador indica o nível d'água no perfil e soma 3 metros de borda livre, para obter a cota da crista da barragem. No fim deste item, consta o exemplo que permitiu estimar o volume do maciço. As [Figuras 6.2 e 6.3](#) são utilizadas para definir o custo do maciço; e a [Figura 6.4](#), os custos de construção do vertedouro e da tomada d'água. Os custos das fundações são estimados em cerca de 20% do custo do maciço. Um breve resumo dos elementos de custo de uma barragem deve ser elaborado da maneira abaixo:

	US\$ de (mês/ano)
Maciço	
Fundações	
Vertedouro	
Obras de tomada d'água	
Total	
Custos de engenharia (20%)	
Imprevistos (30%)	

Elabora-se um gráfico indicando as curvas de custos da barragem e do reservatório, em função da capacidade deste último. Essas curvas devem abranger todos os tamanhos da barragem e reservatório e os custos respectivos, a serem considerados nos planos alternativos. Foi preparado um exemplo de curva “custo versus capacidade”, usado para demonstrar os procedimentos de planejamento deste MANUAL.

A estimativa de custo da barragem para o exemplo alternativo do Projeto Tipo D e a curva “custo versus capacidade” encontram-se no fim deste item.

### **Exemplo de Custo de um Canal**

Conforme apontado no esquema do Capítulo 5, neste exemplo o canal começa na tomada do reservatório, na cota 457,5. O esquema mostra os leiautes dos canais pelas duas margens do rio. Uma estimativa do custo do canal foi preparada para o canal da margem direita (48,4 km) para o exemplo alternativo do Projeto do Tipo C. Mostram-se as localizações de pontes viárias, travessias para pedestres, bueiros transversais às obras de drenagem, sifões e estruturas de tomada d’água. Os custos unitários do canal são obtidos através da [Figura 6.6](#). O resumo de custos do canal inclui a soma dos custos de todos os bueiros e pontes. Os custos dos sifões são calculados pela [Figura 6.13](#). Os custos das estruturas diversas foram estimados em 15% do custo do canal principal.

Todas as estimativas de custos do canal apresentadas neste MANUAL foram elaboradas, seguindo o exemplo apresentado neste item. O leiaute do canal e a estimativa de custos encontram-se no fim deste item.

### **Exemplo de Custo de uma Estação de Bombeamento**

As curvas de estimativas de custos de estações de bombeamento, ([Figuras 6.8 a 6.13](#)) incluem os seguintes componentes:

- [Figura 6.8](#) Grupos moto-bomba
- [Figura 6.9](#) Estruturas e urbanismo
- [Figura 6.10](#) Equipamentos elétricos
- [Figura 6.11](#) Equipamentos diversos
- [Figura 6.12](#) Subestações
- [Figura 6.13](#) Tubulações de recalque
- [Tabela 6.14](#) Linhas de Transmissão

Observe-se que no exemplo foi apresentado um esquema para mostrar as cotas críticas, a altura de bombeamento e as perdas de carga, permitindo que o Engenheiro de Planejamento conheça a cota inicial do(s) canal(is) e compute a potência das bombas e as necessidades médias anuais de energia. As estimativas de custos referentes às estações de bombeamento já são dadas no fim deste item.

## **CUSTOS ANUAIS**

### **Estimativa de Custos de Operação e Manutenção**

O único custo de operação e manutenção das estruturas de uso comum referente aos projetos do Tipo B é o custo de operação do reservatório existente que atenda a demanda do projeto. O custo unitário é US\$ 6/ha (vide [Item 6.2.1.1.3](#)) (\$ 6 x 2.410 ha = \$ 14.400).

Os custos de operação e manutenção dos projetos dos Tipos C e D foram estimados com base nos dados do Projeto Formoso H, na [Tabela 6.9](#), conforme indicado no [item 6.2.1.2](#).

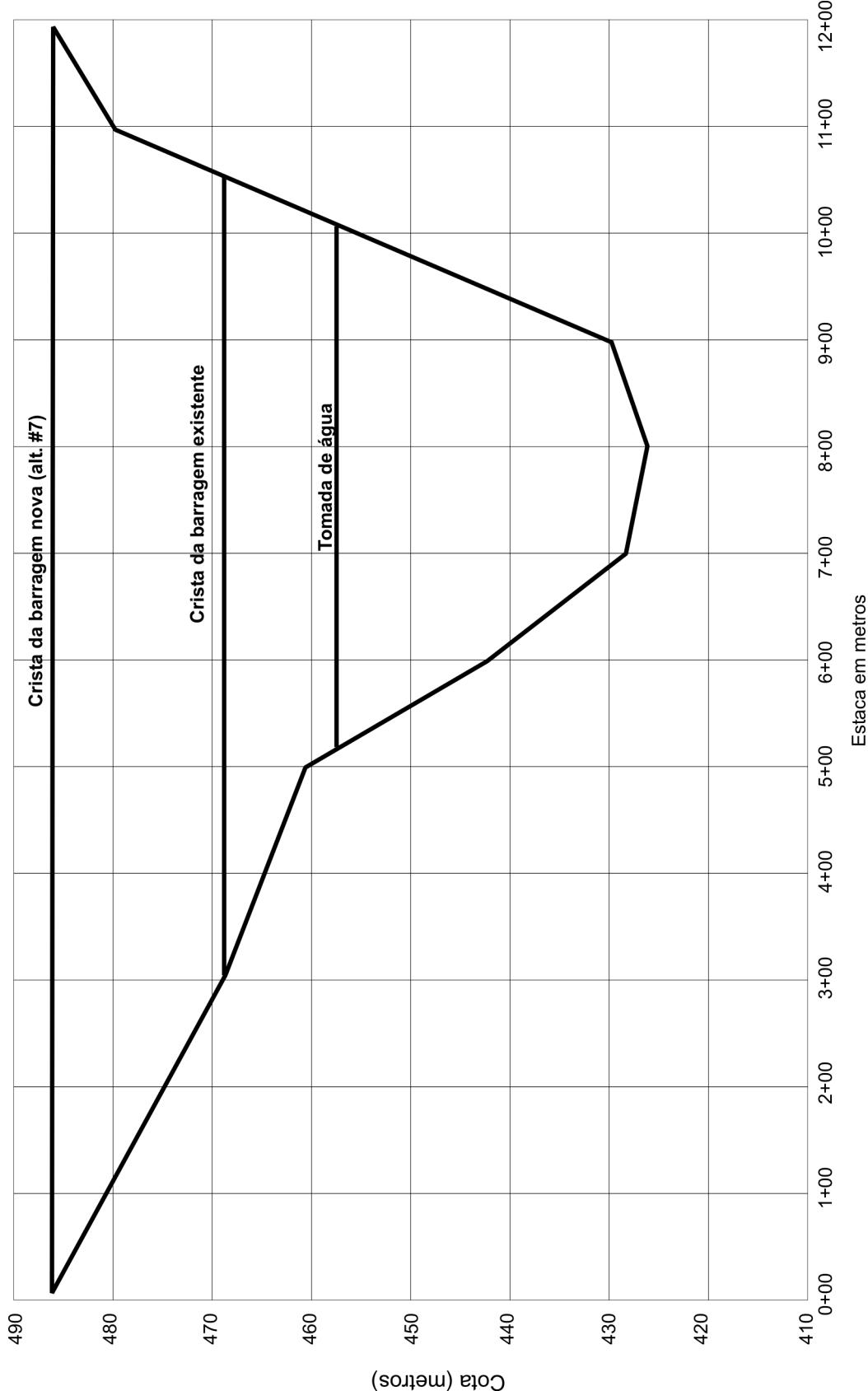
No projeto do Tipo C, admitiu-se que os custos de administração fossem iguais aos custos de administração do Projeto Formoso H.

No projeto do Tipo C, a irrigação é por gravidade; no Projeto Formoso H é por aspersão. Portanto, os eletricistas, os operadores das bombas e um mecânico, devem ser retirados da lista de pessoal do departamento de O&M do projeto Formoso H, antes de serem usados os custos do pessoal de O&M para estimar esses custos nos projetos do Tipo C. O custo unitário (US\$/ha) foi calculado pelos custos de pessoal de O&M do projeto Formoso H, após se removerem as posições acima mencionadas. Esse custo unitário foi multiplicado pela área do projeto, para se obter o custo do pessoal de O&M de projetos do Tipo C.

Todos os custos de pessoal devem ser aumentados em 30%, para incluir os encargos sociais.

Usando-se o sistema descrito no [item 6.2.1.1](#), o custo total de pessoal foi dividido por 0,60 para se obterem os custos totais de O&M, os quais, multiplicados por 0,30 e 0,10, levaram aos custos dos equipamentos e materiais, respectivamente.

Nos exemplos deste MANUAL, não foram usados custos anuais de reposição de equipamentos de O&M, calculados usando-se o “sinking fund factor”, embora isso pudesse ter sido feito. Esses custos, de fato, foram computados no fluxo de caixa dos custos do projeto, à medida das necessidades de reposição, durante o período de análise. O investimento inicial em equipamentos de O&M foi considerado, também, como um investimento do projeto. Conseqüentemente, dos custos totais de O&M, foram abatidos os custos do equipamento (30% dos custos totais de O&M).



**Figura 6.15**

**Perfil do Eixo da Barragem**

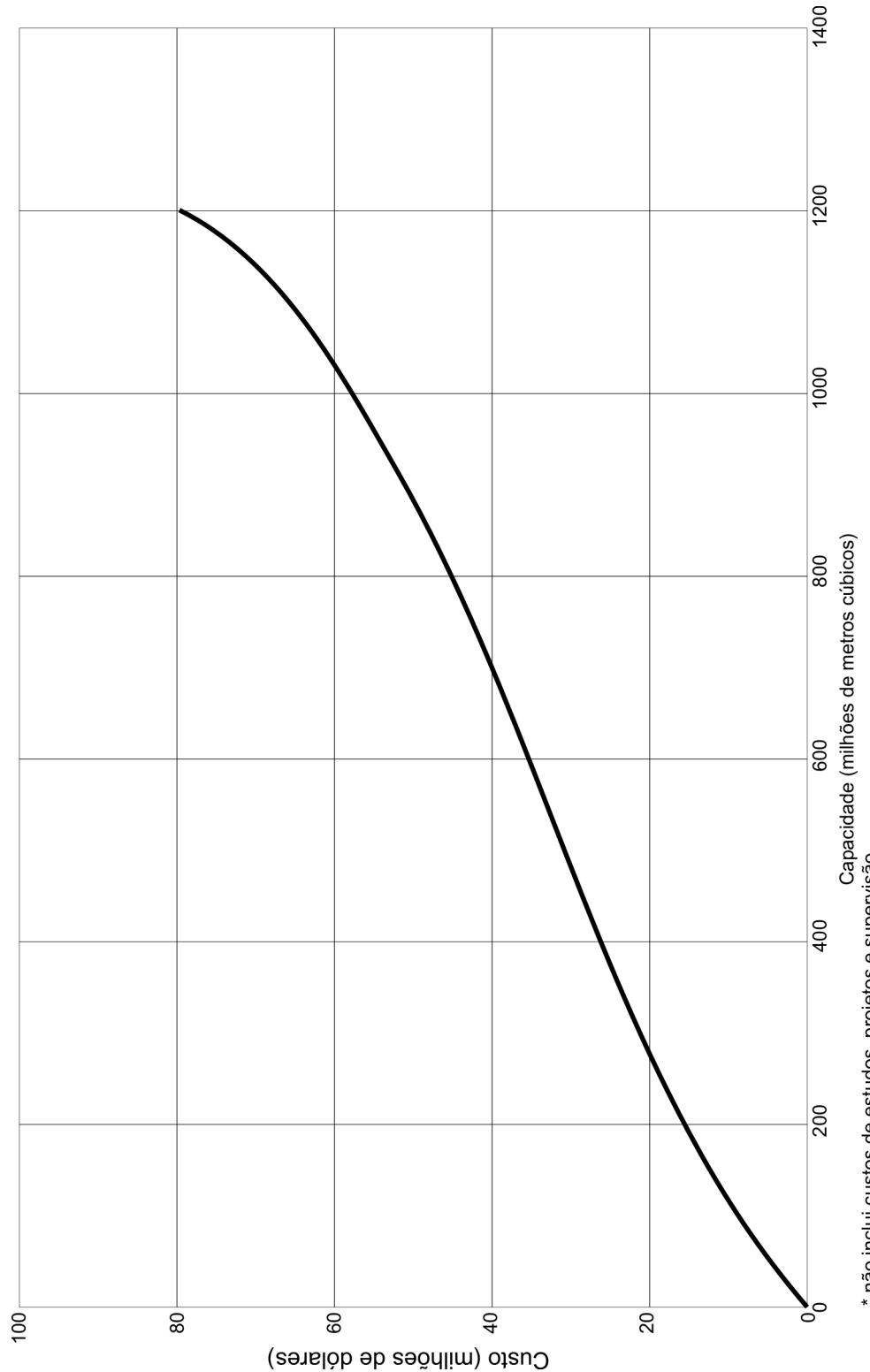
**Tabela 6.12. Estimativa de Custos da Barragem  
(Preços de Janeiro de 1989 em US\$)**

Barragem			Reservatório		
Elevação da Crista:	483,0 m	Área Superficial 2.850 ha.			
Elevação do nível da água:	480,0 m	Capacidade @ 480,0 m 804x106			
Borda Livre:	3,0 m	Capacidade Inativa @ 457,4 m 310x106			
Estaca 100(m)m	Altura aterro (m)	Volume de Aterro (Fig 6.2) Volume (m³/m)	Média (m³/m)	Comprimento (m)	Volume(m³)
0+00	0	10			
			345	310	106.950
3+10	14	680			
			1090	210	228.900
5+20	23	1500			
			3750	130	487.500
6+50	53	6000			
			6500	150	975.000
8+00	57	7000			
			6500	100	650.000
9+00	53	6000			
			4350	60	261.000
9+60	33	2700			
			2100	75	157.500
10+35	23	1500			
			1090	65	70.850
11+00	14	680			
			340	100	34.000
12+00	0	0			
Total				1.200	2.971.700
Custo de Aterro (Fig 6.3)					
Custo unitário @ \$5,62/m³ x 2.971.700 m³					\$16.700.000
Custo de Fundação (20%)					
0,20 x 16.700.000					3.340.000
Custo de Vertedor (Fig 6.4)					
57 m x 500 m³/s ** = 1.275 (Fig 6.4)					10.125.000
Custo de Obras de descarga (Fig 6.4)					
57 m x 30m³/s = 312 (Fig 6.4)					6.000.000
Total					36.165.000
+ 20% para estudos e supervisão de obras					7.233.000
Total					43.398.000
Desmatamento e Relocalização Infra-estrutura					1.677.000
Reassentamento					1.425.000
<b>CUSTO TOTAL DA BARRAGEM &amp; RESERVATÓRIO</b>					<b>46.500.000</b>

\*\* Enchente Máxima Provável

 $10^6 = 1.000.000$ 

m³ = METRO CÚBICO



**Figura 6.16**

**Custo do Reservatório x Capacidade (Preços de Janeiro de 1989) \***

**Tabela 6.13. Estimativa de Custos do Canal da Margem Direita  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Vazão inicial, Q = 3,7 m³/s i = 0,0003						
Estaca (m)	Comprimento (m)	Perda de carga (m)	Altura (m)	Vazão m³/s	Custo por metro (US\$)	Custo total (US\$)
0+00	a Barragem		457,50			
	500	0,15		3,70	155	77.500
5+00			457,35			
	200	0,06		3,70	155	31.000
7+00	ponte		457,29			
	600	0,18		3,70	155	93.000
13+00	bueiro		457,11			
	700	0,21		3,70	155	108.500
20+00			456,90			
	500	0,15		3,70	155	77.500
25+00			456,75			
	1.000	0,30		3,70	155	155.000
35+00	ponte		456,45			
	400	0,12		3,70	155	62.000
39+00	bueiro		456,33			
	700	0,21		3,70	155	108.500
46+00	bueiro		456,12			
	800	0,24		3,70	155	124.000
54+00	bueiro		455,88			
	600	0,18		3,70	155	93.000
60+00	bueiro		455,70			
	500	0,15		3,70	155	77.500
65+00	ponte		455,55			
	200	0,06		3,70	155	31.000
67+00	bueiro		455,49			
	600	0,18		3,70	155	93.000
73+00	bueiro		455,31			
	800	0,24		3,70	155	124.000
81+00	bueiro		455,07			
	700	0,21		3,70	155	108.500
88+00	ponte		454,86			
	1.500	0,45		3,70	155	232.500
103+00	bueiro		454,41			
	900	0,27		3,70	155	139.500

**Tabela 6.13. Estimativa de Custos do Canal da Margem Direita  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$) [Continuação]**

Vazão inicial, Q = 3,7 m <sup>3</sup> /s i = 0,0003						
Estaca (m)	Comprimento (m)	Perda de carga (m)	Altura (m)	Vazão m <sup>3</sup> /s	Custo por metro (US\$)	Custo total (US\$)
112+00	ponte		454,14			
	1.500	0,45		3,70	155	232.500
127+00	ponte		453,69			
	1.000	0,30		3,70	155	155.000
137+00			453,39			
	1.000	0,30		3,70	155	155.000
147+00	ponte		453,09			
	700	0,21		3,70	155	108.500
154+00	bueiro		452,88			
	200	0,06		3,70	155	31.000
156+00	sifão, entr.		452,82			
	600	1,70		3,0		
162+00	sifão, saída		451,12			
	1.000	0,30		3,0	140	140.000
72+00	ponte		450,82			
	1.500	0,45		3,0	140	210.000
187+00	ponte/bueiro		450,37			
	2.300	0,69		3,0	140	322.000
210+00	bueiro		449,68			
	1.300	0,39		3,0	140	182.000
223+00	bueiro		449,29			
	1.200	0,36		3,0	140	168.000
235+00	ponte		448,93			
	2.000	0,60		3,0	140	280.000
255+00	bueiro		448,33			
	500	0,15		3,0	140	70.000
260+00	ponte		448,18			
	1.700	0,51		3,0	140	238.000
277+00	ponte		447,67			
	3.700	1,11		3,0	140	518.000
314+00	ponte		446,56			
	4.000	1,20		3,0	140	560.000
354+00	ponte		445,36			
	1.500	0,45		3,0	140	210.000
369+00	bueiro		444,91			

**Tabela 6.13.** **Estimativa de Custos do Canal da Margem Direita  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$) [Continuação]**

Vazão inicial, Q = 3,7 m <sup>3</sup> /s i = 0,0003						
Estaca (m)	Comprimento (m)	Perda de carga (m)	Altura (m)	Vazão m <sup>3</sup> /s	Custo por metro (US\$)	Custo total (US\$)
	100	0,03		3,0	140	14.000
370+00	ponte/bueiro		444,88			
	200	0,06		1,50	110	22.000
372+00	bueiro		444,82			
	500	0,15		1,50	110	55.000
377+00	bueiro		444,67			
	100	0,03		1,50	110	11.000
378+00	bueiro		444,64			
	1.600	0,48		1,50	110	176.000
394+00	ponte		444,16			
	4.300	1,29		1,50	110	473.000
437+00	ponte/bueiro		442,87			
	300	0,09		1,50	110	33.000
440+00	ponte/bueiro		442,78			
	1.100	0,33		0,70	65	71.500
451+00	ponte		442,45			
	3.300	0,99		0,70	65	214.500
484+00	final		441,46			
	48.400					6.386.000

m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 6.14.** **Canal da Margem Direita Resumo da Estimativa de Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Seção do Canal	47,8 km @ Q 3,7 a 0,7 m <sup>3</sup> /s	6.386.000
Bueiros	23 @ \$5.000	115.000
Sifões	1 @ 150 cm & 600 m @ \$850/m	510.000
Pontes	18 @ \$15.000/ponte	270.000
	Subtotal	7.281.000
Diversos	15% (tomadas, medidores, etc.)	1.080.000
	Subtotal	8.361.000
	+20% Estudos, supervisão e fiscalização	1.669.000
	TOTAL	10.030.000

m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 6.15.**

**Exemplo de Estimativa de Custos Estação de Bombeamento do Canal da Margem Direita  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Canal Superior	Cota 470,0	Q = 3,6 (2.680 ha)
		18,0
Canal Inferior	Cota 452,0	
	AMT = 470,0 - 452,0 + 1,0	
	= 19,0	
	Q = 3,6m³/s	
* Energia		
	kW = 9,805 (Q) (TDM)/e	
	= 9,805 (3,6) (19,01)/1,75	
	= 894	
	Qm³ = (17.200m³/ha)(2.680ha)	
	= 46.000.000	
	kwh = (0,002726 (46.000.000) (19)/0,75	
	= 3.167.000	
	Custo = (3.167.000) (\$0,0442)	
	= 140.000	\$140.000
* Grupos Moto-bomba Fig 6.8)		
	AMT** = 19,0	
	Q = 3,6 m³/s	
	Custo = (3,6)(140.000)	
	= 504.000	
Casa de bombas, obras civis, etc.(Fig. 6.9)		
	Custo = \$800.000	
*Equipamentos Elétricos (Fig 6.10)		
	Q x AMT** = (3,6)(19,0)	
	= 68,4	
	Custo = \$103.000	
* Equipamentos Diversos (Fig 6.11)		
	Custo = \$38.000	
Custos Totais da Estação de Bombeamento		
Grupos Moto-Bomba		\$ 504.000
Casa de bombas, obras civis		800.000
Equipamentos Elétricos		103.000
Equipamento Diversos		38.000
Total		\$ 1.445.000
* Subestação (Fig 6.12)		
	KVA = (18)(3,6)(19,0)	
	= 1.230	
	Custo = \$ 108.000	
* Linha de Transmissão (Tabela 6.1)		
	8 km @ 13,8 kV	
	Custo = (8km)(\$6.000)	
	= \$ 48.000	
* Adutora (Fig 6.13)		
	Comprim = 200 m	
	Q = 3,6 m³/s @ Dia 1,7 @ \$ 980/m	
	Custo = (200)(980)	
	= \$ 196.000	
CUSTOS TOTAIS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO E ITENS RELACIONADOS		
	Estação de Bombeamento	\$ 1.445.000
	Subestação	108.000
	Linha de Transmissão	48.000
	Tubulação de Recalque	196.000
	Total	\$ 1.797.000
	+ 20% Projetos estudos,etc.	359.000
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.156.000</b>

m³ = METRO CÚBICO

**Tabela 6.16.**

**Exemplo de Estimativa de Custo Estação de  
Bombeamento da Beira do Rio  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Margem esquerda	(2.740 ha)	Margem direita	(2.790 ha)
	1,0 (perda)		1,0 (perda)
Cota 453,4 m	Q= 3,6 m <sup>3</sup> /s	Q = 3,7 m <sup>3</sup> /s	Cota 453,4 m
Desnível 27,4		Desnível 27,4	
		Cota min. do Rio 426 m	
		AMT** = 27,4 + 1,0 (perda)	
		= 28,4	
		Q = 3,6 + 3,7 m <sup>3</sup> /s	
		= 7,3 m <sup>3</sup> /s	
	Energia		
	KW = 9.805 (Q) (TDH)/e		
	= 9.805 (7,3) (28,4)/0,75		
	= 2710		
	Qm3 = 95.000.000		
	kWh = 0,002726 (V) (H)/e		
	= 0,002726 (95.000.000) (28,4)/0,75		
	= 9.806.000		
	Custo = (9.806.000) (\$0,0442)		
	= \$ 433.500	\$ 433.500	
* Grupos Moto-bomba, (Fig 6.8)			
	AMT** = 28,4 m		
	Q = 7,3 m <sup>3</sup> /s		
	Custo = (7,3)(\$170.000)		
	= \$ 1.241.000		
Casa de Bombas, Obras Civis, Etc. (Fig 6.9)			
	Custo = \$ 1.700.000		
Equipamento Elétrico (Fig 6.10)			
	QxAMT** = (7,3)(28,4)		
	= 207,3		
	Custo = \$ 250.000		
* Equipamentos Diversos (Fig 6.11)			
	Custo = \$ 78.000		
** Altura manométrica total			
Custos totais da Estação de Bombeamento			
Grupos Moto-bomba	\$ 1.241.000		
Casa de Bombas, Obras civis, etc.	1.700.000		
Equipamentos Elétricos	250.000		
Equipamentos Diversos	78.000		
Total	\$ 3.269.000		
Total	\$ 3.269.000		
* Subestação (Fig 6.12)			
	KVA = (18)(Q)(AMT**)		
	= (18)(7,3)(28,4)		
	= 3.732		
	Custo = \$ 160.000		
* Linha de Transmissão (Tabela 6-1)			
	3 km @ 13,8 kv @ \$ 6.000/km		
	= (3)(\$6.000)		
	= \$ 18.000		

m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 6.16.**

**Exemplo de Estimativa de Custo Estação de Bombeamento da  
Beira do Rio (Continuação)  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

* Tubulação de Recalque (Fig 6.13)		
	Comprimento	= Margem direita = 150 m
		= Margem esquerda = 150 m
	Q	= 3,6 m <sup>3</sup> /s, Diâmetro 1,7 m, \$980/m
		= 3,7 m <sup>3</sup> /s, Diâmetro 1,8 m, \$1050/m
		= (150)(\$980)
		= \$147.000
		= (150)(\$1050)
		= \$ 158.000
	Total	\$ 306.000
CUSTOS TOTAIS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO E ITENS RELACIONADOS		
	Estação de Bombeamento	\$ 3.269.000
	Subestação	160.000
	Linha de Transmissão	18.000
	Tubulação de Recalque	306.000
	Total	\$ 3.753.000
	+ 20% Projetos, estudos, supervisão, etc.	751.000
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.504.000</b>

m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 6.17.**

**Exemplo de Estimativa de Custos Estação de Bombeamento do Reservatório na Margem Direita  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

	1,0 (perda)	
(2.480 ha)	Cota 485,0 m	$Q = 3,3 \text{ m}^3/\text{s}$
	5,0	
NA máximo do Reservatório	480,0 m	
	22,5	
NA mínimo do Reservatório	457,5 m	
Carga máxima	= 485,0 - 457,5 + 1,0	
	= 28,5	
Carga média	= 485 - 480 + (480 - 457,5)/2 + 1,0	
	= 17,25	
* Energia		
	$kW = 9,805 (Q) (\text{TDH})/e$	
	= 9,805 (3,3) (28,5)/0,75	
	= 1.230	
	$Qm^3 = (17.200\text{m}^3/\text{ha}) (2.480\text{ha})$	
	= 42.700.000 $\text{m}^3$	
	$kWh = 0,002726 (42.700.000) (17,25)/0,75$	
	= 2.677.000	
	$\text{Custo} = (2.677.000) (\$0,0442)$	
	= \$118.300 \$118.300	
* Grupos Moto-bomba (Fig 6.8)		
	$AMT^{**} = 28,5 \text{ m}$	
	$Q = 3,3 \text{ m}^3/\text{s}$	
	$\text{Custo} = (3,3)(\$170.000/\text{m}^3/\text{s})$	
	= \$561.000	
* Casa de bombas, obras civis, etc. (Fig 6.9)		
	$\text{Custo}$	
	= \$850.000 x 1,65 (custos mais elevados por ficar na margem do res.)	
	= \$1.403.000	
* Equipamentos Elétricos (Fig 6.10)		
	$Q \times AMT^{**} = (3,3)(28,5)$	
	= 94	
	$\text{Custo} = \$ 145.000$	
* Equipamentos Diversos (Fig 6.11)		
	$\text{Custo} = \$ 45.000$	
** Altura manométrica total		
Custo da Estação de Bombeamento		
Custo da Estação de Bombeamento		
Grupo Moto-bomba	\$ 561.000	
Casa de Bombas, obra civil, etc	1.403.000	
Equipamentos Elétricos	145.000	
Equipamentos Diversos	45.000	
Total	2.154.000	

$\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$

**Tabela 6.17.**

**Exemplo de Estimativa de Custos Estação de Bombeamento do Reservatório na Margem Direita (Continuação)  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

* Subestação (Fig 6.12)		
	KVA = (18)(3.3)(28.5)	
	= 1.693	
	Custo = \$ 120.000	
* Linha de Transmissão (Tabela 6.1)		
	12 km @ 13.8kv	
	= (12km)(\$6.000)	
	Custo = \$72.000	
* Tubulação de Recalque (Fig 6.13)		
	Comprimento = 300 m	
	Q = 3,3 m <sup>3</sup> /s @ Dia 1,6 m, \$900/m	
	Custo = (300) (\$900)	
	= \$ 270.000	
<b>CUSTOS TOTAIS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO E ITENS RELACIONADOS</b>		
Estação de Bombreamento		\$ 2.154.000
Subestação		120.000
Linha de Transmissão		72.000
Tubulação de Recalque		270.000
Total		\$ 2.616.000
+ 20% Projetos, estudos, etc.		523.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3.139.000</b>

### **Estimativa dos Custos de O&M de um Projeto do Tipo C Pessoal**

#### **A. Administração**

(Formoso H) US\$ 24.600 + US\$ 9.600 = US\$ 34.200

#### **B. Pessoal do Departamento de O&M**

(Total de Formoso H)	117.840
menos operadores de bombas	10.800
menos eletricistas	5.400
menos 1 mecânico	2.400
Saldo	US\$ 99.240
Custo unitário: US\$ 99.240/4873 ha (*) =	US\$ 20.40/ha

#### **Custos de Pessoal do Departamento de O&M de um projeto do Tipo C**

US\$ 20,40 x 5530 ha =	US\$ 112.800
Subtotal (A+B)	US\$ 147.000

#### **Custos Totais de Pessoal do Projeto do Tipo C**

1,3(**) x US\$ 147.000 =	US\$ 191.100
Total de O&M (US\$ 191.100/0,6 =	US\$ 318.500)
Equipamentos (0,3 x US\$ 318.500 =	US\$ 95.600(***)
Materiais (0,1 x US\$ 318.500 =	US\$ 31.800)

#### **Total O&M**

Pessoal	US\$ 191.100
Materiais	US\$ 31.800
Total O&M	US\$ 222.900(***)

No projeto do Tipo D, os custos de O&M para o exemplo foram calculados da mesma maneira que para o projeto do Tipo C, com a ressalva que não foram excluídos do quadro de pessoal do Departamento de O&M do Projeto Formoso H, os eletricistas, os operadores de bombas e o mecânico, para cálculos dos custos do projeto do Tipo D, pois este projeto tem estações de bombeamento.

(\*) Área do Projeto Formoso H

(\*\*) Encargos Sociais = 30%

(\*\*\*) Vide [itens 6.2.1.1.2](#), Equipamentos; e [6.4](#); Custos de Reposição.

**Estimativa do Custo de O&M de um Projeto do Tipo D Pessoal**

**A. Administração**

(Formoso H) US\$ 24.600 + US\$ 9.600 US\$ 34.200

**B. Pessoal do Departamento de O&M = US\$ 117.840<sup>(\*)</sup>**

Custo Unitário (US\$ 117.840/4873 ha<sup>(\*\*)</sup> = US\$ 24,20/ha)

**Custos de Pessoal do Departamento de O&M do projeto do Tipo D**

US\$ 24,20 x 13.420 ha = US\$ 324.900

Subtotal (A+B) US\$ 359.100

**Custos Totais de Pessoal do Projeto do Tipo D**

1,3 <sup>(****)</sup> x US\$ 359.100 =	US\$	466.900
Total de O&M (US\$ 466.900/0,6 =	US\$	778.200)
Equipamentos (0,3 x US\$ 778.200 =	US\$	233.500 <sup>(***)</sup> )
Materiais (0,1 x US\$ 778.200 =	US\$	78.000)

**Total de O&M**

Pessoal	US\$	466.900
Materiais	US\$	78.000
Total O&M	US\$	544.900 <sup>(****)</sup>

(\*) Projeto Formoso H

(\*\*) Área do Projeto Formoso H

(\*\*\*) Encargos Sociais = 30%

(\*\*\*\*) Vide [itens 6.2.1.1.2](#), Equipamentos; e [6.4](#), Custos de Reposição.

A [Tabela 6.18](#) mostra os custos anuais de O&M.

**Tabela 6.18      Custos Médios Anuais de O&M  
(US\$ de Janeiro de 1989)**

Item	Tipo de Projeto		
	B	C	D
Área (ha)	2.410	5.530	13.420
Reservatório (US\$ 6/ha)	US\$ 14.400	33.200	80.500
Sistema de Irrigação	0	222.900	544.900
Total	US\$ 14.400	256.100	625.400

### **Custos de Produção Agrícola**

A [Tabela 6.10](#) apresenta os dados utilizados nos exemplos deste MANUAL para estimar os custos de produção parcelar (vide [item 6.2.3](#)).

Tipo do Projeto	Área (ha)	Custo (US\$/ha)	Custo de Produção (US\$)
B	2.400	1.410	3.400.000
C	5.530	1.410	7.800.000
D	13.420	1.410	18.922.000

### **Energia Elétrica**

As necessidades de energia para cada projeto são apresentadas a seguir (vide [item 6.2.2](#)):

Tipo do Projeto	Área (ha)	Energia (kWh)	Custo Unitário (US\$/kWh)	Custo Total Médio Anual
B(*)	2.400	5.634.000	0,0442	US\$ 250.000
C(**)	5.530	-	-	-
D(***)	13.420	9.000.000	0,0442	US\$ 398.000

(\*) Aspersão parcelar.

(\*\*) Gravidade.

(\*\*\*) Gravidade - energia elétrica para 3 estações de bombeamento.

O exemplo do projeto do Tipo B contempla irrigação por aspersão convencional. Os irrigantes ou grupos de irrigantes privados bombeariam água a suas terras, cerca de 20 m mais altas. Para pressurizar o sistema aspersão, seriam necessários outros 30 m de pressão, de modo que a altura total de recalque seria cerca de 50 m.

$$\begin{aligned}
 \text{kWh} &= 0,002726 (31.000.000)(50)/0,75 \\
 &= 5.634.000 \\
 \text{Custo} &= (5.634.000)(\$ 0,442)/\text{kWh} \\
 &= \text{USS } 250.000
 \end{aligned}$$

### **Assistência Técnica**

Vide o [item 6.3](#) para maiores explicações e o custo unitário deste item de custo anual.

Tipo do projeto	Área (ha)	Custo Unitário (US\$/ha)	Custo Anual (US\$)	Custo Total(*)
B	2.400	40	96.000	480.000
C	5.530	40	221.000	1.100.000
D	13.420	40	537.000	2.700.000

(\*) Para os cinco primeiros anos de operação do projeto público.

### Custos de Reposição

As estações de bombeamento, as tubulações de recalque, o sistema de automação, os sistemas de aspersão e os equipamentos de O&M, são componentes que demandam custos de reposição, nos projetos e planos alternativos dos exemplos. Neste MANUAL, só o Projeto do Tipo B é de aspersão; os demais, são por irrigação gravitária. Os fatores freqüência de reposição e percentual de reposição foram tirados do item 6.4.

Tipo de Projeto	Componentes	Percentual de Reposição	Freqüência de Reposição	Custos de Reposição (US\$)
B	Equipamentos de Aspersão	80	6	3.400.000
	Estações de Bombeamento	80	15	1.300.000
C	Equipamentos de O&M (*)	80	6	619.000
	Tubulações de Recalque	100	25	704.000
D	Equipamentos de O&M (*)	80	6	1.503.000
	Estações de Bombeamento	80	15	5.865.000
	Tubulações de Recalque	100	25	2.044.000
	Automação	100	10	552.000

(\*) US\$ 140/ha - Vide 6.1.8.2.

**Tabela 6.19      Custos Anuais de Reposição  
(10<sup>6</sup> US\$)**

Ano	Percentual de Reposição	Tipo de Projeto		
		B	C	D
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	80,0	3,4	0,6	1,5
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	100,0	-	-	0,6
12	-	-	-	-
13	80,0	3,4	0,6	1,5
14	-	-	-	-
15	-	-	-	-
16	80,0	1,3	-	5,9
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	80,0	3,4	0,6	1,5
20	-	-	-	-
21	100,0	-	-	0,6
22	-	-	-	-
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-
25	80,0	3,4	0,6	1,5
26	100,0	-	0,7	2,0
27	-	-	-	-
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-



# ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS

## 7.1 Apresentação Geral

O conceito do planejamento de projetos para fins múltiplos foi abordado no Capítulo 2.

Os projetos de desenvolvimento de recursos hídricos - principalmente públicos, tais como os projetos de irrigação dos Tipos D e E - podem destinar-se a vários usos além da irrigação, como geração de energia elétrica, controle de enchentes, abastecimento urbano e industrial e recreação.

Nos projetos para fins múltiplos, devem-se estimar os benefícios atribuíveis a cada uso; os custos, por sua vez, devem ser alocados a cada uso, de modo que, na formação do plano, deve-se maximizar o valor total dos benefícios líquidos resultantes. O Capítulo 11 e o Manual “Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação” contêm maiores informações sobre a avaliação de projetos para fins múltiplos.

Os exemplos apresentados neste MANUAL mostram, apenas, o planejamento de projetos de irrigação de uso único; portanto, neste capítulo apresenta-se somente a estimativa dos benefícios emergentes da irrigação, que podem ser calculados de duas maneiras:

- Pelo aumento do valor bruto da produção (entre as situações “sem” projeto e “com” projeto), ou seja, a soma dos aumentos de produção por produto multiplicados pelos respectivos preços ao produtor;
- Pelo aumento do benefício líquido parcelar (entre as situações “sem” e “com”), ou seja, o incremento do valor bruto da produção agrícola menos o aumento dos custos de produção agrícola.

Neste MANUAL, utilizou-se o primeiro método, assim, os custos de produção e de desenvolvimento e investimento parcelar foram considerados como custos do projeto.

Para estimar os benefícios, são elaborados modelos típicos de produção agrícola, estimando-se os seus planos culturais e a produção agrícola. Os benefícios de cada modelo são calculados, multiplicando-se as produções agrícolas pelos preços recebidos pelos produtores. A agregação dos benefícios dos diversos modelos permite calcular os benefícios totais do projeto. Para avaliar os modelos, são elaboradas contas culturais, por cultura, bem como orçamentos parcelares típicos, que são utilizados para avaliar a possibilidade dos agricultores atingirem um razoável nível de vida, e ainda, pagarem todos os custos parcelares e as tarifas d’água para irrigação. O tamanho do lote é um importante fator a ser determinado nesta análise. O processo é apresentado no Manual “Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação”.

As produções agrícolas, multiplicadas pelos preços pagos ao produtor, resultam nos benefícios brutos da irrigação, utilizados na análise financeira. No caso da análise econômica, são usados preços sombra.

Normalmente, ao nível da viabilidade, são elaboradas contas culturais e orçamentos parcelares detalhados específicos para o projeto. A nível de pré-viabilidade, tenta-se utilizar dados de projetos existentes, ou de bons estudos de viabilidade, referentes a projetos similares, na área.

Nos exemplos deste MANUAL, foram utilizados dados de benefícios tirados de subprojetos do Nordeste I, utilizando-se, em geral, benefícios médios por hectare.

## **7.2 Maturação dos Benefícios**

Durante os primeiros anos de operação, os projetos de irrigação passam por um processo de “maturação”, definido como o tempo necessário para que um novo projeto atinja o nível de plena produção, conforme planejado.

De um modo geral, esse nível é alcançado mais rapidamente em projetos privados do que em projetos públicos, sobretudo quando estes são grandes e complexos.

Neste MANUAL, admitiu-se que o período de maturação dos projetos dos Tipos B e C seria de três anos. Assim, as produções dos dois primeiros anos seria, alcançado no terceiro ano. Os investimentos necessários para atingir tais resultados deveriam ocorrer nos dois primeiros anos.

Os projetos públicos levam mais tempo, em geral, para alcançar a plena produção. Concorrem para isto a sua maior complexidade, a duração do período de implantação e os programas iniciais de assistência técnica. Para o projeto do Tipo D considerado no exemplo, o período de maturação seria de cinco anos; admitiu-se produção nula nos dois primeiros anos, passando a 30% das metas no terceiro, a 60% no quarto e à plena produção somente no quinto ano. Os investimentos ocorreriam nos quatro primeiros anos e os custos de produção, a partir do terceiro.

## **7.3 Exemplos**

A Tabela 7.1 mostra os valores dos benefícios médios por hectare dos subprojetos do Projeto Nordeste I.

**Tabela 7.1. Benefícios Médios por Hectare do Projeto Nordeste I**

Sub-Projeto	Benefícios médios (US\$ por hectare)
Formoso H	2.160
Barreiras	2.410
Tabuleiros Litorâneos	2.660
Guadalupe	2.550
Acaraú	2.700
Russas	2.890

Quando os solos são classificados conforme a metodologia de classificação econômica das terras, apresentada no Manual “Classificação de Terras para Irrigação”, é preferível estimar os benefícios por classe de terra. Nos exemplos, os valores da [Tabela 7.1](#) foram ajustados para refletir os benefícios por classe de terra.

Os valores adotados nos exemplos estão na [Tabela 7.2](#); os benefícios mais altos correspondem às melhores classes de terra.

**Tabela 7.2. Benefícios por Classe de Terra Adotados no Exemplo**

Classe de Terra	Valor (US\$/ha) *
1	2.800
2	2.500
3	2.300

\* Estes valores foram adotados nos exemplos deste MANUAL; os benefícios mais altos correspondem às melhores classes de terra

## EXEMPLOS

### Benefícios da Irrigação

Os benefícios dos projetos dos Tipos B, C e D foram estimados considerando as áreas de cada projeto, por classes de terras, conforme indicado no Capítulo 4 (Exemplos); os benefícios médios por hectare da [Tabela 7.2](#) foram, então, aplicados em tais áreas.

A [Tabela 7.3](#) ilustra o procedimento e mostra os benefícios anuais totais, na plena produção dos projetos.

**Tabela 7.3. Benefícios da Irrigação (Preços de Janeiro de 1989 em US\$)**

Projeto Tipo B			
Classe de Terra	Área (ha)	Benefício por hectare	Média anual dos benefícios
Classe 1	840	2.800	2.352.000
Classe 2	1.560	2.500	3.900.000
Classe 3	-	2.300	-
Total	2.400		6.252.000
Projeto Tipo C			
Classe de Terra	Área (ha)	Benefício por hectare	Média anual dos benefícios
Classe 1	840	2.800	2.353.000
Classe 2	4.310	2.500	10.755.000
Classe 3	380	2.300	874.000
Total	5.530		14.001.000
Projeto Tipo D			
Classe de Terra	Área (ha)	Benefício por hectare	Média anual dos benefícios
Classe 1	840	2.800	2.352.000
Classe 2	6.900	2.500	17.250.000
Classe 3	5.680	2.300	13.064.000
Total	13.420		32.666.000



# AVALIAÇÃO DOS PLANOS

## **8.1 Apresentação Geral**

Neste capítulo trata-se da reunião dos dados e estudos relativos aos diversos elementos de planejamento tratados nos capítulos anteriores. Apresenta-se, também a maneira de utilizar essas informações para analisar os planos, compará-los entre si e selecionar o melhor.

## **8.2 Preparação dos Dados**

### **8.2.1 Memórias de Cálculo**

Inicialmente, deve-se reunir e sistematizar as memórias de cálculo do **Engenheiro de Planejamento**, ou seja, folhas e mapas que contêm as informações referentes à formulação dos planos. As informações devem ser separadas por componente de planejamento definido neste MANUAL, ou seja, solos, recursos hídricos, custos e benefícios, fornecendo informações acerca dos solos a serem irrigados, das necessidades de água, do dimensionamento dos componentes do projeto, dos custos e dos benefícios.

Em geral, as memórias de cálculo de cada alternativa consistem em 5 a 10 folhas de cálculos, estudos de operação de reservatórios, curvas de custos, mapas e esquemas de engenharia simplificados.

### **8.2.2 Resumos dos Planos**

Quando as memórias de cálculo de cada plano estiverem prontas e organizadas, os dados básicos deverão ser sintetizados num resumo do plano, conforme um modelo comum a todos os projetos, indicado na **Tabela 8.1**. O resumo, ao apresentar os dados da mesma maneira para todos os planos, possibilita um rápido exame visual para se verificar se todos os planos estão completos. Em geral, elaboram-se croquis ilustrativos, para cada plano, sendo anexados os respectivos resumos.

### **8.2.3 Custos**

Os custos devem ser estimados conforme os procedimentos do Capítulo 6. As estimativas de custos devem constar dos resumos dos planos, conforme ilustrado pela **Tabela 8.2**. Observe-se que nessa tabela, relativa ao resumo do plano do Projeto Formoso H, não constam os custos da infra-estrutura básica (redes viária e elétrica), pois os custos apresentados são, apenas, aqueles utilizados na análise econômica. A inclusão dos custos da infra-estrutura básica implicaria numa computação em dobro, conforme citado no Capítulo 6. No entanto, para efeitos de comparação, os custos da infra-estrutura básica foram indicados nas tabelas resumo dos exemplos.

**Tabela 8.1. Resumo do Plano (Modelo de Formulário)**

Data:		Tipo:	
Razão Benefício/Custo:		Atividade:	
Taxa Interna de Retorno:		Nível do Estudo:	
Valor Presente Líquido:		Solos: ha	
			Demanda de Água: (m <sup>3</sup> /ano)
			Método de Irrigação:
Referências	Custo (US\$ m <sup>3</sup> /ano)		
Item 6.1.7	INFRA-ESTRUTURA DE APOIO		
Tabela 6.1	Eletrificação		
Tabela 6.2	Estradas		
	Total		
	Custo unitário/ha		
<b>CUSTOS DO SISTEMA HIDRÁULICO DE USO COMUM</b>			
Item 6.1	Investimentos		
Item 6.1.1	Barragem e reservatório		
Item 6.1.4	Estação de bombeamento		
Item 6.1.2	Canal		
	Reassentamento		
	Diques de proteção		
	Sifões e tubulações		
Item 6.1.5	Estradas de acesso		
Item 6.1.3	Canais Secundários		
Item 6.1.8.1	Automação		
Item 6.1.8.2	Equipamento de O&M		
Item 6.1.8.3	Centro de O&M		
	Total		
Item 6.2	Custos Anuais		
Item 6.2.1	Operação & Manutenção (área)		
Item 6.2.1.3	Operação & Manutenção (Res.)		
Item 6.2.2	Energia Elétrica		
Item 6.4	Reposição		
	Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos		
	Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos		
	Tubulações 100% - cada 25 anos		
	Automação 100% - cada 10 anos		
<b>IRRIGAÇÃO A NÍVEL PARCELAR</b>			
Item 6.1.9	Investimentos		
Item 6.1.9.1	Sistema de Irrigação Parcelar		
Item 6.1.9.2	Desmatamento, sistematização e quebra-ventos		
Item 6.1.9.3	Correção inicial do solo		
	Total		
Item 6.4	Reposição		
Item 6.2.3	Produção agrícola		
Item 6.3	Assistência técnica		
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>			

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

**Tabela 8.2. Resumo do Plano do Projeto Formoso H**

Data: dez. 1989		Tipo: D
Razão Benefício/Custo: 1,64		Atividade: Plano Selecionado
Taxa Interna de Retorno: 24,2%		Nível: Pré-viabilidade
Valor Presente Líquido: \$ 37.310.000		Solos: 4.873 ha
		Água: 67,2 m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> /ano
		Método de Irrigação: Aspersão e superficial
Referências		Custo (jan. de 1989 em US\$)
Item 6.1.7	INFRA-ESTRUTURA DE APOIO	
Tabela 6.1	Eletrificação	
Tabela 6.2	Estradas	
	Total	
	Custo unitário/ha	
<b>CUSTOS DO SISTEMA HIDRÁULICO DE USO COMUM</b>		
Item 6.1	Investimentos	
Item 6.1.1	Barragem e reservatório	
Item 6.1.4	Estação de bombeamento EB1	4.171.000
	Estação de bombeamento EB2	1.620.000
	Linhas de transmissão	1.298.000
Item 6.1.2	Canal CP1	1.125.000
	Canal CP2	815.000
	Canal CP3	1.977.000
	Diques de proteção	266.000
	Drenos	247.000
Item 6.1.5	Estradas de acesso	2.596.000
Item 6.1.8.1	Automação	341.000
Item 6.1.8.2	Equipamentos de O&M	675.000
	Total	15.131.000
		15.131.000
Item 6.2	Custos Anuais	
Item 6.2.1	Operação & Manutenção (área)	977.000
Item 6.2.2	Energia Elétrica	324.000
Item 6.4	Reposição	
	Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	540.000
	Estações de bombeamento 80% - cada 15 anos	4.625.000
	Automação 100% - cada 10 anos	341.000
<b>IRRIGAÇÃO A NÍVEL PARCELAR</b>		
Item 6.1.9	Investimentos	
Item 6.1.9.1	Sistema de irrigação parcelar	10.956.000
Item 6.1.9.2	Desmatamento, sistematização e quebra-ventos	3.063.000
	Total	14.019.000
		14.019.000
Item 6.4	Reposição	
	Estações de bombeamento 80% - cada 15 anos	8.765.000
Item 6.2.3	Produção agrícola ( energia)	7.154.000
Item 6.3	Assistência técnica 1.000.000	
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		29.150.000

10<sup>6</sup> = 1.000.000

m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

#### **8.2.4 Benefícios**

Os benefícios devem ser estimados conforme os procedimentos apresentados no Capítulo 7. Trata-se do valor bruto da produção, a ser usado na avaliação econômica dos planos alternativos. Os dados sobre os benefícios devem constar das tabelas das análises econômicas incrementais, bem como daquelas de comparação.

### **8.3 Análise Econômica**

#### **8.3.1 Preços Sombra**

O planejamento a nível de pré-viabilidade não tem por objeto justificar a implementação de um projeto; portanto, o efeito dos preços sombra não é tão importante quanto ao nível dos estudos de viabilidade. O aspecto mais importante do planejamento a nível de pré-viabilidade é a comparação do mérito relativo dos planos alternativos, de modo a que se possa escolher o melhor deles. Neste MANUAL, adotaram-se preços de mercado para a comparação das alternativas, o que é feito, amiúde, nos estudos de planejamento a nível de pré-viabilidade. Entretanto, em se dispondendo de preços sombra, eles deveriam ser utilizados. Para que os cotejos sejam válidos, os mesmos preços devem ser utilizados, em todos os planos.

#### **8.3.2 Fluxo de Custos**

Para calcular a relação benefício/custo, a taxa interna de retorno e o valor presente líquido, é necessário definir em que ano da vida do projeto ocorrerá cada custo. As estimativas de custos, a serem indicadas na tabela de fluxo de custos, abrangem investimentos, custos de reposição e custos anuais de operação, manutenção, energia elétrica, produção agrícola e assistência técnica.

A [Tabela 8.3](#) mostra o fluxo de custos do Projeto Formoso H; nos parágrafos a seguir, descrevem-se os tipos de custos e a maneira como foram indicados na tabela em pauta.

##### **8.3.2.1 Custos de Investimento**

Trata-se dos custos de construção das obras e de aquisição e montagem dos equipamentos. Devem ser indicados na tabela do fluxo de custos, baseando-se numa razoável programação da construção, com base na experiência de outros projetos. Em geral, a construção começa pela mobilização do contratante, a aquisição da faixa de domínio, os levantamentos topográficos e a implantação das estradas de acesso. Nos projetos de irrigação de porte médio, as atividades de construção costumam ser maiores no segundo ano, sendo concluídas no terceiro. No caso de grandes obras de barramento, o tempo de construção é maior. É importante mencionar que, quanto mais rapidamente se concluïrem as obras, mais cedo começarão a surgir os benefícios.

##### **8.3.2.2 Custos Anuais**

Conforme mencionado no Capítulo 6, em geral, os custos de operação e manutenção aumentam, à medida em que o projeto vai sendo implantado, e continuam, durante toda a vida do projeto. Esses custos devem ser apresentados de maneira consistente para todas as alternativas, visando permitir que elas possam ser comparadas entre si. A [Tabela 8.3](#) mostra o desenvolvimento dos custos de O&M e o fluxo ao longo da vida do Projeto Formoso H.

Os custos de energia elétrica são apresentados, em geral, como parte dos custos de O&M; no entanto, quando o bombeamento é importante, devem ser indicados em separado. No Capítulo 6, foram indicados procedimentos para estimativa dos custos de

**Tabela 8.3.** Projeto Formoso H - Fluxo de Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ $\times 10^6$ )

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	15,9	0,3			0,0	0,2	16,4
2	10,8	0,5		0,2	0,5	0,2	12,2
3	0,5	0,7		0,3	2,0	0,2	3,7
4	0,2	1,0		0,3	2,5	0,2	4,2
5		1,0		0,3	2,8	0,2	4,3
6		1,0		0,3	2,9		4,2
7		1,0	3,1	0,3	2,9		7,3
8		1,0		0,3	2,9		4,2
9		1,0		0,3	2,9		4,2
10		1,0		0,3	2,9		4,2
11		1,0	0,2	0,3	2,9		4,4
12		1,0		0,3	2,9		4,2
13		1,0	3,1	0,3	2,9		7,3
14		1,0		0,3	2,9		4,2
15		1,0		0,3	2,9		4,2
16		1,0	6,2	0,3	2,9		10,4
17		1,0		0,3	2,9		4,2
18		1,0		0,3	2,9		4,2
19		1,0	3,1	0,3	2,9		7,3
20		1,0		0,3	2,9		4,2
21		1,0	0,2	0,3	2,9		4,4
22		1,0		0,3	2,9		4,2
23		1,0		0,3	2,9		4,2
24		1,0		0,3	2,9		4,2
25		1,0	3,1	0,3	2,9		7,3
26		1,0	2,3	0,3	2,9		6,5
27		1,0		0,3	2,9		4,2
28		1,0		0,3	2,9		4,2
29		1,0		0,3	2,9		4,2
30		1,0	-1,9	0,3	2,9		2,3

$10^6 = 1.000.000$

energia elétrica. Nos exemplos, eles são indicados, também, em separado. Estes custos também aumentam durante a fase de implantação do projeto.

Os custos anuais de produção parcelar, apresentados em separado no exemplos, aumentam, também, durante a implantação do projeto.

### 8.3.2.3 Custos de Reposição

Os custos de reposição foram indicados na tabela de fluxo de custos, ocorrendo no ano posterior àquele em que a vida útil do componente que estiver sendo substituído

tiver expirado. O Capítulo 6 apresenta informações sobre os tipos de equipamentos e estruturas que devem ser repostas, bem como estimativas das respectivas freqüências de reposição e dos percentuais dos diversos componentes que devem ser substituídos. A [Tabela 8.3](#) mostra, como exemplo, em que momentos ocorrem os custos de reposição, durante a vida do Projeto Formoso H.

#### **8.3.2.4 Custos de Assistência Técnica**

Em alguns projetos, os irrigantes recebem assistência técnica, a qual é dada nos primeiros anos do projeto, a fim de que desenvolvam os seus conhecimentos e a sua capacidade, para atingir a produção máxima em suas parcelas. Nos exemplos incluídos, as tabelas de fluxo de custos incluem tais custos, apresentados como valores anuais iguais, nos cinco primeiros anos de vida do projeto.

#### **8.3.3 Fluxo de Benefícios**

Os benefícios só podem ocorrer depois que o projeto tenha condições para dar início à distribuição de água. Em projetos médios e grandes, algumas subáreas podem receber água antes das demais, dependendo de alguns componentes do projeto ficarem prontos.

No exemplo de projeto do Tipo D, os benefícios têm início no terceiro ano, dos cinco anos da implantação; e no primeiro ano nos exemplos do projeto do Tipo C e do Tipo B.

A título ilustrativo, apresenta-se, na [Tabela 8.4](#), o fluxo de benefícios do projeto Formoso H.

#### **8.3.4 Relação Benefício/Custo e Valor Presente Líquido**

A relação benefício/custo compara os valores presentes dos fluxos de benefícios e de custos de um projeto, durante a sua vida útil (nos exemplos adotaram-se 30 anos); os cálculos, que devem ser feitos com uma taxa anual de desconto predeterminada, podem ser realizados manualmente, utilizando fatores de valores presente, publicados em livros de matemática financeira; ou com pequenas máquinas de calcular; ou em computadores de maior porte.

A nível de pré-viabilidade, estes cálculos destinam-se a comparar entre si planos alternativos, para descartar os que apresentarem menor retorno econômico. No entanto, do ponto de vista econômico, o maior valor da relação benefício/custo não corresponde, necessariamente, ao melhor plano, que é o que maximiza os benefícios líquidos, expressos pelo valor presente líquido.

O valor presente líquido pode ser calculado através da soma das diferenças anuais entre os valores presentes de benefícios e custos, considerando todo o período de análise.

Já ao nível de um estudo de viabilidade, a relação benefício/custo é utilizada para justificar o projeto. Na [Tabela 8.5](#), apresentam-se os cálculos da relação benefício/custo e do valor presente líquido para o Projeto Formoso H.

#### **8.3.5 Taxa Interna de Retorno**

Este valor, que representa o retorno do capital investido, corresponde à taxa de desconto que anula o valor presente líquido, ou, o que é a mesma coisa, que torna igual à unidade a relação benefício/custo. Em geral, ela não é calculada nem utilizada em estu-

**Tabela 8.4.** **Projeto Formoso H - Fluxo de Benefícios  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Valores Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	0	0	0,0
2	3	400.000	0,4
3	32	3.900.000	3,9
4	68	8.200.000	8,2
5	91	11.000.000	11,0
6	100	12.100.000	12,1
7	100	12.200.000	12,2
8	100	12.200.000	12,2
9	100	12.100.000	12,1
10	100	12.100.000	12,1
11	100	12.100.000	12,1
12	100	12.100.000	12,1
13	100	12.100.000	12,1
14	100	12.100.000	12,1
15	100	12.100.000	12,1
16	100	12.100.000	12,1
17	100	12.100.000	12,1
18	100	12.100.000	12,1
19	100	12.100.000	12,1
20	100	12.100.000	12,1
21	100	12.100.000	12,1
22	100	12.100.000	12,1
23	100	12.100.000	12,1
24	100	12.100.000	12,1
25	100	12.100.000	12,1
26	100	12.100.000	12,1
27	100	12.100.000	12,1
28	100	12.100.000	12,1
29	100	12.100.000	12,1
30	100	12.100.000	12,1

10<sup>6</sup> = 1.000.000

dos de pré-viabilidade, sendo útil para escolher, para implementação, os projetos que resultem nos maiores retornos econômicos ao país. Na [Tabela 8.6](#), constam os cálculos da taxa interna de retorno do projeto FormosoH.

#### **8.4 Comparação de Planos**

##### **8.4.1 Tabela Comparativa**

Esta tabela permite comparar as informações chave e os resultados da análise econômica dos planos alternativos. Os dados nela indicados provêm das Tabelas Resumo e das Tabelas de Análise Econômica dos Planos.

**Tabela 8.5.** **Projeto Formoso H - Relação Benefício/Custo  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ $\times 10^6$  - Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	16,4	0,90090	14,8	0,0	0,0	-14,8
2	12,2	0,81162	9,9	0,4	0,3	-9,6
3	3,7	0,73119	2,7	3,9	2,9	0,1
4	4,2	0,65873	2,8	8,2	5,4	2,6
5	4,4	0,59345	2,6	11,0	6,5	3,9
6	4,2	0,53464	2,2	12,1	6,5	4,2
7	7,3	0,48166	3,5	12,2	5,9	2,4
8	4,2	0,43393	1,8	12,2	5,3	3,5
9	4,2	0,39092	1,6	12,1	4,7	3,1
10	4,2	0,35218	1,5	12,1	4,3	2,8
11	4,4	0,31728	1,4	12,1	3,8	2,4
12	4,2	0,28584	1,2	12,1	3,5	2,3
13	7,3	0,25751	1,9	12,1	3,1	1,2
14	4,2	0,23199	1,0	12,1	2,8	1,8
15	4,2	0,20900	0,9	12,1	2,5	1,7
16	10,4	0,18829	2,0	12,1	2,3	0,3
17	4,2	0,16963	0,7	12,1	2,1	1,3
18	4,2	0,15282	0,6	12,1	1,8	1,2
19	7,3	0,13768	1,0	12,1	1,7	0,7
20	4,2	0,12403	0,5	12,1	1,5	1,0
21	4,4	0,11174	0,5	12,1	1,4	0,9
22	4,2	0,10067	0,4	12,1	1,2	0,8
23	4,2	0,09069	0,4	12,1	1,1	0,7
24	4,2	0,08170	0,3	12,1	1,0	0,6
25	7,3	0,07361	0,5	12,1	0,9	0,4
26	6,5	0,06631	0,4	12,1	0,8	0,4
27	4,2	0,05974	0,3	12,1	0,7	0,5
28	4,2	0,05382	0,2	12,1	0,7	0,4
29	4,2	0,04849	0,2	12,1	0,6	0,4
30	2,3	0,04368	0,1	12,1	0,5	0,4
			58,0		75,7	17,7
Relação Benefício/Custo = 1,30 :1,0						
Valor Presente Líquido = 17,7						

$10^6 = 1.000.000$

Esta tabela é utilizada pelos membros da equipe de planejamento, na revisão e refinamento do plano.

#### 8.4.2 Processo Iterativo de Planejamento

O Tabela Comparativa é a chave do processo iterativo de formulação de planos alternativos. De fato, uma vez que o primeiro grupo de planos alternativos tiver sido utilizado para preencher, inicialmente, a tabela comparativa, o exame da mesma poderá resultar em novas idéias e conceitos, a serem desenvolvidos e acrescentados à tabela

comparativa inicial. No decorrer deste processo deve-se dar mais ênfase às revisões e alterações nos fatores que mais afetem os planos alternativos, dispensando-se menos tempo para aperfeiçoar aspectos sem maior significância para os planos. De fato, o processo em pauta é mais uma análise incremental do que uma comparação de planos físicos alternativos.

A análise incremental é um processo ao longo do qual vão sendo acrescidas áreas ao plano inicial, procedendo-se ao cálculo dos benefícios líquidos de cada nova alternativa. A escolha das áreas incrementais deve basear-se nas cotas, na configuração das manchas de solos e nas distâncias, tudo indicado numa base cartográfica com curvas de nível. Devem ser definidos leiautes das obras hidráulicas, para cada plano, procedendo-se às respectivas estimativas de custos e de benefícios. Evidentemente, para cada configuração da área a ser aproveitada, deve-se definir o melhor dentre os planos para ela estabelecidos; em geral, isto corresponde ao plano físico de menor custo. O processo iterativo de planejamento será encerrado com a escolha do melhor plano, ou seja, o que resultar no maior valor dos benefícios líquidos. A análise do projeto Salitre, apresentada no Anexo 6, é um bom exemplo deste processo.

#### **8.4.3      Análise de Sensibilidade**

Esta análise é um processo no decorrer do qual alteram-se alguns aspectos do plano selecionado, para avaliar qual deles, se alterado, teria mais influência no projeto, determinando-se, assim, a sensibilidade do projeto em relação à mudança de fatores econômicos chaves. Em geral, a análise é feita mediante alterações nas produtividades agrícolas, nos preços pagos ao produtor ou nos custos do projeto, para avaliar os seus efeitos no desempenho econômico do mesmo.

Geralmente, as análises de sensibilidade são feitas a nível de estudos de viabilidade, podendo, todavia, serem feitas na pré-viabilidade. Neste caso, se o desempenho econômico do projeto for duvidoso (benefícios marginais, relação benefício/custo ou valor presente líquido), poderia ser feita uma análise de sensibilidade, visando avaliar se o plano selecionado é suficientemente bom para ir adiante, a nível de viabilidade. Este tipo de análise permite antever as perspectivas de que o projeto venha a ser viável, justificando que ele passe para os estudos a nível de viabilidade.

#### **8.5           Considerações sobre o Meio Ambiente**

Conforme foi visto no item 3.5 (Capítulo 3), o desenvolvimento de programas de irrigação em áreas com possíveis problemas ambientais deveria levar em consideração tais aspectos. Assim, em certos casos, pode ser necessária a adoção de medidas mitigadoras dos impactos negativos sobre o meio ambiente, que podem ter custos elevados ou diferirem entre si, de um plano alternativo para outro. Nestes casos, cada plano deveria incluir uma estimativa dos custos das medidas mitigadoras, as quais poderiam considerar, por exemplo, a implantação de um reservatório de regularização para garantir uma dada vazão mínima, necessária à preservação dos recursos pesqueiros ou da qualidade da água; a aquisição de áreas florestadas, para serem preservadas; a implantação de programas de tratamento, para evitar doenças de veiculação hídrica, etc.

Cabe lembrar, finalmente, que o resultado dos estudos de pré-viabilidade é a seleção do melhor plano, que deverá ser estudado em maior profundidade a nível de viabilidade. Em consequência, o Engenheiro de Planejamento deve identificar os impactos ambientais do plano selecionado, e recomendar, para análises ulteriores, os tipos de medidas mitigadoras a serem consideradas, em estudos detalhados, a nível de viabilidade.

Além deste MANUAL, devem ser consultadas as “Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação”, publicadas por SENIR-IBAMA-PNUD-OMM.

**Tabela 8.6.** **Projeto Formoso H - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	16,4	0,8493	13,9	0,0	0,0	-13,9
2	12,2	0,7212	8,8	0,4	0,3	-8,5
3	3,7	0,6125	2,3	3,9	2,4	0,1
4	4,2	0,5202	2,2	8,2	4,3	2,1
5	4,4	0,4418	1,9	11,0	4,9	2,9
6	4,2	0,3752	1,6	12,1	4,5	3,0
7	7,3	0,3186	2,3	12,2	3,9	1,6
8	4,2	0,2706	1,1	12,2	3,3	2,2
9	4,2	0,2298	1,0	12,1	2,8	1,8
10	4,2	0,1952	0,8	12,1	2,4	1,5
11	4,4	0,1657	0,7	12,1	2,0	1,3
12	4,2	0,1408	0,6	12,1	1,7	1,1
13	7,3	0,1195	0,9	12,1	1,4	0,6
14	4,2	0,1015	0,4	12,1	1,2	0,8
15	4,2	0,0862	0,4	12,1	1,0	0,7
16	10,4	0,0732	0,8	12,1	0,9	0,1
17	4,2	0,0622	0,3	12,1	0,8	0,5
18	4,2	0,0528	0,2	12,1	0,6	0,4
19	7,3	0,0448	0,3	12,1	0,5	0,2
20	4,2	0,0381	0,2	12,1	0,5	0,3
21	4,4	0,0323	0,1	12,1	0,4	0,2
22	4,2	0,0275	0,1	12,1	0,3	0,2
23	4,2	0,0233	0,1	12,1	0,3	0,2
24	4,2	0,0198	0,1	12,1	0,2	0,2
25	7,3	0,0168	0,1	12,1	0,2	0,1
26	6,5	0,0143	0,1	12,1	0,2	0,1
27	4,2	0,0121	0,1	12,1	0,1	0,1
28	4,2	0,0103	0,0	12,1	0,1	0,1
29	4,2	0,0088	0,0	12,1	0,1	0,1
30	2,3	0,0074	0,0	12,1	0,1	0,1
			41,5		41,5	0,0
TIR = 17,76 %						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**8.6****Exemplos**

Os exemplos deste capítulo ilustram a avaliação de planos alternativos referentes a projetos dos Tipos B, C e D. Os planos alternativos foram avaliados pelo processo da análise incremental. O plano básico irrigaria a mesma área do projeto do Tipo C (vide abaixo o Plano Alternativo 2). Os Planos Alternativos 4 a 8, juntamente com o Plano Alternativo 2, constituem a análise incremental. Outro exemplo de análise incremental do Projeto Salitre consta do Anexo 6. Para cada projeto, apresentam-se memórias de cálculo, o resumo e o mapa geral do plano, os fluxos de custos e de benefícios e a análise econômica. Apresenta-se, também, um quadro comparativo dos planos alternativos.

A seguir, são descritos os três tipos de projetos e os planos alternativos, todos relativos ao projeto fictício analisado neste MANUAL. Os projetos são os seguintes:

- **Projeto do Tipo B** - Irrigação por aspersão de 2.400 ha, situados nas duas margens do rio. Os solos estendem-se até um quilômetro do rio, a sua cota sendo, no máximo, de 20 m acima do rio. As redes viária e elétrica seriam supridas pelos governos estadual e federal. Seria utilizado um reservatório existente, sendo admitido o custo de \$ 60.000 por cada milhão de metros cúbicos do volume útil no reservatório.
- **Projeto do Tipo C** - Irrigação por gravidade de 5.530 ha, situados pelas duas margens do rio. Os canais principais e secundários seriam construídos pela iniciativa privada para irrigar solos aluviais e terraços; os canais principais e secundários seriam construídos pela iniciativa privada, para irrigar, solos aluviais e terraços; os canais principais teriam origem num reservatório existente, que seria a fonte hídrica do projeto. As redes viária e elétrica seriam supridas pelos governos estadual e federal.
- **Projeto do Tipo D** - Irrigação gravitária de 13.420 ha, situados pelas duas margens do rio. O sistema hidráulico consistiria de uma nova barragem, criando um reservatório; e de canais principais, secundários e três estações de bombeamento. O sistema hidráulico seria implantado e financiado pelo governo federal, para uma associação de irrigantes. As redes viária e elétrica seriam encargo dos governos estadual e federal.
- **Planos Alternativos** - Foram elaborados, ao todo, oito planos alternativos, com áreas de 5.400 ha até 14.650 ha, cada um com o seu próprio esquema hidráulico; o método de irrigação seria o de gravidade, em todos os casos. As redes viária e elétrica também foram apresentadas nos planos.
- **Alternativa 1** (Igual ao exemplo do Tipo C)  
Canais paralelos teriam o seu início na tomada d'água de um reservatório existente, com capacidade total de  $465 \times 10^6 \text{ m}^3$  (vide mapa). O Canal da Margem Direita, com vazão de  $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , e aproximadamente 48,4 km, dominará 2.790 ha, enquanto o Canal da Margem Esquerda, com cerca de 42 km, dominará 2.740 ha. O plano seria financiado pela iniciativa privada, sendo classificado como um projeto do Tipo C.
- **Alternativa 2**  
Esta alternativa atenderia as mesmas áreas da Alternativa 1; no entanto, ao invés dos canais paralelos, haveria uma tomada única no reservatório, para o Canal da Margem Direita, que começaria na mesma cota da Alternativa 1, com cerca de 13,7 km, até uma bifurcação, no início de um sifão, para atravessar o rio (vide mapa); o sifão derivaria  $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$  para o Canal da Margem Esquerda, dominando a mesma área dessa margem constante da Alternativa 1. A parte restante do Canal da Margem Direita seria idêntica à da Alternativa 1.
- **Alternativa 3**  
O reservatório existente (o mesmo das Alternativas 1 e 2) restituaria água ao rio, alimentando a estação principal de bombeamento, localizada próximo de 13 km a jusante da barragem (vide mapa). Ela recalcaria  $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$  para o início do Canal da

Margem Direita, e 3,6 m<sup>3</sup>/s para o início do Canal da Margem Esquerda, ambos com 27,4 m de altura de recalque.

- **Alternativa 4**  
Nesta Alternativa seria acrescentada uma Estação Elevatória (3,6 m<sup>3</sup>/s e 18 m de altura de recalque), para alimentar o Canal da Casa de Bombas Direita, com cerca de 7 km de extensão, dominando 2.680 ha (vide mapa). Tendo em vista que toda a capacidade útil do reservatório existente seria necessária para atender a área da Alternativa 2, considerou-se que a capacidade total do reservatório seria aumentada, de 465 para 525 milhões de metros cúbicos; para tanto, seria construída uma pequena mureta fusível no seu vertedouro e uma mureta de concreto em cima da crista da barragem existente. Desse modo, seria possível irrigar 8.210 ha. O custo dessas obras foi estimado em US\$ 300.000.
- **Alternativa 5**  
Nesta alternativa seria acrescentada a Estação de Bombeamento Esquerda, recalando 3,6 m<sup>3</sup>/s, com 17m de altura de bombeamento, até o Canal da Casa de Bombas Esquerda, dominando 2.730 ha. Como no caso de Alternativa 4, seria preciso aumentar a capacidade do reservatório para  $616 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, a um custo muito maior, da ordem de US\$ 8.700.000 (vide o estudo de operação do reservatório).
- **Alternativa 6**  
A crescentar-se-iam, à Alternativa 5, a Estação de Bombeamento e o Canal do Reservatório na Margem Direita; o comprimento do canal seria de 3,7 km, devendo dominar 1.200 ha. A capacidade do reservatório deveria atingir  $716 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, a um custo de US\$ 15.700.000, aproximadamente (vide o estudo de operação do reservatório).
- **Alternativa 7** (exemplo, também, de projeto do Tipo D)  
É igual à Alternativa 6, com o acréscimo, porém, da Estação de Bombeamento da Margem Direita e do respectivo canal, para atender 2.680 ha adicionais, num total de 13.420 ha (vide o mapa). A vazão dessas obras passaria a ser de 3,3 m<sup>3</sup>/s, o comprimento do canal sendo de 8,1 km. O volume de acumulação necessário ( $804 \times 10^6$  m<sup>3</sup>) não poderia ser atendido pelo reservatório existente, mesmo ampliado, de modo que seria preciso prever um novo reservatório; os procedimentos para estimar o custo do mesmo foram ilustrados no Capítulo 6.
- **Alternativa 8**  
Trata-se da Alternativa 7, acrescida do bombeamento para alcançar a última grande mancha de solos; ela contempla todo o potencial de solos do projeto, exceto aqueles situados acima do Canal do Reservatório na Margem Direita, perto de sua extremidade final. A Estação de Bombeamento da Margem Esquerda elevaria 1,6 m<sup>3</sup>/s com 62 m de recalque; o canal, com 11,7 km, dominaria uns 1.230 ha. Esta alternativa requereria um novo reservatório com  $885 \times 10^6$  m<sup>3</sup> (vide estudo de operação do reservatório).

# Exemplos

## Avaliação dos Planos

**Tabela 8.7.****Alternativa # 1 - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	24,5	0,8895	21,8	1,4	1,2	-20,5
2	26,9	0,7912	21,3	8,4	6,6	-14,6
3	8,4	0,7038	5,9	14,0	9,9	3,9
4	8,3	0,6261	5,2	14,0	8,8	3,6
5	8,3	0,5569	4,6	14,0	7,8	3,2
6	8,1	0,4954	4,0	14,0	6,9	2,9
7	8,7	0,4407	3,8	14,0	6,2	2,3
8	8,1	0,3920	3,2	14,0	5,5	2,3
9	8,1	0,3487	2,8	14,0	4,9	2,1
10	8,1	0,3101	2,5	14,0	4,3	1,8
11	8,1	0,2759	2,2	14,0	3,9	1,6
12	8,1	0,2454	2,0	14,0	3,4	1,4
13	8,7	0,2183	1,9	14,0	3,1	1,2
14	8,1	0,1942	1,6	14,0	2,7	1,1
15	8,1	0,1727	1,4	14,0	2,4	1,0
16	8,1	0,1536	1,2	14,0	2,2	0,9
17	8,1	0,1367	1,1	14,0	1,9	0,8
18	8,1	0,1216	1,0	14,0	1,7	0,7
19	8,7	0,1081	0,9	14,0	1,5	0,6
20	8,1	0,0962	0,8	14,0	1,3	0,6
21	8,1	0,0856	0,7	14,0	1,2	0,5
22	8,1	0,0761	0,6	14,0	1,1	0,4
23	8,1	0,0677	0,5	14,0	0,9	0,4
24	8,1	0,0602	0,5	14,0	0,8	0,4
25	8,7	0,0536	0,5	14,0	0,7	0,3
26	8,8	0,0477	0,4	14,0	0,7	0,2
27	8,1	0,0424	0,3	14,0	0,6	0,3
28	8,1	0,0377	0,3	14,0	0,5	0,2
29	8,1	0,0335	0,3	14,0	0,5	0,2
30	8,1	0,0298	0,2	14,0	0,4	0,2
			93,7		93,7	0,0
TIR = 12,4 %						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.8****Alternativa # 1 - Relação Benefício/Custo  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	24,5	0,90090	22,1	1,4	1,3	-20,8
2	26,9	0,81162	21,8	8,4	6,8	-15,0
3	8,4	0,73119	6,1	14,0	10,2	4,1
4	8,3	0,65873	5,5	14,0	9,2	3,8
5	8,3	0,59345	4,9	14,0	8,3	3,4
6	8,1	0,53464	4,3	14,0	7,5	3,2
7	8,7	0,48166	4,2	14,0	6,7	2,6
8	8,1	0,43393	3,5	14,0	6,1	2,6
9	8,1	0,39092	3,2	14,0	5,5	2,3
10	8,1	0,35218	2,9	14,0	4,9	2,1
11	8,1	0,31728	2,6	14,0	4,4	1,9
12	8,1	0,28584	2,3	14,0	4,0	1,7
13	8,7	0,25751	2,2	14,0	3,6	1,4
14	8,1	0,23199	1,9	14,0	3,2	1,4
15	8,1	0,20900	1,7	14,0	2,9	1,2
16	8,1	0,18829	1,5	14,0	2,6	1,1
17	8,1	0,16963	1,4	14,0	2,4	1,0
18	8,1	0,15282	1,2	14,0	2,1	0,9
19	8,7	0,13768	1,2	14,0	1,9	0,7
20	8,1	0,12403	1,0	14,0	1,7	0,7
21	8,1	0,11174	0,9	14,0	1,6	0,7
22	8,1	0,10067	0,8	14,0	1,4	0,6
23	8,1	0,09069	0,7	14,0	1,3	0,5
24	8,1	0,08170	0,7	14,0	1,1	0,5
25	8,7	0,07361	0,6	14,0	1,0	0,4
26	8,8	0,06631	0,6	14,0	0,9	0,3
27	8,1	0,05974	0,5	14,0	0,8	0,4
28	8,1	0,05382	0,4	14,0	0,8	0,3
29	8,1	0,04849	0,4	14,0	0,7	0,3
30	8,1	0,04368	0,4	14,0	0,6	0,3
			101,5		105,8	4,3
Relação Benefício/Custo = 1,04 :1						
Valor Presente Líquido = 4,3						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.9.** **Alternativa # 1 - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	21,8	0,2		-	2,3	0,2	24,5
2	21,8	0,3		-	4,6	0,2	26,9
3		0,3		-	7,8	0,3	8,4
4		0,3		-	7,8	0,2	8,3
5		0,3		-	7,8	0,2	8,3
6		0,3		-	7,8		8,1
7		0,3	0,6	-	7,8		8,7
8		0,3		-	7,8		8,1
9		0,3		-	7,8		8,1
10		0,3		-	7,8		8,1
11		0,3		-	7,8		8,1
12		0,3		-	7,8		8,1
13		0,3	0,6	-	7,8		8,7
14		0,3		-	7,8		8,1
15		0,3		-	7,8		8,1
16		0,3		-	7,8		8,1
17		0,3		-	7,8		8,1
18		0,3		-	7,8		8,1
19		0,3	0,6	-	7,8		8,7
20		0,3		-	7,8		8,1
21		0,3		-	7,8		8,1
22		0,3		-	7,8		8,1
23		0,3		-	7,8		8,1
24		0,3		-	7,8		8,1
25		0,3	0,6	-	7,8		8,7
26		0,3	0,7	-	7,8		8,8
27		0,3		-	7,8		8,1
28		0,3		-	7,8		8,1
29		0,3		-	7,8		8,1
30		0,3		-	7,8		8,1

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.10.** **Alternativa # 1 - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	10	1.400.000	1,4
2	60	8.400.600	8,4
3	100	14.001.000	14,0
4	100	14.001.000	14,0
5	100	14.001.000	14,0
6	100	14.001.000	14,0
7	100	14.001.000	14,0
8	100	14.001.000	14,0
9	100	14.001.000	14,0
10	100	14.001.000	14,0
11	100	14.001.000	14,0
12	100	14.001.000	14,0
13	100	14.001.000	14,0
14	100	14.001.000	14,0
15	100	14.001.000	14,0
16	100	14.001.000	14,0
17	100	14.001.000	14,0
18	100	14.001.000	14,0
19	100	14.001.000	14,0
20	100	14.001.000	14,0
21	100	14.001.000	14,0
22	100	14.001.000	14,0
23	100	14.001.000	14,0
24	100	14.001.000	14,0
25	100	14.001.000	14,0
26	100	14.001.000	14,0
27	100	14.001.000	14,0
28	100	14.001.000	14,0
29	100	14.001.000	14,0
30	100	14.001.000	14,0

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.11. Alternativa # 1 - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	1.081.000
Estradas	2.600.000
Total	3.681.000
Custo por hectare (5.530 ha)	666
Componentes de Projeto	
Investimentos	
Barragem e reservatório	9.300.000
Canal da margem direita	10.030.000
Canal da margem esquerda	8.800.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	3.871.000
Equipamentos de O&M	774.000
Centro de Operação e Manutenção	442.000
Sistema de Irrigação Parcelar	3.318.000
Desmatamento, Sistematização e quebra-ventos	3.871.000
Correção inicial do solo	2.212.000
Total	43.578.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	222.900
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	33.200
Produção agrícola	7.800.000
Rreposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	619.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	704.000
Assistência Técnica	1.100.000

**Tabela 8.12.** **Alternativa # 2 - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	23,7	0,8858	21,0	1,4	1,2	-19,8
2	26,2	0,7847	20,6	8,4	6,6	-14,0
3	8,4	0,6951	5,8	14,0	9,7	3,9
4	8,3	0,6157	5,1	14,0	8,6	3,5
5	8,3	0,5454	4,5	14,0	7,6	3,1
6	8,1	0,4831	3,9	14,0	6,8	2,9
7	8,7	0,4280	3,7	14,0	6,0	2,3
8	8,1	0,3791	3,1	14,0	5,3	2,2
9	8,1	0,3358	2,7	14,0	4,7	2,0
10	8,1	0,2975	2,4	14,0	4,2	1,8
11	8,1	0,2635	2,1	14,0	3,7	1,6
12	8,1	0,2334	1,9	14,0	3,3	1,4
13	8,7	0,2068	1,8	14,0	2,9	1,1
14	8,1	0,1832	1,5	14,0	2,6	1,1
15	8,1	0,1622	1,3	14,0	2,3	1,0
16	8,1	0,1437	1,2	14,0	2,0	0,8
17	8,1	0,1273	1,0	14,0	1,8	0,8
18	8,1	0,1128	0,9	14,0	1,6	0,7
19	8,7	0,0999	0,9	14,0	1,4	0,5
20	8,1	0,0885	0,7	14,0	1,2	0,5
21	8,1	0,0784	0,6	14,0	1,1	0,5
22	8,1	0,0694	0,6	14,0	1,0	0,4
23	8,1	0,0615	0,5	14,0	0,9	0,4
24	8,1	0,0545	0,4	14,0	0,8	0,3
25	8,7	0,0483	0,4	14,0	0,7	0,3
26	9,9	0,0428	0,4	14,0	0,6	0,2
27	8,1	0,0379	0,3	14,0	0,5	0,2
28	8,1	0,0335	0,3	14,0	0,5	0,2
29	8,1	0,0297	0,2	14,0	0,4	0,2
30	8,1	0,0263	0,2	14,0	0,4	0,2
			90,2		90,2	0,0

TIR = 12,9 %

 $10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.13.** **Alternativa # 2 - Relação Benefício/Custo**  
**(Preços de Janeiro de 1989 em US\$, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	23,7	0,90090	21,4	1,4	1,3	-20,1
2	26,2	0,81162	21,3	8,4	6,8	-14,4
3	8,4	0,73119	6,1	14,0	10,2	4,1
4	8,3	0,65873	5,5	14,0	9,2	3,8
5	8,3	0,59345	4,9	14,0	8,3	3,4
6	8,1	0,53464	4,3	14,0	7,5	3,2
7	8,7	0,48166	4,2	14,0	6,7	2,6
8	8,1	0,43393	3,5	14,0	6,1	2,6
9	8,1	0,39092	3,2	14,0	5,5	2,3
10	8,1	0,35218	2,9	14,0	4,9	2,1
11	8,1	0,31728	2,6	14,0	4,4	1,9
12	8,1	0,28584	2,3	14,0	4,0	1,7
13	8,7	0,25751	2,2	14,0	3,6	1,4
14	8,1	0,23199	1,9	14,0	3,2	1,4
15	8,1	0,20900	1,7	14,0	2,9	1,2
16	8,1	0,18829	1,5	14,0	2,6	1,1
17	8,1	0,16963	1,4	14,0	2,4	1,0
18	8,1	0,15282	1,2	14,0	2,1	0,9
19	8,7	0,13768	1,2	14,0	1,9	0,7
20	8,1	0,12403	1,0	14,0	1,7	0,7
21	8,1	0,11174	0,9	14,0	1,6	0,7
22	8,1	0,10067	0,8	14,0	1,4	0,6
23	8,1	0,09069	0,7	14,0	1,3	0,5
24	8,1	0,08170	0,7	14,0	1,1	0,5
25	8,7	0,07361	0,6	14,0	1,0	0,4
26	9,9	0,06631	0,7	14,0	0,9	0,3
27	8,1	0,05974	0,5	14,0	0,8	0,4
28	8,1	0,05382	0,4	14,0	0,8	0,3
29	8,1	0,04849	0,4	14,0	0,7	0,3
30	8,1	0,04368	0,4	14,0	0,6	0,3
			100,3		105,8	5,5
Relação Benefício/Custo = 1,05 :1,0						
Valor Presente Líquido = 5,5						

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.14.** **Alternativa # 2 - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	21,0	0,2		-	2,3	0,2	23,7
2	21,1	0,3		-	4,6	0,2	26,2
3		0,3		-	7,8	0,3	8,4
4		0,3		-	7,8	0,2	8,3
5		0,3		-	7,8	0,2	8,3
6		0,3		-	7,8		8,1
7		0,3	0,6	-	7,8		8,7
8		0,3		-	7,8		8,1
9		0,3		-	7,8		8,1
10		0,3		-	7,8		8,1
11		0,3		-	7,8		8,1
12		0,3		-	7,8		8,1
13		0,3	0,6	-	7,8		8,7
14		0,3		-	7,8		8,1
15		0,3		-	7,8		8,1
16		0,3		-	7,8		8,1
17		0,3		-	7,8		8,1
18		0,3		-	7,8		8,1
19		0,3	0,6	-	7,8		8,7
20		0,3		-	7,8		8,1
21		0,3		-	7,8		8,1
22		0,3		-	7,8		8,1
23		0,3		-	7,8		8,1
24		0,3		-	7,8		8,1
25		0,3	0,6	-	7,8		8,7
26		0,3	1,8	-	7,8		9,9
27		0,3		-	7,8		8,1
28		0,3		-	7,8		8,1
29		0,3		-	7,8		8,1
30		0,3		-	7,8		8,1

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.15.** **Alternativa # 2 - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	10	1.400.000	1,4
2	60	8.400.600	8,4
3	100	14.001.000	14,0
4	100	14.001.000	14,0
5	100	14.001.000	14,0
6	100	14.001.000	14,0
7	100	14.001.000	14,0
8	100	14.001.000	14,0
9	100	14.001.000	14,0
10	100	14.001.000	14,0
11	100	14.001.000	14,0
12	100	14.001.000	14,0
13	100	14.001.000	14,0
14	100	14.001.000	14,0
15	100	14.001.000	14,0
16	100	14.001.000	14,0
17	100	14.001.000	14,0
18	100	14.001.000	14,0
19	100	14.001.000	14,0
20	100	14.001.000	14,0
21	100	14.001.000	14,0
22	100	14.001.000	14,0
23	100	14.001.000	14,0
24	100	14.001.000	14,0
25	100	14.001.000	14,0
26	100	14.001.000	14,0
27	100	14.001.000	14,0
28	100	14.001.000	14,0
29	100	14.001.000	14,0
30	100	14.001.000	14,0

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.16. Alternativa # 2 - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	1.081.000
Estradas	2.600.000
Total	3.681.000
Custo por hectare (5.530 ha)	666
<b>Componentes de Projeto</b>	
Investimentos	
Barragem e reservatório	9.300.000
Canal da margem direita	11.260.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Sifão do Rio	1.106.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	3.871.000
Equipamentos de O&M	774.000
Centro de Operação e Manutenção	442.000
Sistema de Irrigação parcelar	3.318.000
Desmatamento, Sistematização e quebra-ventos	3.871.000
Correção inicial do solo	2.212.000
Total	42.054.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	222.900
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	33.200
Produção agrícola	7.800.000
Reposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	619.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	1.810.000
Assistência Técnica	1.100.000

**Tabela 8.17.** **Alternativa # 3 - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	24,7	0,9039	22,3	1,4	1,3	-21,1
2	26,4	0,8171	21,6	8,2	6,7	-14,9
3	8,6	0,7386	6,4	13,6	10,0	3,7
4	8,5	0,6676	5,7	13,6	9,1	3,4
5	8,5	0,6034	5,1	13,6	8,2	3,1
6	8,3	0,5455	4,5	13,6	7,4	2,9
7	8,9	0,4930	4,4	13,6	6,7	2,3
8	8,3	0,4457	3,7	13,6	6,1	2,4
9	8,3	0,4029	3,3	13,6	5,5	2,1
10	8,3	0,3641	3,0	13,6	5,0	1,9
11	8,7	0,3292	2,9	13,6	4,5	1,6
12	8,3	0,2975	2,5	13,6	4,0	1,6
13	8,9	0,2689	2,4	13,6	3,7	1,3
14	8,3	0,2431	2,0	13,6	3,3	1,3
15	8,3	0,2197	1,8	13,6	3,0	1,2
16	13,9	0,1986	2,8	13,6	2,7	-0,1
17	8,3	0,1795	1,5	13,6	2,4	1,0
18	8,3	0,1623	1,3	13,6	2,2	0,9
19	8,9	0,1467	1,3	13,6	2,0	0,7
20	8,3	0,1326	1,1	13,6	1,8	0,7
21	8,7	0,1199	1,0	13,6	1,6	0,6
22	8,3	0,1083	0,9	13,6	1,5	0,6
23	8,3	0,0979	0,8	13,6	1,3	0,5
24	8,3	0,0885	0,7	13,6	1,2	0,5
25	8,9	0,0800	0,7	13,6	1,1	0,4
26	9,0	0,0723	0,7	13,6	1,0	0,3
27	8,3	0,0654	0,5	13,6	0,9	0,3
28	8,3	0,0591	0,5	13,6	0,8	0,3
29	8,3	0,0534	0,4	13,6	0,7	0,3
30	8,3	0,0483	0,4	13,6	0,7	0,3
			106,3		106,3	-0,0
						TIR = 10,6 %

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.18.****Alternativa # 3 - Relação Benefício/Custo  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	24,7	0,90090	22,3	1,4	1,3	(21,0)
2	26,4	0,81162	21,4	8,2	6,7	(14,8)
3	8,6	0,73119	6,3	13,6	9,9	3,7
4	8,5	0,65873	5,6	13,6	9,0	3,4
5	8,5	0,59345	5,0	13,6	8,1	3,0
6	8,3	0,53464	4,4	13,6	7,3	2,8
7	8,9	0,48166	4,3	13,6	6,6	2,3
8	8,3	0,43393	3,6	13,6	5,9	2,3
9	8,3	0,39092	3,2	13,6	5,3	2,1
10	8,3	0,35218	2,9	13,6	4,8	1,9
11	8,7	0,31728	2,8	13,6	4,3	1,6
12	8,3	0,28584	2,4	13,6	3,9	1,5
13	8,9	0,25751	2,3	13,6	3,5	1,2
14	8,3	0,23199	1,9	13,6	3,2	1,2
15	8,3	0,20900	1,7	13,6	2,8	1,1
16	13,9	0,18829	2,6	13,6	2,6	(0,1)
17	8,3	0,16963	1,4	13,6	2,3	0,9
18	8,3	0,15282	1,3	13,6	2,1	0,8
19	8,9	0,13768	1,2	13,6	1,9	0,6
20	8,3	0,12403	1,0	13,6	1,7	0,7
21	8,7	0,11174	1,0	13,6	1,5	0,5
22	8,3	0,10067	0,8	13,6	1,4	0,5
23	8,3	0,09069	0,8	13,6	1,2	0,5
24	8,3	0,08170	0,7	13,6	1,1	0,4
25	8,9	0,07361	0,7	13,6	1,0	0,3
26	9,0	0,06631	0,6	13,6	0,9	0,3
27	8,3	0,05974	0,5	13,6	0,8	0,3
28	8,3	0,05382	0,4	13,6	0,7	0,3
29	8,3	0,04849	0,4	13,6	0,7	0,3
30	8,3	0,04368	0,4	13,6	0,6	0,2
			103,9		102,9	(1,1)
Relação Benefício/Custo = 0,99 : 1						
Valor Presente Líquido = -1,1						

 $10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.19.** **Alternativa # 3 - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	21,8	0,2		0,2	2,3	0,2	24,7
2	21,9	0,3		0,4	3,6	0,2	26,4
3		0,3		0,4	7,6	0,3	8,6
4		0,3		0,4	7,6	0,2	8,5
5		0,3		0,4	7,6	0,2	8,5
6		0,3		0,4	7,6		8,3
7		0,3	0,6	0,4	7,6		8,9
8		0,3		0,4	7,6		8,3
9		0,3		0,4	7,6		8,3
10		0,3		0,4	7,6		8,3
11		0,3	0,4	0,4	7,6		8,7
12		0,3		0,4	7,6		8,3
13		0,3	0,6	0,4	7,6		8,9
14		0,3		0,4	7,6		8,3
15		0,3		0,4	7,6		8,3
16		0,3	5,6	0,4	7,6		13,9
17		0,3		0,4	7,6		8,3
18		0,3		0,4	7,6		8,3
19		0,3	0,6	0,4	7,6		8,9
20		0,3		0,4	7,6		8,3
21		0,3	0,4	0,4	7,6		8,7
22		0,3		0,4	7,6		8,3
23		0,3		0,4	7,6		8,3
24		0,3		0,4	7,6		8,3
25		0,3	0,6	0,4	7,6		8,9
26		0,3	0,7	0,4	7,6		9,0
27		0,3		0,4	7,6		8,3
28		0,3		0,4	7,6		8,3
29		0,3		0,4	7,6		8,3
30		0,3		0,4	7,6		8,3

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.20.** **Alternativa # 3 - Fluxo de Benefícios  
(Preços de Janeiro de 1989 em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	10	1.400.000	1,4
2	60	8.182.000	8,2
3	100	13.637.000	13,6
4	100	13.637.000	13,6
5	100	13.637.000	13,6
6	100	13.637.000	13,6
7	100	13.637.000	13,6
8	100	13.637.000	13,6
9	100	13.637.000	13,6
10	100	13.637.000	13,6
11	100	13.637.000	13,6
12	100	13.637.000	13,6
13	100	13.637.000	13,6
14	100	13.637.000	13,6
15	100	13.637.000	13,6
16	100	13.637.000	13,6
17	100	13.637.000	13,6
18	100	13.637.000	13,6
19	100	13.637.000	13,6
20	100	13.637.000	13,6
21	100	13.637.000	13,6
22	100	13.637.000	13,6
23	100	13.637.000	13,6
24	100	13.637.000	13,6
25	100	13.637.000	13,6
26	100	13.637.000	13,6
27	100	13.637.000	13,6
28	100	13.637.000	13,6
29	100	13.637.000	13,6
30	100	13.637.000	13,6

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.21. Alternativa # 3 - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	1.081.000
Estradas	2.600.000
Total	3.681.000
Custo por hectare (5.400 ha)	682
<b>Componentes de Projeto</b>	
Investimentos	
Barragem e reservatório	9.000.000
Canal da margem direita	7.390.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Estação de Bombeamento do Rio (*)	7.004.000
Estradas de acesso	800.000
Canais Secundários	3.780.000
Automação	378.000
Equipamentos de O&M	756.000
Centro de Operação e Manutenção	432.000
Sistema de Irrigação parcelar	3.240.000
Desmatamento, Sistematização e Quebra-ventos	3.780.000
Correção inicial do solo	2.160.000
Total	43.660.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	294.800
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	32.400
Produção agrícola	7.614.000
Energia Elétrica	433.000
Reposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	605.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	5.603.000
Tubulações 100% -cada 25 anos	704.000
Automação 100% -cada 10 anos	378.000
Assistência Técnica	1.080.000

(\*) Inclui os custos da estação (\$ 4.504.000) e das obras de captação (\$ 2.500.000).

**Tabela 8.22.** **Alternativa # 4 - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989 em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	10,3	0,8744	9,0	-	0,0	-9,0
2	26,9	0,7646	20,6	6,2	4,7	-15,8
3	30,5	0,6686	20,4	12,3	8,2	-12,2
4	12,5	0,5847	7,3	20,6	12,0	4,7
5	12,5	0,5112	6,4	20,6	10,5	4,1
6	12,1	0,4470	5,4	20,6	9,2	3,8
7	13,1	0,3909	5,1	20,6	8,1	2,9
8	12,1	0,3418	4,1	20,6	7,0	2,9
9	12,2	0,2989	3,6	20,6	6,2	2,5
10	12,1	0,2614	3,2	20,6	5,4	2,2
11	12,4	0,2286	2,8	20,6	4,7	1,9
12	12,1	0,1999	2,4	20,6	4,1	1,7
13	13,1	0,1748	2,3	20,6	3,6	1,3
14	12,1	0,1528	1,8	20,6	3,1	1,3
15	12,2	0,1336	1,6	20,6	2,8	1,1
16	13,8	0,1168	1,6	20,6	2,4	0,8
17	12,2	0,1022	1,2	20,6	2,1	0,9
18	12,1	0,0893	1,1	20,6	1,8	0,8
19	13,1	0,0781	1,0	20,6	1,6	0,6
20	12,1	0,0683	0,8	20,6	1,4	0,6
21	12,4	0,0597	0,7	20,6	1,2	0,5
22	12,1	0,0522	0,6	20,6	1,1	0,4
23	12,2	0,0457	0,6	20,6	0,9	0,4
24	12,1	0,0399	0,5	20,6	0,8	0,3
25	13,1	0,0349	0,5	20,6	0,7	0,3
26	13,4	0,0305	0,4	20,6	0,6	0,2
27	12,2	0,0267	0,3	20,6	0,6	0,2
28	12,1	0,0234	0,3	20,6	0,5	0,2
29	12,2	0,0204	0,2	20,6	0,4	0,2
30	12,1	0,0179	0,2	20,6	0,4	0,2
			106,3		106,3	0,0
						TIR = 14,4 %

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.23.**
**Alternativa # 4 - Relação Benefício/Custo**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	10,3	0,90090	9,3	0,0	0,0	-9,3
2	26,9	0,81162	21,8	6,2	5,0	-16,8
3	30,5	0,73119	22,3	12,3	9,0	-13,3
4	12,5	0,65873	8,2	20,6	13,6	5,3
5	12,5	0,59345	7,4	20,6	12,2	4,8
6	12,1	0,53464	6,5	20,6	11,0	4,5
7	13,1	0,48166	6,3	20,6	9,9	3,6
8	12,1	0,43393	5,3	20,6	8,9	3,7
9	12,2	0,39092	4,8	20,6	8,1	3,3
10	12,1	0,35218	4,3	20,6	7,3	3,0
11	12,4	0,31728	3,9	20,6	6,5	2,6
12	12,1	0,28584	3,5	20,6	5,9	2,4
13	13,1	0,25751	3,4	20,6	5,3	1,9
14	12,1	0,23199	2,8	20,6	4,8	2,0
15	12,2	0,20900	2,5	20,6	4,3	1,8
16	13,8	0,18829	2,6	20,6	3,9	1,3
17	12,2	0,16963	2,1	20,6	3,5	1,4
18	12,1	0,15282	1,8	20,6	3,1	1,3
19	13,1	0,13768	1,8	20,6	2,8	1,0
20	12,1	0,12403	1,5	20,6	2,6	1,1
21	12,4	0,11174	1,4	20,6	2,3	0,9
22	12,1	0,10067	1,2	20,6	2,1	0,9
23	12,2	0,09069	1,1	20,6	1,9	0,8
24	12,1	0,08170	1,0	20,6	1,7	0,7
25	13,1	0,07361	1,0	20,6	1,5	0,6
26	13,4	0,06631	0,9	20,6	1,4	0,5
27	12,2	0,05974	0,7	20,6	1,2	0,5
28	12,1	0,05382	0,7	20,6	1,1	0,5
29	12,2	0,04849	0,6	20,6	1,0	0,4
30	12,1	0,04368	0,5	20,6	0,9	0,4
			131,1		142,8	11,7
Relação Benefício/Custo = 1,09 :1						
Valor Presente Líquido = 11,7						

 $10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.24.** **Alternativa # 4 - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	10,0	-		-	-	0,3	10,3
2	22,7	0,3		0,1	3,5	0,3	26,9
3	22,5	0,4		0,2	7,0	0,4	30,5
4		0,4		0,1	11,6	0,4	12,5
5		0,4		0,2	11,6	0,3	12,5
6		0,4		0,1	11,6		12,1
7		0,4	0,9	0,2	11,6		13,1
8		0,4		0,1	11,6		12,1
9		0,4		0,2	11,6		12,2
10		0,4		0,1	11,6		12,1
11		0,4	0,2	0,2	11,6		12,4
12		0,4		0,1	11,6		12,1
13		0,4	0,9	0,2	11,6		13,1
14		0,4		0,1	11,6		12,1
15		0,4		0,2	11,6		12,2
16		0,4	1,7	0,1	11,6		13,8
17		0,4		0,2	11,6		12,2
18		0,4		0,1	11,6		12,1
19		0,4	0,9	0,2	11,6		13,1
20		0,4		0,1	11,6		12,1
21		0,4	0,2	0,2	11,6		12,4
22		0,4		0,1	11,6		12,1
23		0,4		0,2	11,6		12,2
24		0,4		0,1	11,6		12,1
25		0,4	0,9	0,2	11,6		13,1
26		0,4	1,3	0,1	11,6		13,4
27		0,4		0,2	11,6		12,2
28		0,4		0,1	11,6		12,1
29		0,4		0,2	11,6		12,2
30		0,4		0,1	11,6		12,1

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.25.** **Alternativa # 4 - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	-	-	-
2	30	6.170.000	6,2
3	60	12.339.000	12,3
4	100	20.565.000	20,6
5	100	20.565.000	20,6
6	100	20.565.000	20,6
7	100	20.565.000	20,6
8	100	20.565.000	20,6
9	100	20.565.000	20,6
10	100	20.565.000	20,6
11	100	20.565.000	20,6
12	100	20.565.000	20,6
13	100	20.565.000	20,6
14	100	20.565.000	20,6
15	100	20.565.000	20,6
16	100	20.565.000	20,6
17	100	20.565.000	20,6
18	100	20.565.000	20,6
19	100	20.565.000	20,6
20	100	20.565.000	20,6
21	100	20.565.000	20,6
22	100	20.565.000	20,6
23	100	20.565.000	20,6
24	100	20.565.000	20,6
25	100	20.565.000	20,6
26	100	20.565.000	20,6
27	100	20.565.000	20,6
28	100	20.565.000	20,6
29	100	20.565.000	20,6
30	100	20.565.000	20,6

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.26. Alternativa # 4 ( Resumo dos Custos)  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	1.640.000
Estradas	3.860.000
Total	5.460.000
Custo por hectare (8.210 ha)	665
Componentes do Projeto	
Investimentos	9.600.000
Barragem e reservatório	9.600.000
Canal da margem direita	12.820.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Estação de Bombeamento C.D.	2.156.000
Canal da casa de bombas direita	1.884.000
Sifão do Rio	1.106.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	5.747.000
Automação	188.000
Equipamentos de O&M	1.149.000
Centro de Operação e Manutenção	657.000
Sistema de Irrigação	4.926.000
Desmatamento, Sistematização e quebra-ventos	5.747.000
Correção inicial do solo	3.284.000
Total	55.164.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	328.400
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	49.300
Produção agrícola	11.576.000
Energia Elétrica	140.000
Reposição	
Equipamento de O&M 80% - cada 6 anos	919.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	1.725.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	1.350.000
Automação 100% - cada 10 anos	188.000
Assistência Técnica	1.650.000

**Tabela 8.27.** **Alternativa # 5 - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	17,7	0,8883	15,7	-	0,0	-15,7
2	36,3	0,7890	28,6	8,1	6,4	-22,2
3	41,2	0,7008	28,9	16,2	11,4	-17,5
4	16,6	0,6225	10,3	27,0	16,8	6,5
5	16,6	0,5530	9,2	27,0	14,9	5,8
6	16,2	0,4912	8,0	27,0	13,3	5,3
7	17,4	0,4363	7,6	27,0	11,8	4,2
8	16,2	0,3875	6,3	27,0	10,5	4,2
9	16,2	0,3442	5,6	27,0	9,3	3,7
10	16,2	0,3058	5,0	27,0	8,3	3,3
11	16,6	0,2716	4,5	27,0	7,3	2,8
12	16,2	0,2412	3,9	27,0	6,5	2,6
13	17,4	0,2143	3,7	27,0	5,8	2,1
14	16,2	0,1903	3,1	27,0	5,1	2,1
15	16,2	0,1691	2,7	27,0	4,6	1,8
16	19,8	0,1502	3,0	27,0	4,1	1,1
17	16,2	0,1334	2,2	27,0	3,6	1,4
18	16,2	0,1185	1,9	27,0	3,2	1,3
19	17,4	0,1053	1,8	27,0	2,8	1,0
20	16,2	0,0935	1,5	27,0	2,5	1,0
21	16,6	0,0830	1,4	27,0	2,2	0,9
22	16,2	0,0738	1,2	27,0	2,0	0,8
23	16,2	0,0655	1,1	27,0	1,8	0,7
24	16,2	0,0582	0,9	27,0	1,6	0,6
25	17,4	0,0517	0,9	27,0	1,4	0,5
26	18,2	0,0459	0,8	27,0	1,2	0,4
27	16,2	0,0408	0,7	27,0	1,1	0,4
28	16,2	0,0362	0,6	27,0	1,0	0,4
29	16,2	0,0322	0,5	27,0	0,9	0,3
30	16,2	0,0286	0,5	27,0	0,8	0,3
			162,0		162,0	0,0
						TIR = 12,6 %

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.28. Alternativa # 5 - Relação Benefício/Custo  
(Preços de Janeiro de 1989 em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	17,7	0,90090	15,9	0,0	0,0	-15,9
2	36,3	0,81162	29,5	8,1	6,6	-22,9
3	41,2	0,73119	30,1	16,2	11,8	-18,3
4	16,6	0,65873	10,9	27,0	17,8	6,9
5	16,6	0,59345	9,9	27,0	16,0	6,2
6	16,2	0,53464	8,7	27,0	14,4	5,8
7	17,4	0,48166	8,4	27,0	13,0	4,6
8	16,2	0,43393	7,0	27,0	11,7	4,7
9	16,2	0,39092	6,3	27,0	10,6	4,2
10	16,2	0,35218	5,7	27,0	9,5	3,8
11	16,6	0,31728	5,3	27,0	8,6	3,3
12	16,2	0,28584	4,6	27,0	7,7	3,1
13	17,4	0,25751	4,5	27,0	7,0	2,5
14	16,2	0,23199	3,8	27,0	6,3	2,5
15	16,2	0,20900	3,4	27,0	5,6	2,3
16	19,8	0,18829	3,7	27,0	5,1	1,4
17	16,2	0,16963	2,7	27,0	4,6	1,8
18	16,2	0,15282	2,5	27,0	4,1	1,7
19	17,4	0,13768	2,4	27,0	3,7	1,3
20	16,2	0,12403	2,0	27,0	3,3	1,3
21	16,6	0,11174	1,9	27,0	3,0	1,2
22	16,2	0,10067	1,6	27,0	2,7	1,1
23	16,2	0,09069	1,5	27,0	2,4	1,0
24	16,2	0,08170	1,3	27,0	2,2	0,9
25	17,4	0,07361	1,3	27,0	2,0	0,7
26	18,2	0,06631	1,2	27,0	1,8	0,6
27	16,2	0,05974	1,0	27,0	1,6	0,6
28	16,2	0,05382	0,9	27,0	1,5	0,6
29	16,2	0,04849	0,8	27,0	1,3	0,5
30	16,2	0,04368	0,7	27,0	1,2	0,5
			179,4		187,2	7,8
Relação Benefício/Custo = 1,04 :1.0						
Valor Presente Líquido = 7,8						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.29.** **Alternativa # 5 - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989 em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	17,3	-		-	-	0,4	17,7
2	30,8	0,2		0,2	4,6	0,5	36,3
3	30,7	0,5		0,3	9,2	0,5	41,2
4		0,5		0,3	15,4	0,4	16,6
5		0,5		0,3	15,4	0,4	16,6
6		0,5		0,3	15,4		16,2
7		0,5	1,2	0,3	15,4		17,4
8		0,5		0,3	15,4		16,2
9		0,5		0,3	15,4		16,2
10		0,5		0,3	15,4		16,2
11		0,5	0,4	0,3	15,4		16,6
12		0,5		0,3	15,4		16,2
13		0,5	1,2	0,3	15,4		17,4
14		0,5		0,3	15,4		16,2
15		0,5		0,3	15,4		16,2
16		0,5	3,6	0,3	15,4		19,8
17		0,5		0,3	15,4		16,2
18		0,5		0,3	15,4		16,2
19		0,5	1,2	0,3	15,4		17,4
20		0,5		0,3	15,4		16,2
21		0,5	0,4	0,3	15,4		16,6
22		0,5		0,3	15,4		16,2
23		0,5		0,3	15,4		16,2
24		0,5		0,3	15,4		16,2
25		0,5	1,2	0,3	15,4		17,4
26		0,5	2,0	0,3	15,4		18,2
27		0,5		0,3	15,4		16,2
28		0,5		0,3	15,4		16,2
29		0,5		0,3	15,4		16,2
30		0,5		0,3	15,4		16,2

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.30.** **Alternativa # 5 - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	-	-	-
2	30	8.089.000	8,1
3	60	16.177.000	16,2
4	100	26.962.000	27,0
5	100	26.962.000	27,0
6	100	26.962.000	27,0
7	100	26.962.000	27,0
8	100	26.962.000	27,0
9	100	26.962.000	27,0
10	100	26.962.000	27,0
11	100	26.962.000	27,0
12	100	26.962.000	27,0
13	100	26.962.000	27,0
14	100	26.962.000	27,0
15	100	26.962.000	27,0
16	100	26.962.000	27,0
17	100	26.962.000	27,0
18	100	26.962.000	27,0
19	100	26.962.000	27,0
20	100	26.962.000	27,0
21	100	26.962.000	27,0
22	100	26.962.000	27,0
23	100	26.962.000	27,0
24	100	26.962.000	27,0
25	100	26.962.000	27,0
26	100	26.962.000	27,0
27	100	26.962.000	27,0
28	100	26.962.000	27,0
29	100	26.962.000	27,0
30	100	26.962.000	27,0

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.31. Alternativa # 5 - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	2.400.000
Estradas	4.400.000
Total	6.800.000
Custo por hectare (10.940 ha)	622
Componentes de Projeto	
Investimentos	
Barragem e reservatório	18.000.000
Canal da margem direita	14.547.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Estação de Bombeamento C.D.	2.156.000
Canal da casa de bombas direita	1.884.000
Estação de Bombeamento C.E.	2.036.000
Canal da casa de bombas esquerda	3.420.000
Sifão do Rio	1.800.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	7.658.000
Automação	379.000
Equipamentos de O&M	1.532.000
Centro de Operação e Manutenção	875.000
Sistema de Irrigação	6.564.000
Desmatamento, Sistematização e quebra-ventos	7.658.000
Correção inicial do solo	4.376.000
Total	78.785.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	437.600
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	65.600
Produção agrícola	15.425.000
Energia Elétrica	280.000
Reposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	1.226.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	3.354.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	2.044.000
Automação 100% - cada 10 anos	379.000
Assistência Técnica	2.200.000

**Tabela 8.32.** **Alternativa # 6 - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	24,8	0,9033	22,4	-	0,0	-22,4
2	39,4	0,8159	32,1	3,0	2,4	-29,7
3	44,9	0,7370	33,1	17,8	13,1	-20,0
4	18,5	0,6657	12,3	29,7	19,8	7,5
5	18,5	0,6013	11,1	29,7	17,9	6,7
6	18,0	0,5431	9,8	29,7	16,1	6,4
7	19,4	0,4906	9,5	29,7	14,6	5,1
8	18,0	0,4431	8,0	29,7	13,2	5,2
9	18,0	0,4002	7,2	29,7	11,9	4,7
10	18,0	0,3615	6,5	29,7	10,7	4,2
11	18,5	0,3265	6,0	29,7	9,7	3,7
12	18,0	0,2950	5,3	29,7	8,8	3,5
13	19,4	0,2664	5,2	29,7	7,9	2,7
14	18,0	0,2406	4,3	29,7	7,1	2,8
15	18,0	0,2174	3,9	29,7	6,5	2,5
16	22,6	0,1963	4,4	29,7	5,8	1,4
17	18,0	0,1773	3,2	29,7	5,3	2,1
18	18,0	0,1602	2,9	29,7	4,8	1,9
19	19,4	0,1447	2,8	29,7	4,3	1,5
20	18,0	0,1307	2,4	29,7	3,9	1,5
21	18,5	0,1181	2,2	29,7	3,5	1,3
22	18,0	0,1066	1,9	29,7	3,2	1,2
23	18,0	0,0963	1,7	29,7	2,9	1,1
24	18,0	0,0870	1,6	29,7	2,6	1,0
25	19,4	0,0786	1,5	29,7	2,3	0,8
26	20,0	0,0710	1,4	29,7	2,1	0,7
27	18,0	0,0641	1,2	29,7	1,9	0,8
28	18,0	0,0579	1,0	29,7	1,7	0,7
29	18,0	0,0523	0,9	29,7	1,6	0,6
30	18,0	0,0472	0,9	29,7	1,4	0,6
			206,8		206,8	0,0
						TIR = 10,7 %

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.33. Alternativa # 6 - Relação Benefício/Custo  
(Preços de Janeiro de 1989 em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	24,8	0,90090	22,3	0,0	0,0	-22,3
2	39,4	0,81162	32,0	3,0	2,4	-29,5
3	44,9	0,73119	32,8	17,8	13,0	-19,8
4	18,5	0,65873	12,2	29,7	19,6	7,4
5	18,5	0,59345	11,0	29,7	17,6	6,6
6	18,0	0,53464	9,6	29,7	15,9	6,3
7	19,4	0,48166	9,3	29,7	14,3	5,0
8	18,0	0,43393	7,8	29,7	12,9	5,1
9	18,0	0,39092	7,0	29,7	11,6	4,6
10	18,0	0,35218	6,3	29,7	10,5	4,1
11	18,5	0,31728	5,9	29,7	9,4	3,6
12	18,0	0,28584	5,1	29,7	8,5	3,3
13	19,4	0,25751	5,0	29,7	7,6	2,7
14	18,0	0,23199	4,2	29,7	6,9	2,7
15	18,0	0,20900	3,8	29,7	6,2	2,4
16	22,6	0,18829	4,3	29,7	5,6	1,3
17	18,0	0,16963	3,1	29,7	5,0	2,0
18	18,0	0,15282	2,8	29,7	4,5	1,8
19	19,4	0,13768	2,7	29,7	4,1	1,4
20	18,0	0,12403	2,2	29,7	3,7	1,5
21	18,5	0,11174	2,1	29,7	3,3	1,3
22	18,0	0,10067	1,8	29,7	3,0	1,2
23	18,0	0,09069	1,6	29,7	2,7	1,1
24	18,0	0,08170	1,5	29,7	2,4	1,0
25	19,4	0,07361	1,4	29,7	2,2	0,8
26	20,0	0,06631	1,3	29,7	2,0	0,6
27	18,0	0,05974	1,1	29,7	1,8	0,7
28	18,0	0,05382	1,0	29,7	1,6	0,6
29	18,0	0,04849	0,9	29,7	1,4	0,6
30	18,0	0,04368	0,8	29,7	1,3	0,5
			202,8		201,1	-1,7
Relação Benefício/Custo = 0,99 :1.0						
Valor Presente Líquido = -1,7						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.34.** **Alternativa # 6 - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	24,3	-		-	-	0,5	24,8
2	33,3	0,3		0,2	5,1	0,5	39,4
3	33,3	0,6		0,3	10,2	0,5	44,9
4		0,6		0,3	17,1	0,5	18,5
5		0,6		0,3	17,1	0,5	18,5
6		0,6		0,3	17,1		18,0
7		0,6	1,4	0,3	17,1		19,4
8		0,6		0,3	17,1		18,0
9		0,6		0,3	17,1		18,0
10		0,6		0,3	17,1		18,0
11		0,6	0,5	0,3	17,1		18,5
12		0,6		0,3	17,1		18,0
13		0,6	1,4	0,3	17,1		19,4
14		0,6		0,3	17,1		18,0
15		0,6		0,3	17,1		18,0
16		0,6	4,6	0,3	17,1		22,6
17		0,6		0,3	17,1		18,0
18		0,6		0,3	17,1		18,0
19		0,6	1,4	0,3	17,1		19,4
20		0,6		0,3	17,1		18,0
21		0,6	0,5	0,3	17,1		18,5
22		0,6		0,3	17,1		18,0
23		0,6		0,3	17,1		18,0
24		0,6		0,3	17,1		18,0
25		0,6	1,4	0,3	17,1		19,4
26		0,6	2,0	0,3	17,1		20,0
27		0,6		0,3	17,1		18,0
28		0,6		0,3	17,1		18,0
29		0,6		0,3	17,1		18,0
30		0,6		0,3	17,1		18,0

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.35.** **Alternativa # 6 - Fluxo de Benefícios  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	-	-	-
2	10	2.972.000	3,0
3	60	17.833.000	17,8
4	100	29.722.000	29,7
5	100	29.722.000	29,7
6	100	29.722.000	29,7
7	100	29.722.000	29,7
8	100	29.722.000	29,7
9	100	29.722.000	29,7
10	100	29.722.000	29,7
11	100	29.722.000	29,7
12	100	29.722.000	29,7
13	100	29.722.000	29,7
14	100	29.722.000	29,7
15	100	29.722.000	29,7
16	100	29.722.000	29,7
17	100	29.722.000	29,7
18	100	29.722.000	29,7
19	100	29.722.000	29,7
20	100	29.722.000	29,7
21	100	29.722.000	29,7
22	100	29.722.000	29,7
23	100	29.722.000	29,7
24	100	29.722.000	29,7
25	100	29.722.000	29,7
26	100	29.722.000	29,7
27	100	29.722.000	29,7
28	100	29.722.000	29,7
29	100	29.722.000	29,7
30	100	29.722.000	29,7

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.36. Alternativa # 6 - Resumo de Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	2.900.000
Estradas	4.400.000
Total	7.300.000
Custo por hectare (12.140 ha)	601
<b>Componentes de Projeto</b>	
Investimentos	
Barragem e reservatório	25.000.000
Canal da margem direita	14.547.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Estação de Bombeamento C.D.	2.156.000
Canal da casa de bombas direita	1.884.000
Estação de Bombeamento C.E.	2.036.000
Canal da casa de bombas esquerda	3.420.000
Sifão do Rio	1.800.000
Estação de Bombeamento do Res. na M.D.	1.522.000
Canal do Res. na M.D.	405.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	8.498.000
Automação	463.000
Equipamentos de O&M	1.700.000
Centro de Operação e Manutenção	971.000
Sistema de Irrigação	7.284.000
Desmatamento, sistematização e quebra-ventos	8.498.000
Correção inicial do solo	4.856.000
Total	90.940.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	485.600
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	72.800
Produção agrícola	17.117.000
Energia	338.000
Reposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	1.360.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	4.571.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	2.044.000
Automação 100% - cada 10 anos	463.000
Assistência Técnica	2.450.000

**Tabela 8.37.** **Alternativa # 7 - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989 em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	12,0	0,9163	11,0	-	0,0	-11,0
2	24,5	0,8397	20,6	-	0,0	-20,6
3	42,7	0,7694	32,9	9,8	7,5	-25,3
4	48,5	0,7051	34,2	19,6	13,8	-20,4
5	31,8	0,6461	20,5	32,7	21,1	0,6
6	19,9	0,5920	11,8	32,7	19,4	7,6
7	21,4	0,5425	11,6	32,7	17,7	6,1
8	19,9	0,4971	9,9	32,7	16,3	6,4
9	19,9	0,4555	9,1	32,7	14,9	5,8
10	19,9	0,4174	8,3	32,7	13,6	5,3
11	20,5	0,3825	7,8	32,7	12,5	4,7
12	19,9	0,3505	7,0	32,7	11,5	4,5
13	21,4	0,3212	6,9	32,7	10,5	3,6
14	19,9	0,2943	5,9	32,7	9,6	3,8
15	19,9	0,2697	5,4	32,7	8,8	3,5
16	25,8	0,2471	6,4	32,7	8,1	1,7
17	19,9	0,2264	4,5	32,7	7,4	2,9
18	19,9	0,2075	4,1	32,7	6,8	2,7
19	21,4	0,1901	4,1	32,7	6,2	2,1
20	19,9	0,1742	3,5	32,7	5,7	2,2
21	20,5	0,1597	3,3	32,7	5,2	1,9
22	19,9	0,1463	2,9	32,7	4,8	1,9
23	19,9	0,1341	2,7	32,7	4,4	1,7
24	19,9	0,1228	2,4	32,7	4,0	1,6
25	21,4	0,1126	2,4	32,7	3,7	1,3
26	21,9	0,1031	2,3	32,7	3,4	1,1
27	19,9	0,0945	1,9	32,7	3,1	1,2
28	19,9	0,0866	1,7	32,7	2,8	1,1
29	19,9	0,0794	1,6	32,7	2,6	1,0
30	19,9	0,0727	1,4	32,7	2,4	0,9
			247,9		247,8	- 0,0

TRI = 9,1%

 $10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.38.** **Alternativa # 7 - Relação Benefício/Custo**  
**(Preços de janeiro de 1989 em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	12,0	0,90090	10,8	0,0	0,0	-10,8
2	24,5	0,81162	19,9	0,0	0,0	-19,9
3	42,7	0,73119	31,2	9,8	7,2	-24,1
4	48,5	0,65873	31,9	19,6	12,9	-19,0
5	31,8	0,59345	18,9	32,7	19,4	0,5
6	19,9	0,53464	10,6	32,7	17,5	6,8
7	21,4	0,48166	10,3	32,7	15,8	5,4
8	19,9	0,43393	8,6	32,7	14,2	5,6
9	19,9	0,39092	7,8	32,7	12,8	5,0
10	19,9	0,35218	7,0	32,7	11,5	4,5
11	20,5	0,31728	6,5	32,7	10,4	3,9
12	19,9	0,28584	5,7	32,7	9,3	3,7
13	21,4	0,25751	5,5	32,7	8,4	2,9
14	19,9	0,23199	4,6	32,7	7,6	3,0
15	19,9	0,20900	4,2	32,7	6,8	2,7
16	25,8	0,18829	4,9	32,7	6,2	1,3
17	19,9	0,16963	3,4	32,7	5,5	2,2
18	19,9	0,15282	3,0	32,7	5,0	2,0
19	21,4	0,13768	2,9	32,7	4,5	1,6
20	19,9	0,12403	2,5	32,7	4,1	1,6
21	20,5	0,11174	2,3	32,7	3,7	1,4
22	19,9	0,10067	2,0	32,7	3,3	1,3
23	19,9	0,09069	1,8	32,7	3,0	1,2
24	19,9	0,08170	1,6	32,7	2,7	1,0
25	21,4	0,07361	1,6	32,7	2,4	0,8
26	21,9	0,06631	1,5	32,7	2,2	0,7
27	19,9	0,05974	1,2	32,7	2,0	0,8
28	19,9	0,05382	1,1	32,7	1,8	0,7
29	19,9	0,04849	1,0	32,7	1,6	0,6
30	19,9	0,04368	0,9	32,7	1,4	0,6
			215,1		202,9	-12,2
Relação Benefício/Custo = 0,94 :1						
Valor Presente Líquido = -12,2						

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.39.** **Alternativa # 7 - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	11,5	-		-	-	0,5	12,0
2	24,0	-		-	-	0,5	24,5
3	36,0	0,2		0,1	5,7	0,7	42,7
4	36,0	0,4		0,2	11,4	0,5	48,5
5	11,4	0,6		0,4	18,9	0,5	31,8
6		0,6		0,4	18,9		19,9
7		0,6	1,5	0,4	18,9		21,4
8		0,6		0,4	18,9		19,9
9		0,6		0,4	18,9		19,9
10		0,6		0,4	18,9		19,9
11		0,6	0,6	0,4	18,9		20,5
12		0,6		0,4	18,9		19,9
13		0,6	1,5	0,4	18,9		21,4
14		0,6		0,4	18,9		19,9
15		0,6		0,4	18,9		19,9
16		0,6	5,9	0,4	18,9		25,8
17		0,6		0,4	18,9		19,9
18		0,6		0,4	18,9		19,9
19		0,6	1,5	0,4	18,9		21,4
20		0,6		0,4	18,9		19,9
21		0,6	0,6	0,4	18,9		20,5
22		0,6		0,4	18,9		19,9
23		0,6		0,4	18,9		19,9
24		0,6		0,4	18,9		19,9
25		0,6	1,5	0,4	18,9		21,4
26		0,6	2,0	0,4	18,9		21,9
27		0,6		0,4	18,9		19,9
28		0,6		0,4	18,9		19,9
29		0,6		0,4	18,9		19,9
30		0,6		0,4	18,9		19,9

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.40.** **Alternativa # 7 - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989 em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	-	-	-
2	-	-	-
3	30	9.800.000	9,8
4	60	19.600.000	19,6
5	100	32.666.000	32,7
6	100	32.666.000	32,7
7	100	32.666.000	32,7
8	100	32.666.000	32,7
9	100	32.666.000	32,7
10	100	32.666.000	32,7
11	100	32.666.000	32,7
12	100	32.666.000	32,7
13	100	32.666.000	32,7
14	100	32.666.000	32,7
15	100	32.666.000	32,7
16	100	32.666.000	32,7
17	100	32.666.000	32,7
18	100	32.666.000	32,7
19	100	32.666.000	32,7
20	100	32.666.000	32,7
21	100	32.666.000	32,7
22	100	32.666.000	32,7
23	100	32.666.000	32,7
24	100	32.666.000	32,7
25	100	32.666.000	32,7
26	100	32.666.000	32,7
27	100	32.666.000	32,7
28	100	32.666.000	32,7
29	100	32.666.000	32,7
30	100	32.666.000	32,7

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.41. Alternativa # 7 - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989 em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	3.620.000
Estradas	4.400.000
Total	8.020.000
Custo por hectare (13.420)	598
Componentes de Projeto	
Investimentos	
Barragem e reservatório	46.500.000
Canal da margem direita	14.547.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Estação de Bombeamento C.D.	2.156.000
Estação de Bombeamento C.E.	2.036.000
Canal da casa de bombas direita	1.884.000
Canal da casa de bombas esquerda	3.420.000
Sifão de Rio	1.800.000
Estação de Bombeamento do Reservatório na .M.D.	3.139.000
Canal do Res na M.D.	1.790.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	9.394.000
Automação	552.000
Equipamentos de O&M	1.879.000
Centro de Operação e Manutenção	1.074.000
Sistema de Irrigação	8.052.000
Desmatamento, Sistematização e quebra-ventos	9.394.000
Correção inicial do solo	5.368.000
Total	118.885.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	556.800
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	80.500
Energia Elétrica	475.000
Produção agrícola	18.922.000
Reposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	1.503.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	5.865.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	2.044.000
Automação 100% - cada 10 anos	552.000
Assistência Técnica	2.700.000

**Tabela 8.42.** **Alternativa # 8 - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	13,1	0,9206	12,1	-	0,0	-12,1
2	26,8	0,8476	22,7	-	0,0	-22,7
3	46,5	0,7803	36,3	10,6	8,3	-28,0
4	53,1	0,7184	38,1	21,3	15,3	-22,8
5	35,8	0,6614	23,7	35,5	23,5	-0,2
6	22,0	0,6089	13,4	35,5	21,6	8,2
7	23,6	0,5606	13,2	35,5	19,9	6,7
8	22,0	0,5161	11,4	35,5	18,3	7,0
9	22,0	0,4751	10,5	35,5	16,9	6,4
10	22,0	0,4374	9,6	35,5	15,5	5,9
11	22,6	0,4027	9,1	35,5	14,3	5,2
12	22,0	0,3708	8,2	35,5	13,2	5,0
13	23,6	0,3413	8,1	35,5	12,1	4,1
14	22,0	0,3142	6,9	35,5	11,2	4,2
15	22,0	0,2893	6,4	35,5	10,3	3,9
16	29,9	0,2663	8,0	35,5	9,5	1,5
17	22,0	0,2452	5,4	35,5	8,7	3,3
18	22,0	0,2257	5,0	35,5	8,0	3,0
19	23,6	0,2078	4,9	35,5	7,4	2,5
20	22,0	0,1913	4,2	35,5	6,8	2,6
21	22,6	0,1762	4,0	35,5	6,3	2,3
22	22,0	0,1622	3,6	35,5	5,8	2,2
23	22,0	0,1493	3,3	35,5	5,3	2,0
24	22,0	0,1375	3,0	35,5	4,9	1,9
25	23,6	0,1265	3,0	35,5	4,5	1,5
26	24,0	0,1165	2,8	35,5	4,1	1,3
27	22,0	0,1073	2,4	35,5	3,8	1,4
28	22,0	0,0987	2,2	35,5	3,5	1,3
29	22,0	0,0909	2,0	35,5	3,2	1,2
30	22,0	0,0837	1,8	35,5	3,0	1,1
			285,0		285,0	- 0,0

TIR = 8,6 %

 $10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.43.** **Alternativa # 8 - Relação Benefício/Custo**  
**(Preços de Janeiro de 1989 em US\$, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	13,1	0,90090	11,8	0,0	0,0	-11,8
2	26,8	0,81162	21,8	0,0	0,0	-21,8
3	46,5	0,73119	34,0	10,6	7,8	-26,2
4	53,1	0,65873	35,0	21,3	14,0	-20,9
5	35,8	0,59345	21,2	35,5	21,1	-0,2
6	22,0	0,53464	11,8	35,5	19,0	7,2
7	23,6	0,48166	11,4	35,5	17,1	5,7
8	22,0	0,43393	9,5	35,5	15,4	5,9
9	22,0	0,39092	8,6	35,5	13,9	5,3
10	22,0	0,35218	7,7	35,5	12,5	4,8
11	22,6	0,31728	7,2	35,5	11,3	4,1
12	22,0	0,28584	6,3	35,5	10,1	3,9
13	23,6	0,25751	6,1	35,5	9,1	3,1
14	22,0	0,23199	5,1	35,5	8,2	3,1
15	22,0	0,20900	4,6	35,5	7,4	2,8
16	29,9	0,18829	5,6	35,5	6,7	1,1
17	22,0	0,16963	3,7	35,5	6,0	2,3
18	22,0	0,15282	3,4	35,5	5,4	2,1
19	23,6	0,13768	3,2	35,5	4,9	1,6
20	22,0	0,12403	2,7	35,5	4,4	1,7
21	22,6	0,11174	2,5	35,5	4,0	1,4
22	22,0	0,10067	2,2	35,5	3,6	1,4
23	22,0	0,09069	2,0	35,5	3,2	1,2
24	22,0	0,08170	1,8	35,5	2,9	1,1
25	23,6	0,07361	1,7	35,5	2,6	0,9
26	24,0	0,06631	1,6	35,5	2,4	0,8
27	22,0	0,05974	1,3	35,5	2,1	0,8
28	22,0	0,05382	1,2	35,5	1,9	0,7
29	22,0	0,04849	1,1	35,5	1,7	0,7
30	22,0	0,04368	1,0	35,5	1,6	0,6
			237,1		220,3	-16,9
Relação Benefício/Custo = 0,93 :1,0						
Valor Presente Líquido = -16,9						

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.44.** **Alternativa # 8 - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	12,5	-		-	-	0,6	13,1
2	26,2	-		-	-	0,6	26,8
3	39,4	0,1		0,2	6,2	0,6	46,5
4	39,4	0,3		0,4	12,4	0,6	53,1
5	13,2	0,7		0,6	20,7	0,6	35,8
6		0,7		0,6	20,7		22,0
7		0,7	1,6	0,6	20,7		23,6
8		0,7		0,6	20,7		22,0
9		0,7		0,6	20,7		22,0
10		0,7		0,6	20,7		22,0
11		0,7	0,6	0,6	20,7		22,6
12		0,7		0,6	20,7		22,0
13		0,7	1,6	0,6	20,7		23,6
14		0,7		0,6	20,7		22,0
15		0,7		0,6	20,7		22,0
16		0,7	7,9	0,6	20,7		29,9
17		0,7		0,6	20,7		22,0
18		0,7		0,6	20,7		22,0
19		0,7	1,6	0,6	20,7		23,6
20		0,7		0,6	20,7		22,0
21		0,7	0,6	0,6	20,7		22,6
22		0,7		0,6	20,7		22,0
23		0,7		0,6	20,7		22,0
24		0,7		0,6	20,7		22,0
25		0,7	1,6	0,6	20,7		23,6
26		0,7	2,0	0,6	20,7		24,0
27		0,7		0,6	20,7		22,0
28		0,7		0,6	20,7		22,0
29		0,7		0,6	20,7		22,0
30		0,7		0,6	20,7		22,0

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.45.** **Alternativa # 8 - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989 em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	-	-	-
2	-	-	-
3	30	10.649.000	10,6
4	60	21.297.000	21,3
5	100	35.495.000	35,5
6	100	35.495.000	35,5
7	100	35.495.000	35,5
8	100	35.495.000	35,5
9	100	35.495.000	35,5
10	100	35.495.000	35,5
11	100	35.495.000	35,5
12	100	35.495.000	35,5
13	100	35.495.000	35,5
14	100	35.495.000	35,5
15	100	35.495.000	35,5
16	100	35.495.000	35,5
17	100	35.495.000	35,5
18	100	35.495.000	35,5
19	100	35.495.000	35,5
20	100	35.495.000	35,5
21	100	35.495.000	35,5
22	100	35.495.000	35,5
23	100	35.495.000	35,5
24	100	35.495.000	35,5
25	100	35.495.000	35,5
26	100	35.495.000	35,5
27	100	35.495.000	35,5
28	100	35.495.000	35,5
29	100	35.495.000	35,5
30	100	35.495.000	35,5

10<sup>6</sup> = 1.000.000

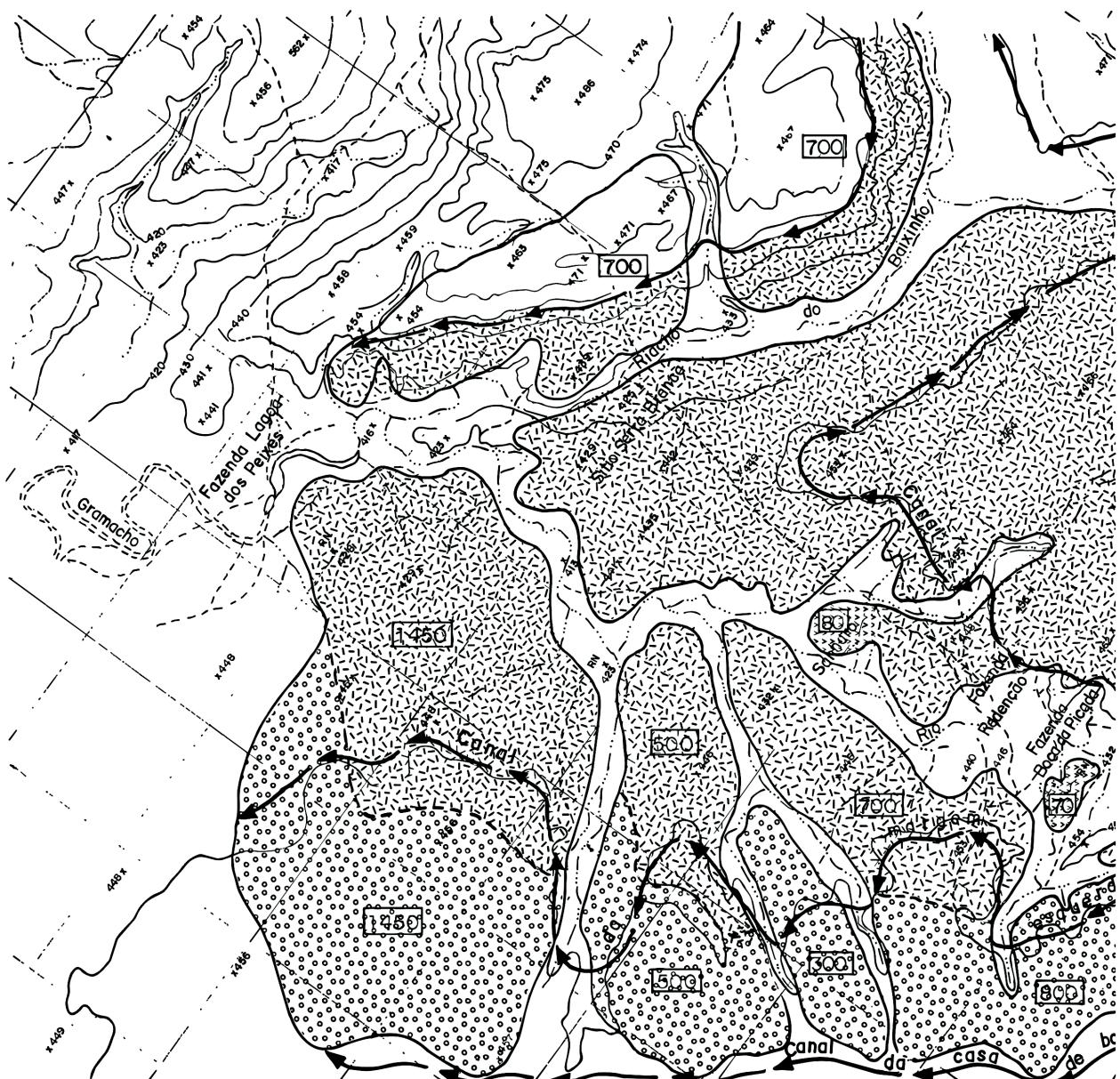
**Tabela 8.46. Alternativa # 8 - Resumo de Custos  
(Preços de Janeiro de 1989 em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	3.800.000
Estradas	5.000.000
Total	8.800.000
Custo por hectare (14.650 ha)	600
Componentes de Projeto	
Investimentos	
Barragem e reservatório	50.500.000
Canal da margem direita	14.547.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Estação de Bombeamento C.D.	2.156.000
Estação de Bombeamento C.E.	1.884.000
Canal da casa de bombas direita	2.036.000
Canal da casa de bombas esquerda	3.420.000
Sifão do Rio	1.800.000
Estação de Bombeamento do Res. na M.D.	3.139.000
Canal do Res. na M.D.	1.790.000
Estação de Bombeamento do Res. na M.E	2.500.000
Canal do Res. na M.E.	2.023.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	10.255.000
Automação	638.000
Equipamento de O&M	2.051.000
Centro de Operação e Manutenção	1.172.000
Sistema de Irrigação parcelar	8.790.000
Desmatamento, Sistematização e quebra-ventos	10.255.000
Correção inicial do solo	5.860.000
Total	130.716.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	586.000
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	87.900
Produção agrícola	20.656.000
Energia Elétrica	583.000
Reposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	1.641.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	7.865.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	2.044.000
Automação 100% - cada 10 anos	638.000
Assistência Técnica	2.950.000

**Tabela 8.47.** Exemplo de Análise Incremental  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)

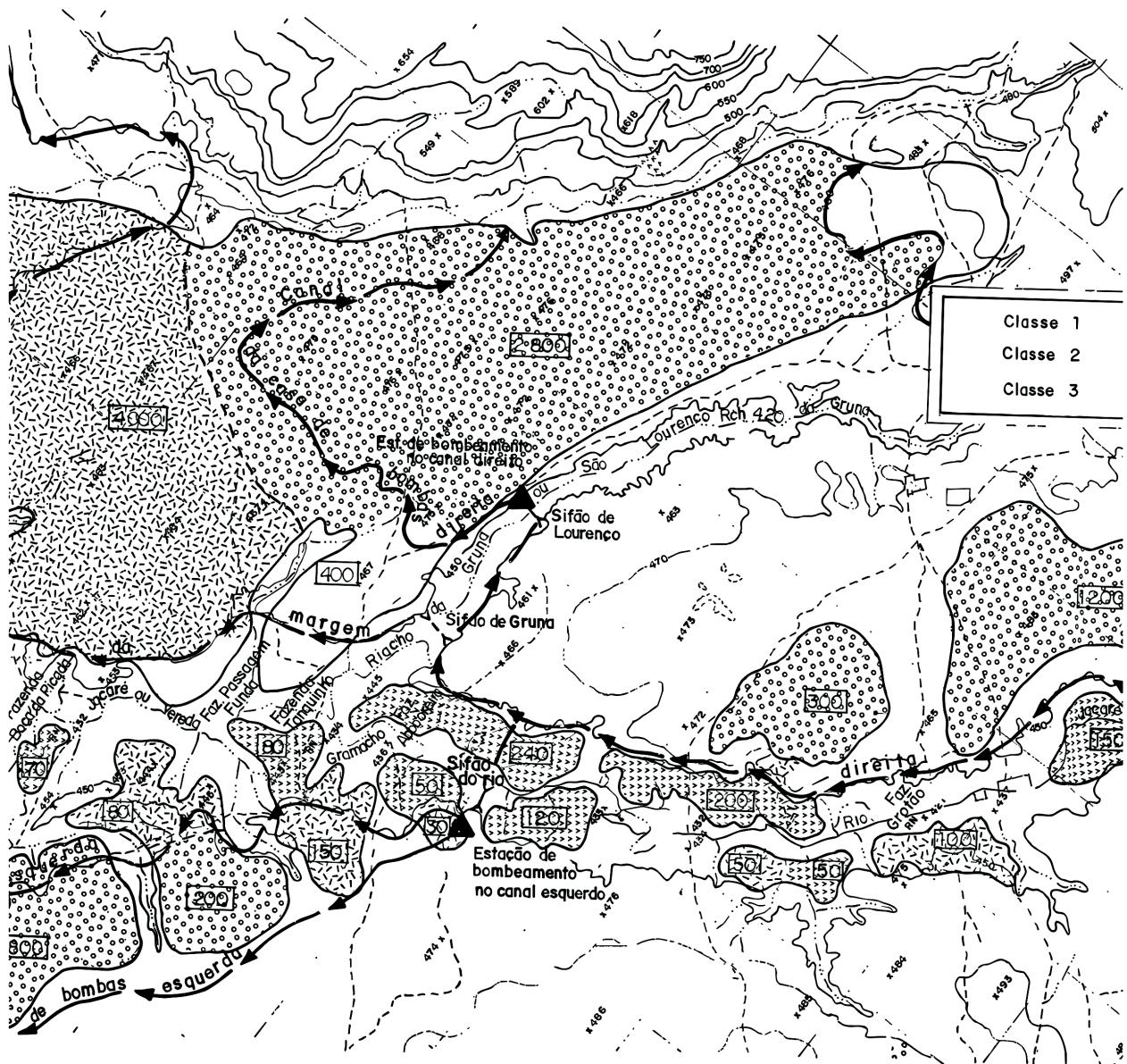
ALTERNATIVA	NÚMERO (#)	ÁREA (ha)	VALOR PRESENTE DOS CUSTOS (US\$)	VALOR PRESENTE DOS BENEFÍCIOS (US\$)	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (US\$)	RELAÇÃO BENEFÍCIO CUSTO
Plano Base Selec.	#2	5.530	100,3	105,8	5,5	1,05
Incremental (a)		(2.680)	(30,8)	(37,0)	(6,2)	(1,20)
Base + (a)	#4	8.210	131,1	142,8	11,7	1,09
Incremental (b)		(2.730)	(48,3)	(44,4)	(-3,9)	(0,92)
Base + (a, b)	#5	10.940	179,4	187,2	7,8	1,04
Incremental (c)		(1.200)	(23,4)	(13,9)	(-9,5)	(0,59)
Base + (a, b, c)	#6	12.140	202,8	201,1	-1,7	0,99
Incremental (d)		(1.280)	(12,3)	(1,8)	(-10,5)	(0,15)
Base + (a, b, c, d)	#7	13.420	215,1	202,9	-12,2	0,94
Incremental (e)		(1.230)	(22,0)	(17,4)	(-4,6)	(0,79)
Base + (a, b, c, d, e)	#8	14.650	237,1	220,3	-16,8	0,93
<b>PLANO SELECIONADO</b>						
Base + (a)	#4	8.210	131,1	142,8	11,7	1,09

$10^6 = 1.000.000$



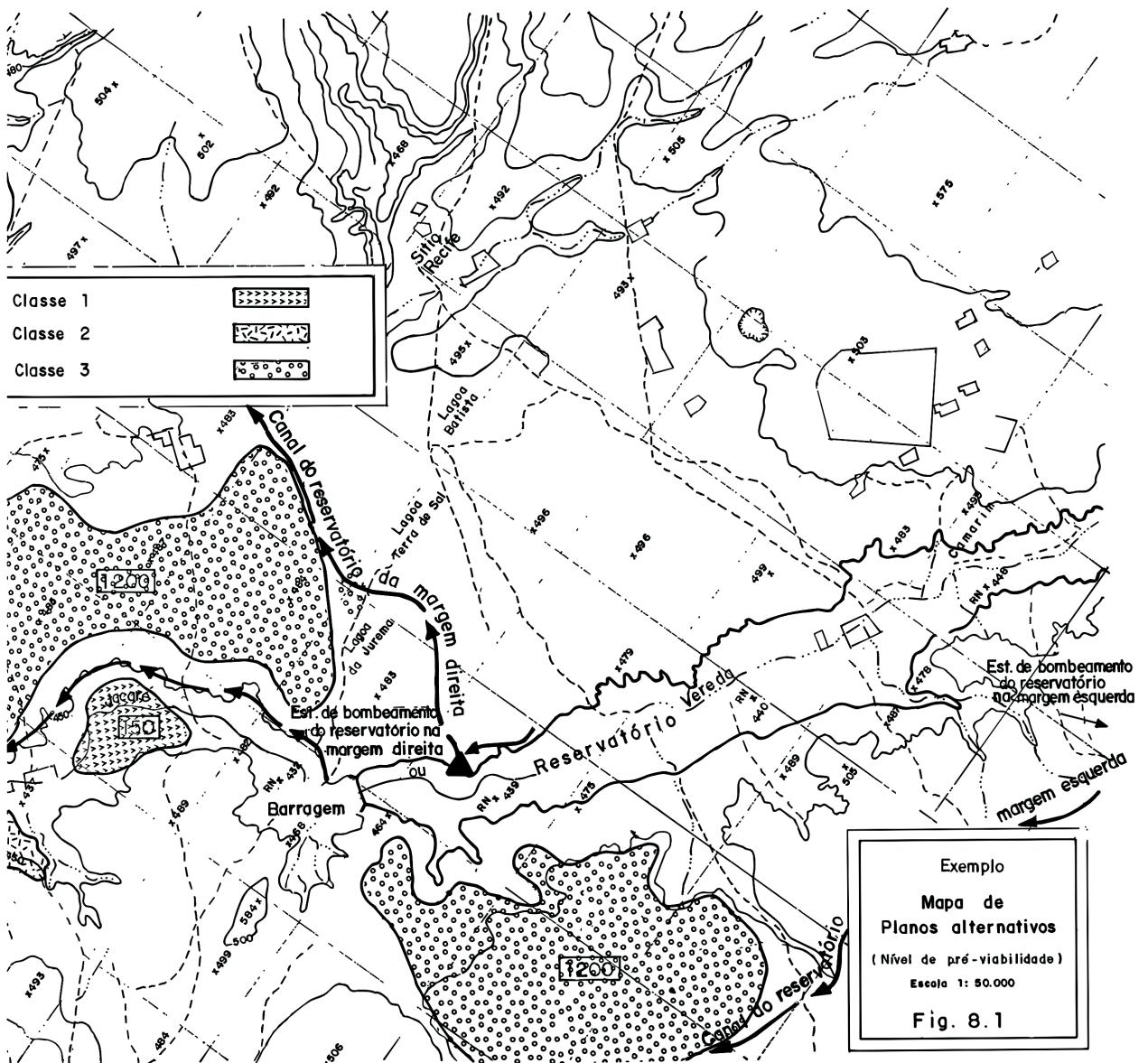
**Figura 8.1**

**Mapa de Planos Alternativos (1/3)**



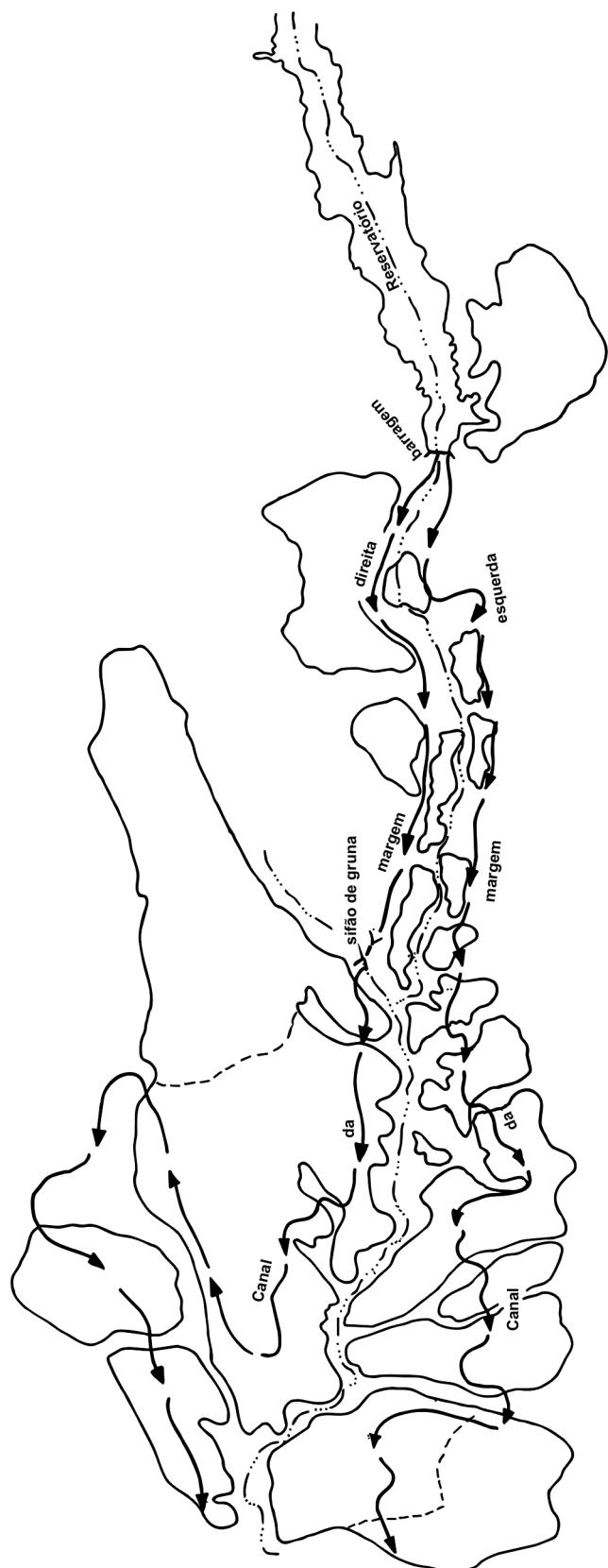
**Figura 8.1**

**Mapa de Planos Alternativos (2/3)**



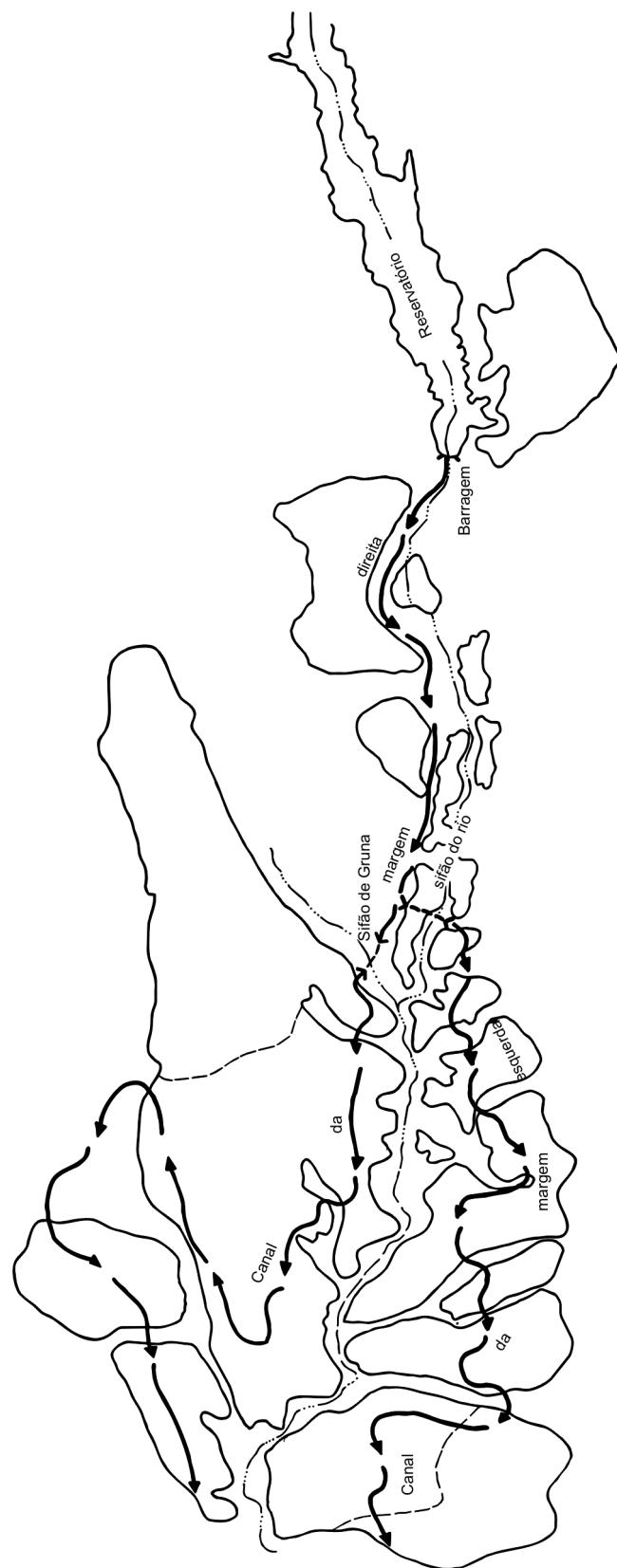
**Figura 8.1**

### **Mapa de Planos Alternativos (3/3)**



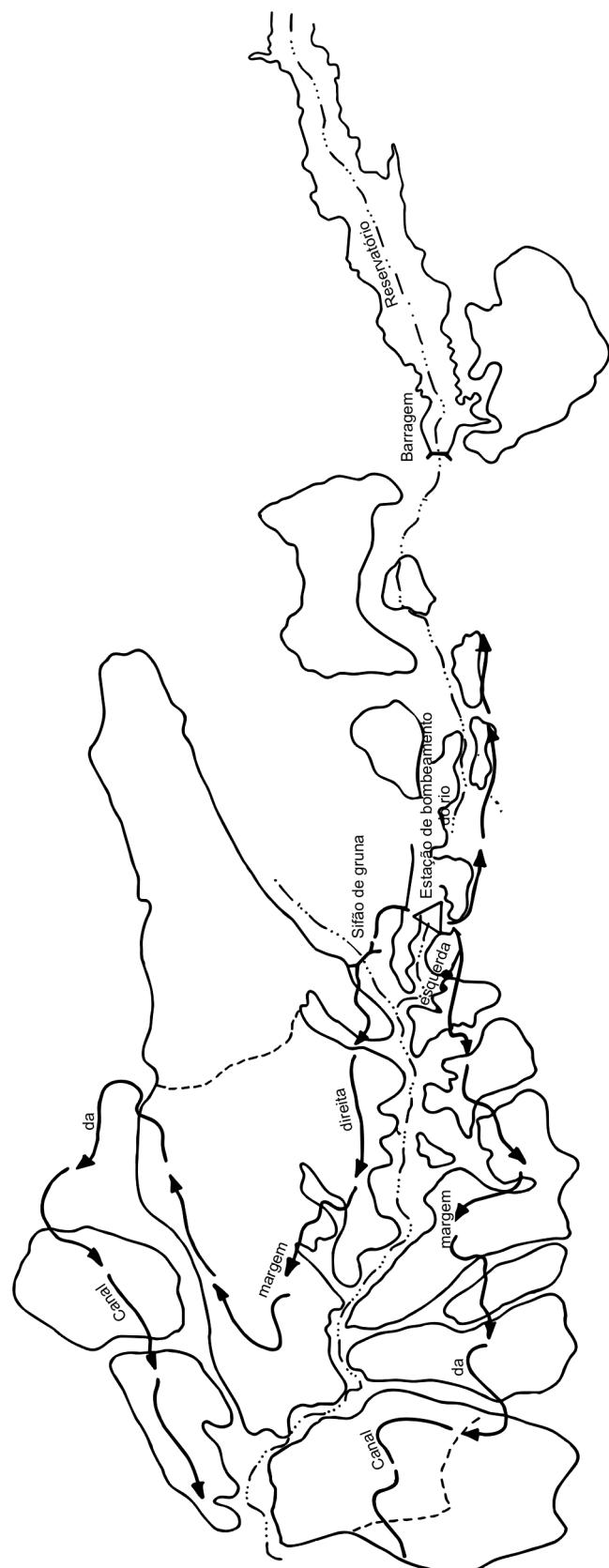
**Figura 8.2**

**Planta Esquemática. Alternativa # ( 5,530 ha )**



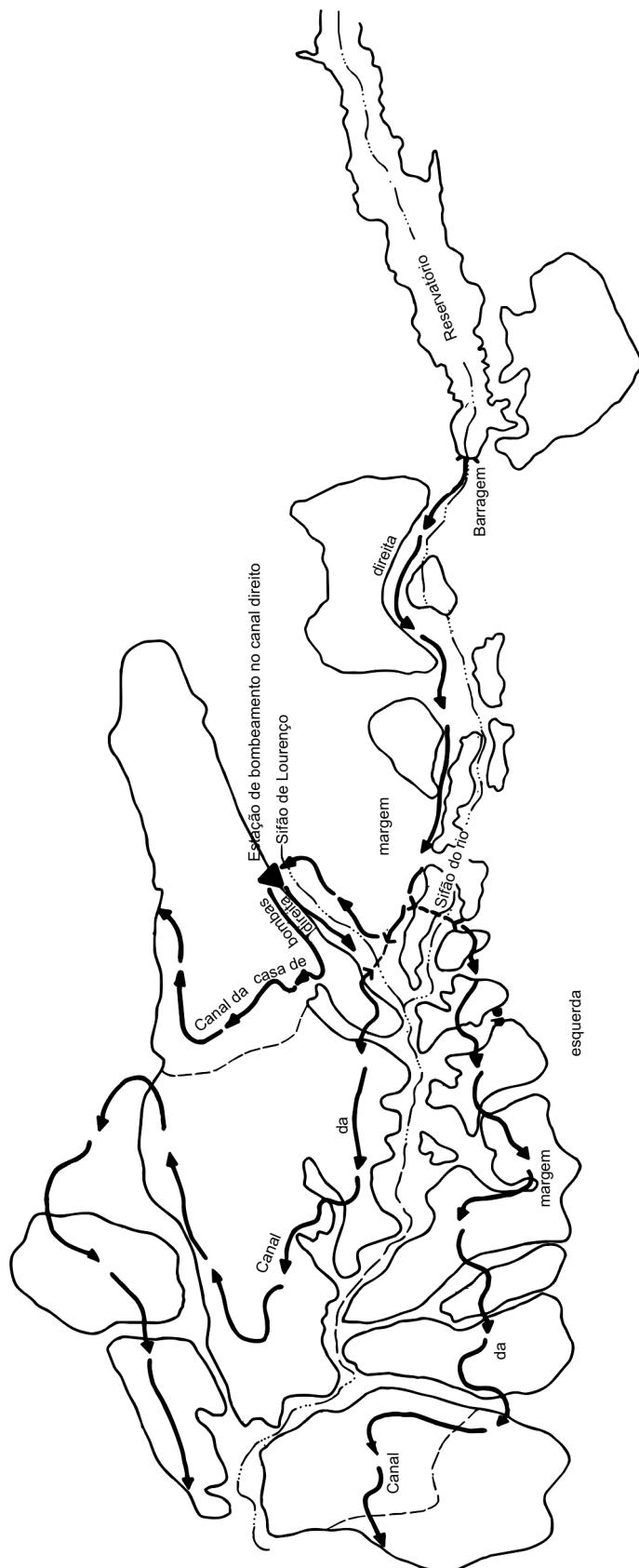
**Figura 8.3**

**Planta Esquemática - Alternativa # 2 (5.530 ha)**



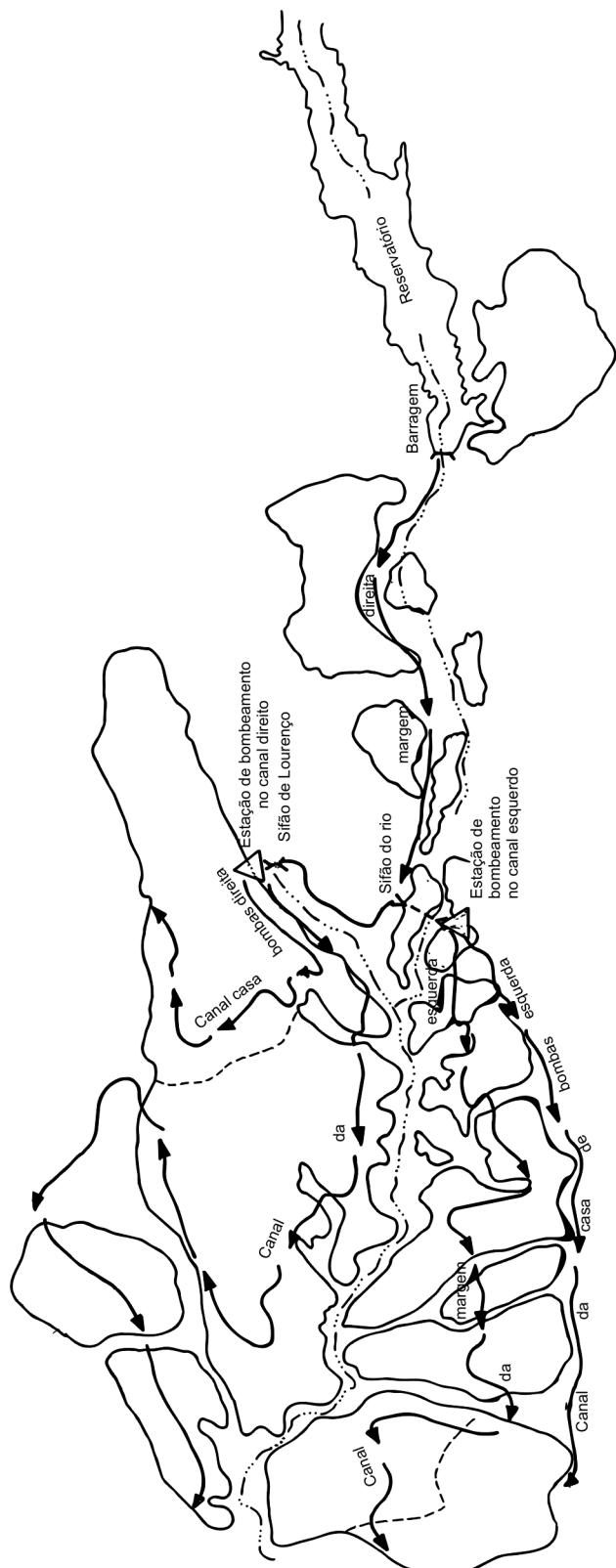
**Figura 8.4**

**Planta Esquemática Alternativa # 3 ( 5,400 ha)**



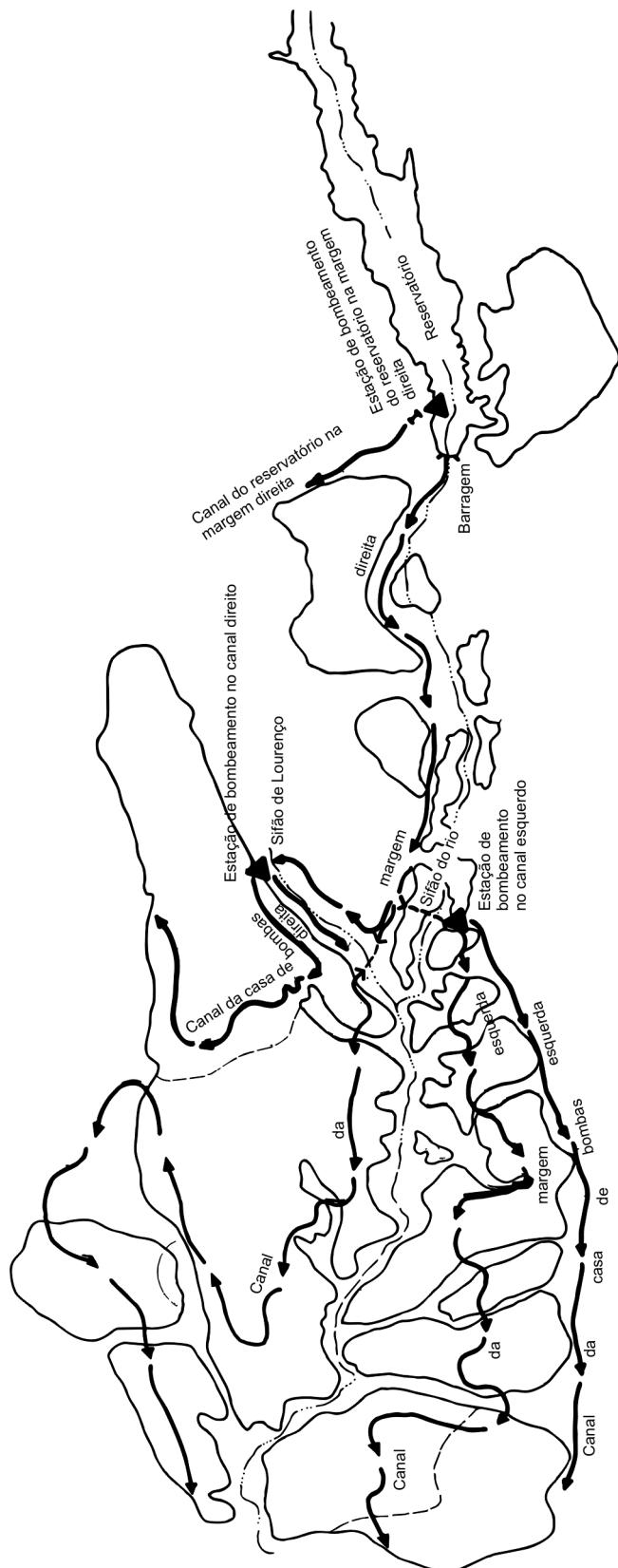
**Figura 8.5**

**Planta Esquemática - Alternativa # 4 ( 8.210 ha )**



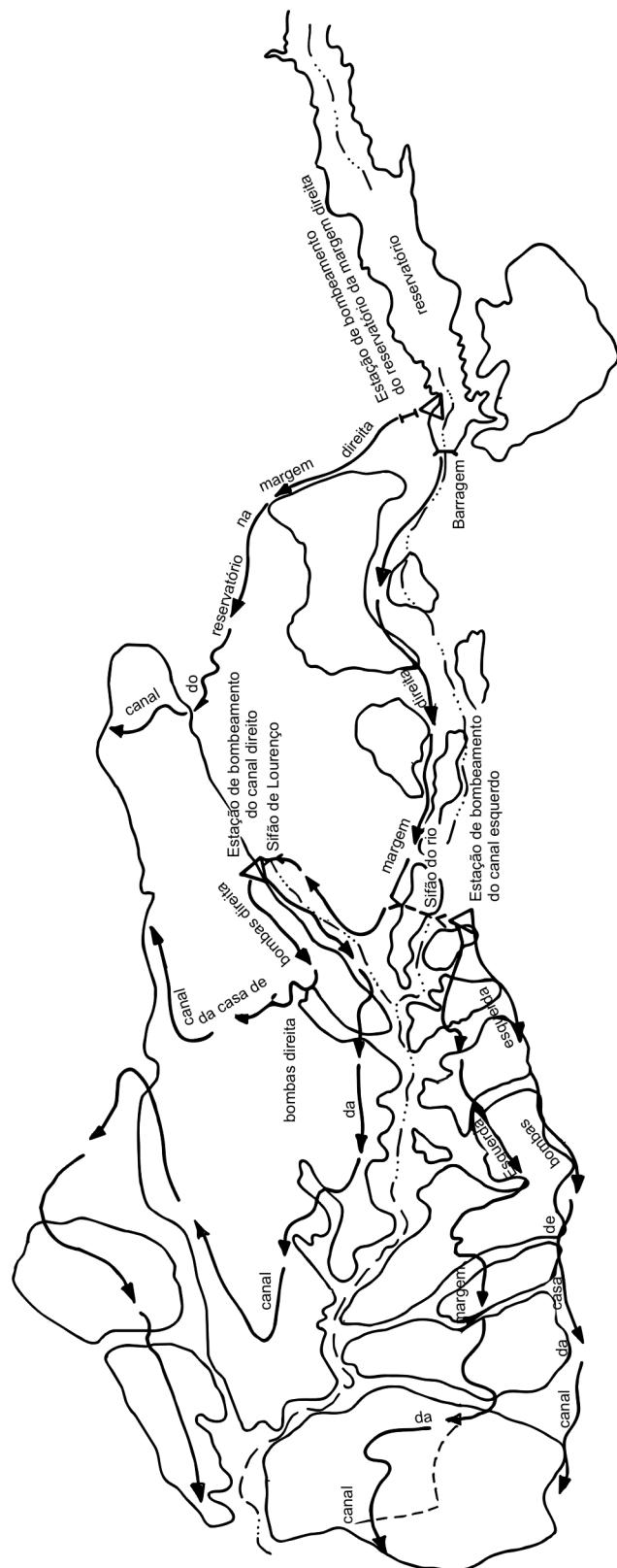
**Figura 8.6**

**Planta Esquemática. Alternativa # 5 (10,940 ha)**



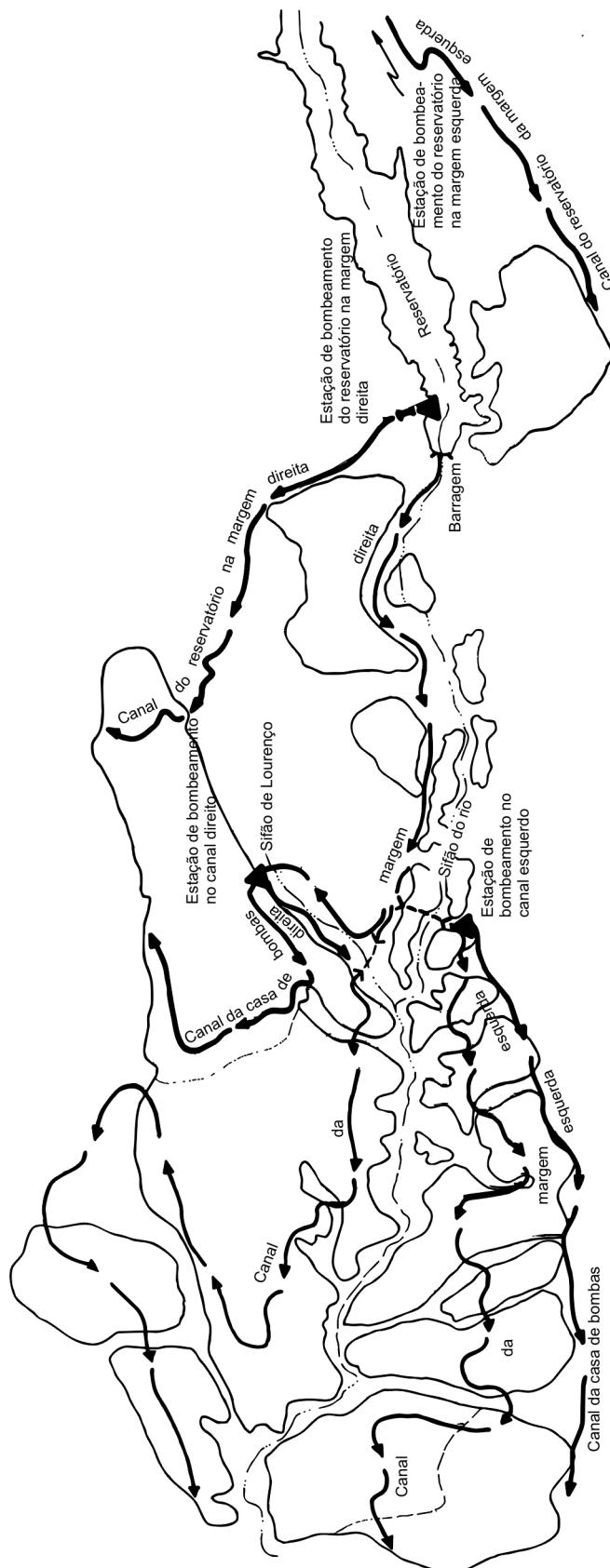
**Figura 8.7**

**Planta Esquemática - Alternativa # 6 (12.140 ha)**



**Figura 8.8**

**Planta Esquemática. Alternativa # 7 (13.420 ha)**



**Figura 8.9**

**Planta Esquemática - Alternativa # 8 (14.650 ha)**

# **Memória de Cálculo Exemplo de Projeto Tipo B**

**Tabela 8.48. Projeto do Tipo B - Resumo da Demanda e Disponibilidade de Água - Necessidades de Água para Irrigação por Aspersão**

Mês	Demandas Unitárias ( $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ )	Demandas para 2.400 ha ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Jan.	2,0	4,8
Fev.	1,6	3,9
Mar.	1,6	3,8
Abr.	1,1	2,6
Mai.	0,5	1,2
Jun.	0,6	1,4
Jul.	1,1	2,6
Ago.	1,6	3,8
Set.	1,4	3,4
Out.	0,7	1,7
Nov.	0,4	1,0
Dez.	0,4	1,0
Ano	13,0	31,2

RESUMO DO ESTUDO DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO	
Demandas Médias Anuais ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 31,2
Suprimento Médio Anual de 10 anos ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 29,1
Suprimento Médio Anual de Longo Prazo ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 29,6
Volume útil alocado ( $10^6 \text{ m}^3$ ) 390,0 - 310,0	= 80,0
Déficit Médio Anual (longo prazo)	= 5,0 %
Verificação dos critérios de déficit	= 48,1%
Menos de 50% em qualquer ano, 15,0/31,2	
** Menos de 75% em qualquer período de dois anos consecutivos, 23,4/31,2	= 75,0 %
Menos de 100 % em qualquer período de 10 anos consecutivos, 23,4/31,2	= 75,0 %
** Critério mais severo	

$10^6 = 1.000.000$        $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$

**Tabela 8.49.** **Resumo dos Custos da Infra-Estrutura  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

<b>PROJETO: Exemplo</b>		<b>TIPO: B</b>
SOLOS: 2.400 ha irrigáveis		MÉTODO DE IRRIGAÇÃO: Aspersão
DEMANDA DE ÁGUA: 31.200.000 m <sup>3</sup> /ano		
DESCRÍÇÃO: Irrigação por aspersão de 2.400 ha, localizados pelas duas margens do rio. A iniciativa privada, desenvolve terra até 1 km de distância do rio, com recalque de até 20 m. A infra-estrutura elétrica e viária seria encargo de órgãos estaduais e federais.		
ELETRIFICAÇÃO	DESCRÍÇÃO	CUSTO (US\$)
Subestações	1 - 69/13,8 kV a 2,5 kVA	361.000
Linhas de Transmissão	60 km 13,8 kV a \$ 6.000/km	360.000
	Total	721.000
ESTRADAS		
Novas		
Melhoradas		1.200.000
	Total	1.200.000

CUSTO TOTAL DA INFRA-ESTRUTURA (Eletrificação e Estradas) 1.921.000

CUSTO UNITÁRIO DA INFRA-ESTRUTURA (Eletrificação e Estradas) \$ 800/ha

**Tabela 8.50.** **Projeto Tipo B - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

<b>Infra-estrutura de Apoio</b>	<b>Custo</b>
Investimentos	
Eletrificação	721.000
Estradas	1.200.000
Total	1.921.000
Custo por hectare (2.400 ha)	800
<b>Componentes de Projeto</b>	
Investimentos	
Barragem e reservatório	4.750.000
Sistema de irrigação parcelar	5.760.000
Desmatamento, sistematização e quebra-ventos	1.680.000
Correção inicial do solo	960.000
Total	13.150.000
Custos Anuais	
Energia Elétrica	250.000
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	14.400
Produção agrícola	3.400.000
Reposição	
Equipamentos de aspersão 80% - cada 6 anos	3.400.000
Estações de Bombeamento 80% -cada 15 anos	1.300.000
Assistência Técnica	480.000

**Tabela 8.51.** **Projeto Tipo B - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	30	1.707.000	1,7
2	60	3.414.000	3,4
3	100	6.252.000	6,3
4	100	6.252.000	6,3
5	100	6.252.000	6,3
6	100	6.252.000	6,3
7	100	6.252.000	6,3
8	100	6.252.000	6,3
9	100	6.252.000	6,3
10	100	6.252.000	6,3
11	100	6.252.000	6,3
12	100	6.252.000	6,3
13	100	6.252.000	6,3
14	100	6.252.000	6,3
15	100	6.252.000	6,3
16	100	6.252.000	6,3
17	100	6.252.000	6,3
18	100	6.252.000	6,3
19	100	6.252.000	6,3
20	100	6.252.000	6,3
21	100	6.252.000	6,3
22	100	6.252.000	6,3
23	100	6.252.000	6,3
24	100	6.252.000	6,3
25	100	6.252.000	6,3
26	100	6.252.000	6,3
27	100	6.252.000	6,3
28	100	6.252.000	6,3
29	100	6.252.000	6,3
30	100	6.252.000	6,3

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.52.** **Projeto Tipo B - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	13,2		0,1	1,0	0,1	14,4
2			0,3	2,0	0,1	2,4
3			0,3	3,4	0,1	3,8
4			0,3	3,4	0,1	3,8
5			0,3	3,4	0,1	3,8
6			0,3	3,4		3,7
7		3,4	0,3	3,4		7,1
8			0,3	3,4		3,7
9			0,3	3,4		3,7
10			0,3	3,4		3,7
11			0,3	3,4		3,7
12			0,3	3,4		3,7
13		3,4	0,3	3,4		7,1
14			0,3	3,4		3,7
15			0,3	3,4		3,7
16		1,3	0,3	3,4		5,0
17			0,3	3,4		3,7
18			0,3	3,4		3,7
19		3,4	0,3	3,4		7,1
20			0,3	3,4		3,7
21			0,3	3,4		3,7
22			0,3	3,4		3,7
23			0,3	3,4		3,7
24			0,3	3,4		3,7
25		3,4	0,3	3,4		7,1
26			0,3	3,4		3,7
27			0,3	3,4		3,7
28			0,3	3,4		3,7
29			0,3	3,4		3,7
30			0,3	3,4		3,7

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.53.**

**Projeto Tipo B - Relação Benefício/Custo**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	13,2	0,90090	11,9	1,9	1,7	-10,2
2	2,4	0,81162	1,9	3,8	3,1	1,1
3	3,8	0,73119	2,8	6,3	4,6	1,8
4	3,8	0,65873	2,5	6,3	4,2	1,6
5	3,8	0,59345	2,3	6,3	3,7	1,5
6	3,7	0,53464	2,0	6,3	3,4	1,4
7	7,1	0,48166	3,4	6,3	3,0	-0,4
8	3,7	0,43393	1,6	6,3	2,7	1,1
9	3,7	0,39092	1,4	6,3	2,5	1,0
10	3,7	0,35218	1,3	6,3	2,2	0,9
11	3,7	0,31728	1,2	6,3	2,0	0,8
12	3,7	0,28584	1,1	6,3	1,8	0,7
13	7,1	0,25751	1,8	6,3	1,6	-0,2
14	3,7	0,23199	0,9	6,3	1,5	0,6
15	3,7	0,20900	0,8	6,3	1,3	0,5
16	5,0	0,18829	0,9	6,3	1,2	0,2
17	3,7	0,16963	0,6	6,3	1,1	0,4
18	3,7	0,15282	0,6	6,3	1,0	0,4
19	7,1	0,13768	1,0	6,3	0,9	-0,1
20	3,7	0,12403	0,5	6,3	0,8	0,3
21	3,7	0,11174	0,4	6,3	0,7	0,3
22	3,7	0,10067	0,4	6,3	0,6	0,3
23	3,7	0,09069	0,3	6,3	0,6	0,2
24	3,7	0,08170	0,3	6,3	0,5	0,2
25	7,1	0,07361	0,5	6,3	0,5	-0,1
26	3,7	0,06631	0,2	6,3	0,4	0,2
27	3,7	0,05974	0,2	6,3	0,4	0,2
28	3,7	0,05382	0,2	6,3	0,3	0,1
29	3,7	0,04849	0,2	6,3	0,3	0,1
30	3,7	0,04368	0,2	6,3	0,3	0,1
			43,3		48,8	5,4
Relação Benefício/Custo = 1,13 : 1,0						
Valor Presente Líquido = 5,4						

**Tabela 8.54.** **Projeto Tipo B - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	13,2	0,8510	11,2	1,7	1,4	-9,8
2	2,4	0,7242	1,7	3,4	2,5	0,7
3	3,8	0,6163	2,3	6,3	3,9	1,5
4	3,8	0,5244	2,0	6,3	3,3	1,3
5	3,8	0,4463	1,7	6,3	2,8	1,1
6	3,7	0,3798	1,4	6,3	2,4	1,0
7	7,1	0,3232	2,3	6,3	2,0	-0,3
8	3,7	0,2750	1,0	6,3	1,7	0,7
9	3,7	0,2341	0,9	6,3	1,5	0,6
10	3,7	0,1992	0,7	6,3	1,3	0,5
11	3,7	0,1695	0,6	6,3	1,1	0,4
12	3,7	0,1442	0,5	6,3	0,9	0,4
13	3,7	0,1228	0,5	6,3	0,8	0,3
14	3,7	0,1045	0,4	6,3	0,7	0,3
15	3,7	0,0889	0,3	6,3	0,6	0,2
16	5,0	0,0756	0,4	6,3	0,5	0,1
17	3,7	0,0644	0,2	6,3	0,4	0,2
18	3,7	0,0548	0,2	6,3	0,3	0,1
19	7,1	0,0466	0,3	6,3	0,3	- 0,0
20	3,7	0,0397	0,1	6,3	0,2	0,1
21	3,7	0,0338	0,1	6,3	0,2	0,1
22	3,7	0,0287	0,1	6,3	0,2	0,1
23	3,7	0,0245	0,1	6,3	0,2	0,1
24	3,7	0,0208	0,1	6,3	0,1	0,1
25	7,1	0,0177	0,1	6,3	0,1	- 0,0
26	3,7	0,0151	0,1	6,3	0,1	0,0
27	3,7	0,0128	0,0	6,3	0,1	0,0
28	3,7	0,0109	0,0	6,3	0,1	0,0
29	3,7	0,0093	0,0	6,3	0,1	0,0
30	3,7	0,0079	0,0	6,3	0,0	0,0
			29,7		29,7	- 0,0
TIR = 17,5 %						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.55. Resumo do Plano**

Data: dez. 1989 Relação Benefício/Custo: 1,13 Taxa Interna de Retorno: 17,5% Valor Presente Líquido: \$5.400.000	Tipo: B Atividade: Formulação de alternativos Nível: Pré-viabilidade Solos: 2.400 ha Demanda de Água: $31,2 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /ano Método de Irrigação: Superficial	
<b>Referências</b>		
Item 6.1.7	INFRA-ESTRUTURA DE APOIO	
Tabela 6.1	Eletrificação	721.000
Tabela 6.5	Estradas	1.200.000
	Total	1.921.000
	Custo unitário/ha	800
<b>CUSTOS DO SISTEMA HIDRÁULICO DE USO COMUM</b>		
Item 6.1	Investimentos	
Item 6.1.1	Barragem e reservatório	4.750.000
	Total	4.750.000
Item 6.2	Custos Anuais	
Item 6.2.1.3	Operação & Manutenção (Res.)	14.400
<b>IRRIGAÇÃO A NÍVEL PARCELAR</b>		
Item 6.1.9	Investimentos	
Item 6.1.9.1	Sistema de Irrigação Parcial	5.760.000
Item 6.1.9.2	Desmatamento, sistematização e quebra-ventos	1.680.000
Item 6.1.9.3	Correção inicial do solo	960.000
	Total	8.400.000
Item 6.4	Reposição	
	Equipamento Aspersão 80% - cada 6 anos	3.400.000
	Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	1.300.000
Item 6.2.3	Produção agrícola	3.400.000
Item 6.2.2	Energia Elétrica	250.000
Item 6.3	Assistência técnica	480.000
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		
	13.150.000	

$10^6 = 1.000.000$

$m^3 = METRO CÚBICO$

**Tabela 8.56.** Exemplo Projeto Tipo "B" - Estudo da Operação do Reservatório Irrigação por Aspersão - Unidade (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

Ano	Mês	Unidade (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )											
		Irrigação por Aspersão						Operação do Reservatório					
		Demanda Prioritária		Delfúvio afuente utilizável		Restituição a Jusante		Demandas		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	J	0,8	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2						
	F	159,8	1,0	158,8	1,0	3,9	1,8	465,0					1,0
	M	419,9	1,2	418,7	1,0	3,8	2,1	465,0					3,8
	A	738,9	1,0	737,9	1,0	2,6	2,1	465,0					412,8
1	M	383,7	1,0	382,7	1,0	1,2	2,4	465,0					733,2
9	J	33,3	1,0	32,3	1,0	1,4	2,3	465,0					379,1
6	J	10,5	1,0	9,5	1,0	2,6	2,5	465,0					28,6
4	A	3,2	1,2	2,0	1,0	3,8	2,7	459,5					4,4
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	451,9					1,0
	O		1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	445,7					1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	442,2					1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	438,8					1,0
	<b>Total</b>	<b>1750,1</b>	<b>11,8</b>	<b>1741,9</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>	<b>1555,9</b>	<b>0,0</b>	<b>1567,9</b>			
	J	0,0	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	430,8					1,0
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	3,9	1,8	424,1					1,0
	M	90,6	1,2	89,4	1,0	3,8	2,1	465,0					42,6
	A	635,2	1,0	634,2	1,0	2,6	2,1	465,0					629,5
1	M	199,9	1,0	198,9	1,0	1,2	2,4	465,0					195,3
9	J	42,4	1,0	41,4	1,0	1,4	2,3	465,0					37,7
6	J	3,5	1,0	2,5	1,0	2,6	2,5	461,4					1,0
5	A	0,5	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	453,9					1,0
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	446,3					1,0
	O		1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	440,1					1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	436,6					1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	433,2					1,0
	<b>Total</b>	<b>972,1</b>	<b>11,8</b>	<b>966,4</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>	<b>901,1</b>	<b>0,0</b>	<b>913,1</b>			

**Tabela 8.56.** Continuação

Ano	Mês	Unidade (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )											
		Irrigação por Aspersão						Operação do Reservatório					
		Defluívo afluente total	Demandá Prioritária	Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandá de irrigação (13.420 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	J	1,2	0,0	1,0	0,0	4,8	2,2	425,2				1,0	
	F	17,3	1,0	16,3	1,0	3,9	1,8	434,8				1,0	
	M	6,6	1,2	5,4	1,0	3,8	2,1	433,3				1,0	
1	A	16,0	1,0	15,0	1,0	2,6	2,1	442,6				1,0	
9	M	6,1	1,0	5,1	1,0	1,2	2,4	443,1				1,0	
9	J	1,3	1,0	0,3	1,0	1,4	2,3	438,7				1,0	
6	J	1,0	0,0	1,0	0,0	2,6	2,5	432,6				1,0	
6	A	1,2	0,0	1,0	0,0	3,8	2,7	425,1				1,0	
S	S	1,2	0,0	1,0	0,0	3,4	3,2	417,5				1,0	
0	O	1,0	0,0	1,0	0,0	1,7	3,5	411,3				1,0	
N	N	0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,5	407,8				1,0	
D	D	0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,4	404,4				1,0	
<b>Total</b>		<b>47,3</b>	<b>11,8</b>	<b>42,1</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>		
	J	1,2	0,0	1,0	0,0	4,8	2,2	396,4				1,0	
	F	7,7	1,0	6,7	1,0	3,9	1,8	396,4				1,0	
	M	255,7	1,2	254,5	1,0	3,8	2,1	465,0	179,0			180,0	
1	A	0,6	1,0	0,0	1,0	2,6	2,1	459,3				1,0	
9	M	347,0	1,0	346,0	1,0	1,2	2,4	465,0	335,7			336,7	
9	J	30,4	1,0	29,4	1,0	1,4	2,3	465,0	24,7			25,7	
6	J	8,6	1,0	7,6	1,0	2,6	2,5	465,0	1,5			2,5	
7	A	0,1	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	457,5				1,0	
S	S	1,2	0,0	1,0	0,0	3,4	3,2	449,9				1,0	
0	O	1,0	0,0	1,0	0,0	1,7	3,5	443,7				1,0	
N	N	0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,5	440,2				1,0	
D	D	0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,4	436,8				1,0	
<b>Total</b>		<b>650,1</b>	<b>11,8</b>	<b>644,2</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>540,9</b>	<b>0,0</b>	<b>552,9</b>		

**Tabela 8.56.** Continuação

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )															
		Irrigação por Aspersão						Operação do Reservatório									
		Defluívo afluente total		Demanda Prioritária		Defluívo afluente utilizável		Restituição a Jusante		Demandas		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês		Déficit de água para irrigação	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1	J	6,9	1,2	5,7	1,0	4,8	2,2	434,5				1,0					
	F	2,0	1,0	1,0	1,0	3,9	1,8	428,8				1,0					
	M	194,9	1,2	193,7	1,0	3,8	2,1	465,0	150,6			151,6					
	A	159,9	1,0	158,9	1,0	2,6	2,1	465,0	153,2			154,2					
1	M	255,4	1,0	254,4	1,0	1,2	2,4	465,0	249,8			250,8					
9	J	21,7	1,0	20,7	1,0	1,4	2,3	465,0	16,0			17,0					
6	J	3,8	1,0	2,8	1,0	2,6	2,5	461,7				1,0					
8	A	0,4	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	454,2				1,0					
	S	1,2	0,0	1,0	1,0	3,4	3,2	446,6				1,0					
0		1,0	0,0	1,0	1,0	1,7	3,5	440,4				1,0					
N		0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,5	436,9				1,0					
D		0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,4	433,5				1,0					
<b>Total</b>		<b>645,0</b>	<b>11,8</b>	<b>637,2</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>569,6</b>	<b>0,0</b>	<b>581,6</b>						
	J	1,0	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	425,5				1,0					
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	3,9	1,8	419,0				1,0					
	M	13,9	1,2	12,7	1,0	3,8	2,1	424,8				1,0					
	A	157,0	1,0	156,0	1,0	2,6	2,1	465,0	110,1			111,1					
1	M	11,3	1,0	10,3	1,0	1,2	2,4	465,0	5,7			6,7					
9	J	3,4	1,0	2,4	1,0	1,4	2,3	462,7				1,0					
6	J	3,1	1,0	2,1	1,0	2,6	2,5	458,7				1,0					
9	A	1,2	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	451,2				1,0					
	S	1,2	0,0	1,0	1,0	3,4	3,2	443,6				1,0					
0		1,0	0,0	1,0	1,0	1,7	3,5	437,4				1,0					
N		0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,5	433,9				1,0					
D		0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,4	430,5				1,0					
<b>Total</b>		<b>192,1</b>	<b>11,8</b>	<b>183,7</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>569,6</b>	<b>0,0</b>	<b>581,6</b>						<b>127,8</b>

**Tabela 8.56.** Continuação

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )													
		Irrigação por Aspersão						Operação do Reservatório							
		Defluívo afluente total		Demanda Prioritária		Defluívo afluente utilizável		Restituição a Jusante		Demandas		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
	J		1,2	0,0	1,0	4,8	2,2								1,0
	F		1,0	0,0	1,0	3,9	1,8								1,0
	M	20,5	1,2	19,3	1,0	3,8	2,1								1,0
1	A	10,7	1,0	9,7	1,0	2,6	2,1								1,0
9	J	0,5	1,0	0,0	1,0	1,4	2,3								1,0
7	J		1,0	0,0	1,0	2,6	2,5								1,0
0	A		1,2	0,0	1,0	3,8	2,7								1,0
	S		1,2	0,0	0,0	3,4	3,2								1,0
	O		1,0	0,0	0,0	1,7	3,5								1,0
	N		0,5	0,0	0,0	1,0	1,5								1,0
	D		0,5	0,0	0,0	1,0	1,4								1,0
<b>Total</b>		<b>35,4</b>	<b>11,8</b>	<b>31,7</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>			<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>			
	J	17,7	1,2	16,5	1,0	4,8	2,2								1,0
	F	9,2	1,0	8,2	1,0	3,9	1,8								1,0
	M	27,5	1,2	26,3	1,0	3,8	2,1								1,0
	A	149,9	1,0	148,9	1,0	2,6	2,1								99,9
1	M	95,9	1,0	94,9	1,0	1,2	2,4								91,3
9	J	69,8	1,0	68,8	1,0	1,4	2,3								65,1
7	J	7,3	1,0	6,3	1,0	2,6	2,5								1,2
1	A	2,2	1,2	1,0	1,0	3,8	2,7								1,0
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2								1,0
	O		1,0	0,0	1,0	1,7	3,5								1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,5								1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,4	1,4								1,0
<b>Total</b>		<b>379,5</b>	<b>11,8</b>	<b>370,9</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>			<b>253,5</b>	<b>0,0</b>	<b>265,5</b>			

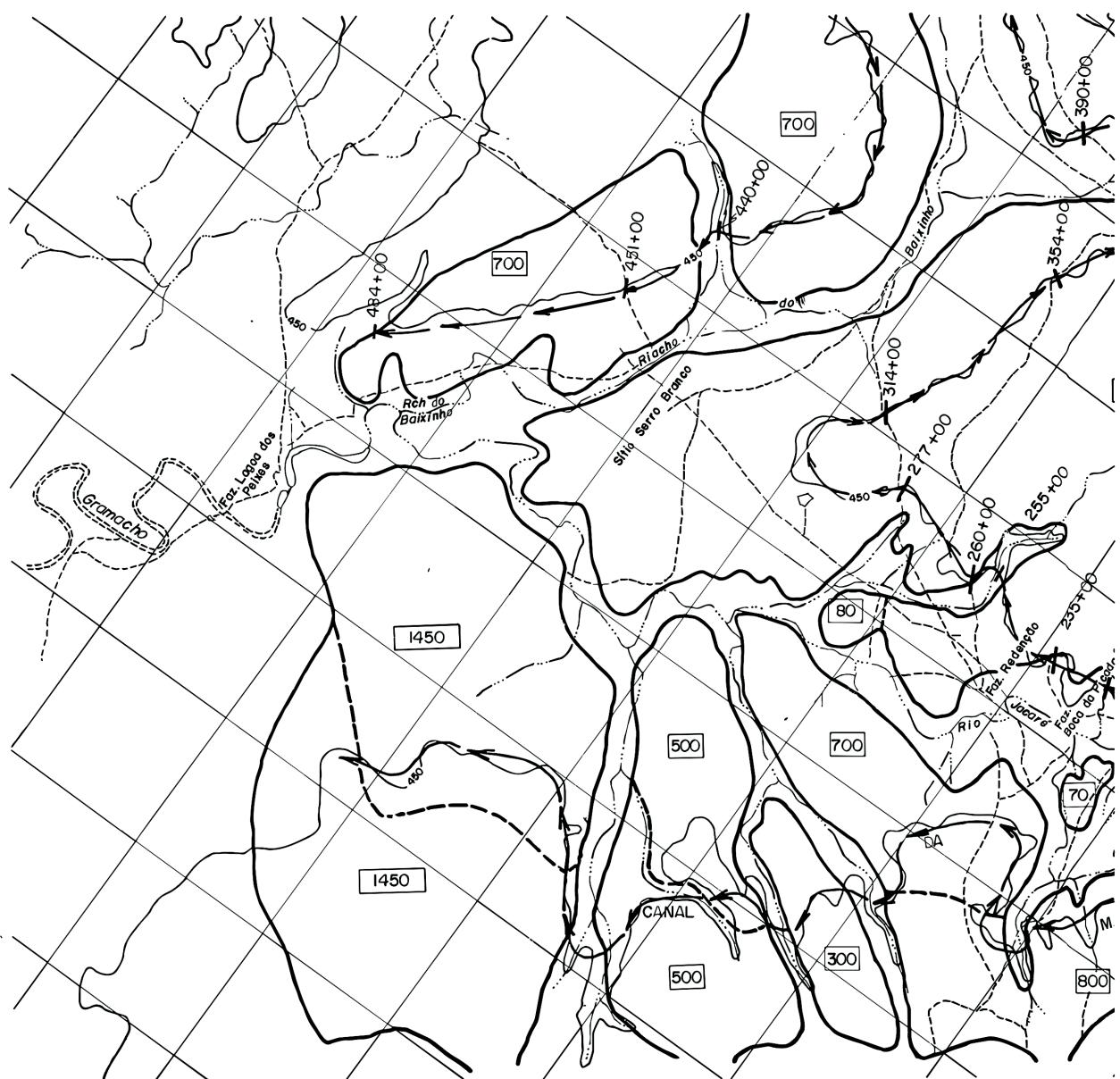
**Tabela 8.56.** Continuação

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Irrigação por Aspersão				Operação do Reservatório							
		Demandas		Demandas		Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação				Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	J	0,0	1,2	0,0	1,0	4,8	2,2	429,8					1,0
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	3,9	1,8	423,1					1,0
	M	0,3	1,2	0,0	1,0	3,8	2,1	416,2					1,0
	A	6,0	1,0	5,0	1,0	2,6	2,1	415,5					1,0
	M	3,3	1,0	2,3	1,0	1,2	2,4	413,3					1,0
	J	0,9	1,0	0,0	1,0	1,4	2,3	410,0					1,0
	J	0,3	1,0	0,0	1,0	2,6	2,5	406,5					1,0
	A	0,0	1,2	0,0	1,0	3,8	2,7	402,8					1,0
	S		1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	398,6					1,0
	O		1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	394,1					1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,0	391,6					1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	389,2					1,0
<b>Total</b>		<b>10,8</b>	<b>11,8</b>	<b>7,3</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>0,0</b>	<b>15,0</b>	<b>12,0</b>		
2	J	7,2	1,2	6,0	1,0	4,8	2,2	392,0					1,0
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	3,9	1,8	389,2					1,0
	M	34,5	1,2	33,3	1,0	3,8	2,1	415,6					1,0
	A	385,7	1,0	384,7	1,0	2,6	2,1	465,0					330,6
	M	115,2	1,0	114,2	1,0	1,2	2,4	465,0					110,6
	J	74,8	1,0	73,8	1,0	1,4	2,3	465,0					70,1
	J	14,9	1,0	13,9	1,0	2,6	2,5	465,0					8,8
	A	2,7	1,2	1,5	1,0	3,8	2,7	459,0					1,0
	S	0,8	1,2	0,0	1,0	3,4	3,2	451,4					1,0
	O	0,9	1,0	0,0	1,0	1,7	3,5	445,2					1,0
	N		0,5	0,0	1,0	1,0	1,5	441,7					1,0
	D		0,5	0,0	1,0	1,0	1,4	438,3					1,0
<b>Total</b>		<b>637,9</b>	<b>11,8</b>	<b>627,6</b>	<b>12,0</b>	<b>31,2</b>	<b>27,7</b>		<b>516,1</b>	<b>8,5</b>	<b>528,1</b>		

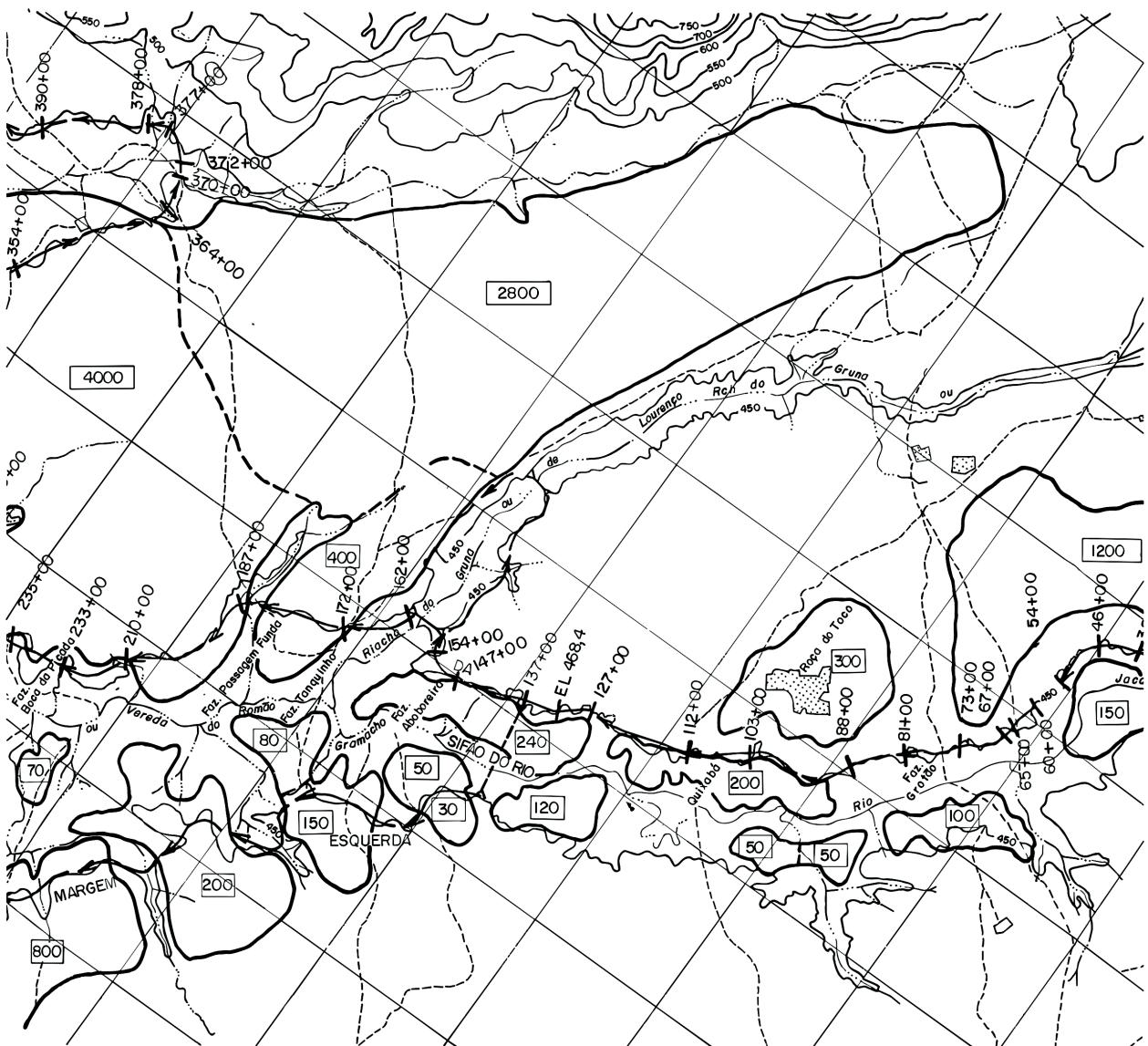
**Tabela 8.56.** Continuação

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )										
		Irrigação por Aspersão					Operação do Reservatório					
		Defluívo afuente total	Demandá Prioritária	Defluívo afuente utilizável	Restituição a Jusante	Demandá de Irrigação (13.420 ha)	Demandadas	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	J	9,5	1,2	8,3	1,0	4,8	2,2	438,6				1,0
	F	58,3	1,0	57,3	1,0	3,9	1,8	465,0	24,2			25,2
M	1061,6	1,2	1060,4	1,0	3,8	2,1	465,0	1053,5				1054,5
A	1110,5	1,0	1109,5	1,0	2,6	2,1	465,0	1103,8				1104,8
1	M	681,5	1,0	680,5	1,0	1,2	2,4	465,0	675,9			676,9
9	J	120,4	1,0	119,4	1,0	1,4	2,3	465,0	114,7			115,7
7	J	69,9	1,0	68,9	1,0	2,6	2,5	465,0	62,8			63,8
4	A	11,4	1,2	10,2	1,0	3,8	2,7	465,0	2,7			3,7
S	6,7	1,2	5,5	1,0	3,4	3,2	462,9					1,0
O	5,1	1,0	4,1	1,0	1,7	3,5	460,8					1,0
N	2,0	0,5	1,5	1,0	1,0	1,5	458,8					1,0
D	2,3	0,5	1,8	1,0	1,0	1,4	457,2					1,0
Total		3139,2	11,8	3127,4	12,0	31,2	27,7		3037,6	0,0		3049,6
<b>11 Anos</b>												
Totais		8459,5	129,8	8380,4	132,0	343,2	304,7		7490,5	23,5		7622,5
Média		769,0	11,8	761,9	12,0	31,2	27,7		681,0	2,1		693,0
Percent. Déficit	=6,8											

$10^6 = 1.000.000$        $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$

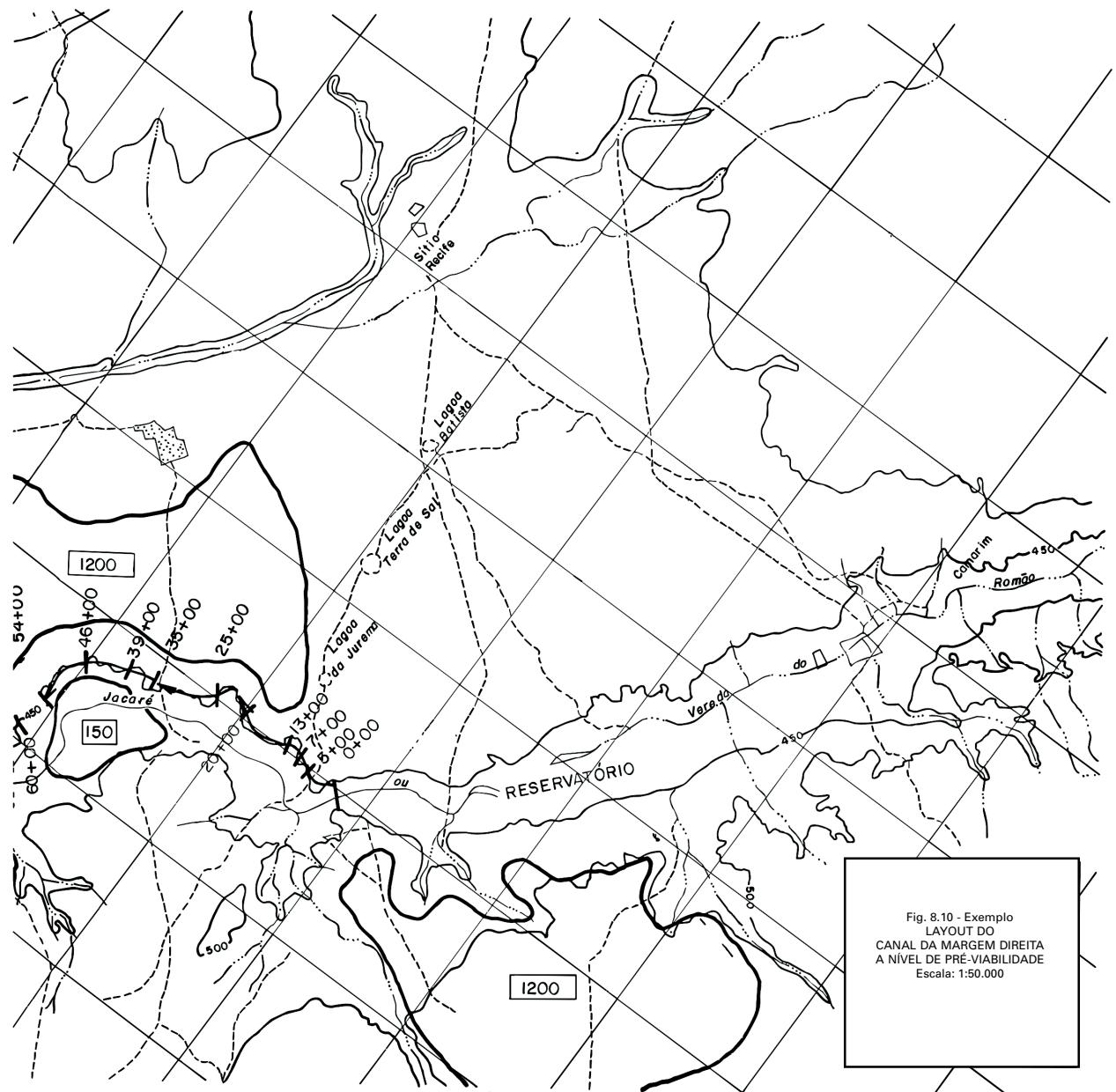


**Figura 8.10 Layout do Canal da margem Direita a Nível de pré-Viabilidade (1/3)**



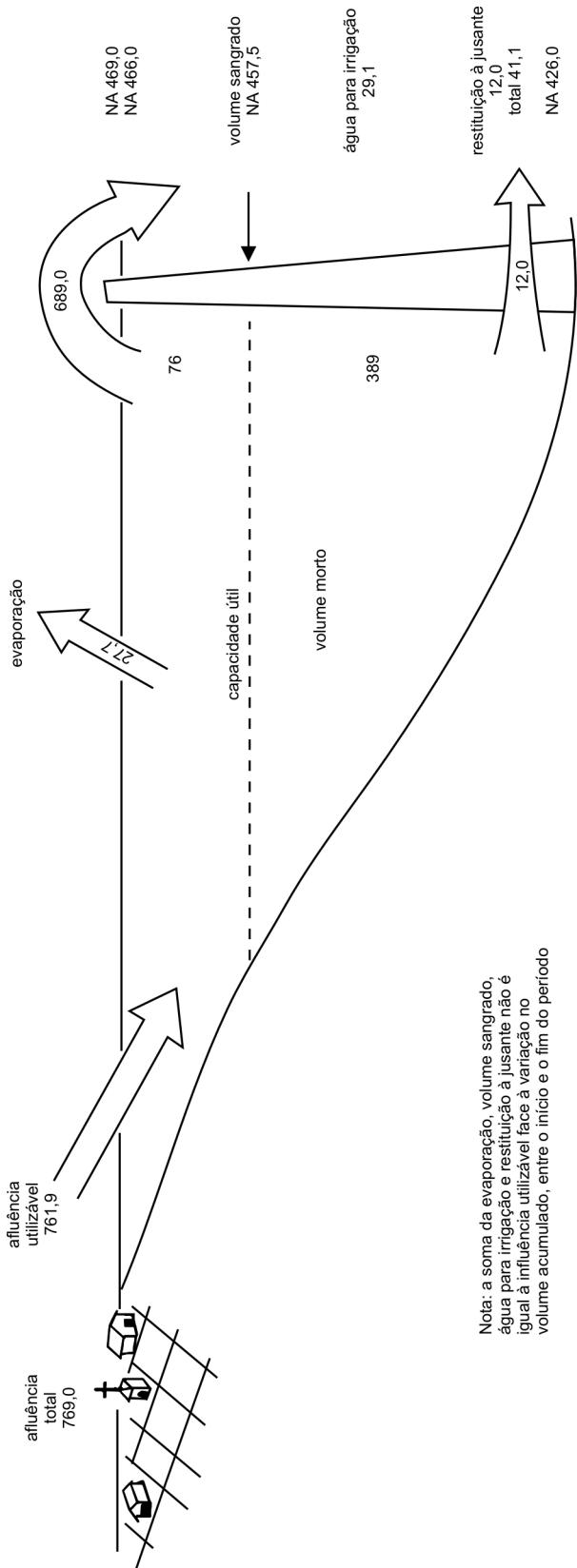
**Figura 8.10**

**Layout do Canal da margem Direita a Nível de pré-Viabilidade (2/3)**



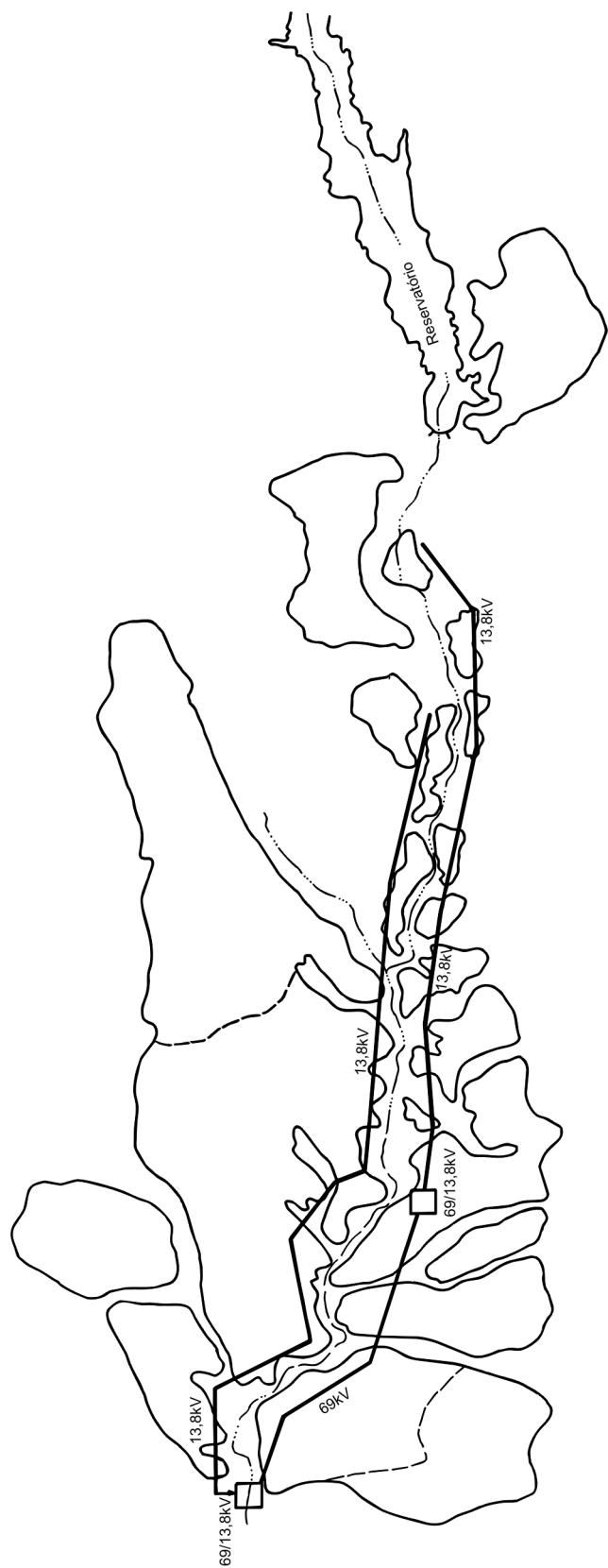
**Figura 8.10**

**Layout do Canal da margem Direita a Nível de pré-Viabilidade (3/3)**



**Figura 8.11**

**Esquema de um Reservatório. Projeto Tipo B (2400 ha) (Volumes em Milhões de Metros Cúbicos)**



**Figura 8.12**

**Infra-Estrutura - Projeto Tipo B**

# **Resumo do Plano Exemplo de Projeto Tipo C**

**Tabela 8.57. Projeto do Tipo C - Resumo da Demanda e Disponibilidade de Água - Necessidades de Água para Irrigação por Gravidade**

Mês	Demandas Unitárias ( $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ )	Demandas para 5.530 ha ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Jan.	2,5	13,8
Fev.	1,7	9,4
Mar.	2,1	11,6
Abr.	1,6	8,8
Mai.	0,8	4,4
Jun.	0,7	3,9
Jul.	1,5	8,3
Ago.	2,1	11,6
Set.	2,1	11,6
Out.	1,5	8,3
Nov.	0,3	1,7
Dez.	0,3	1,6
Ano	17,2	95,0

RESUMO DO ESTUDO DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO	
Demandas Médias Anuais ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 95,0
Suprimento Médio Anual de 10 anos ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 86,6
Suprimento Médio Anual de Longo Prazo ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 90,0
Volume útil acumulado ( $10^6 \text{ m}^3$ ) 465,0 - 310,0	= 115,0
Déficit Médio Anual (longo prazo)	= 5,0 %
Verificação dos Critérios de Déficit	
Menos de 50 % em qualquer ano, 38,2/95,0	= 40,0 %
Menos de 75% em qualquer período de dois anos consecutivos, 52,0/95,0	= 54,7 %
** Menos de 100 % em qualquer período de 10 anos consecutivos 92,6/95,0	= 97,5 %
** Critério mais crítico	

 $10^6 = 1.000.000$  $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$

**Tabela 8.58.** **Resumo dos Custos da Infra-Estrutura  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

<b>PROJETO: Exemplo</b>		<b>TIPO: C</b>
SOLOS: 5.530 ha irrigáveis		MÉTODO DE IRRIGAÇÃO: Gravidade
DEMANDA DE ÁGUA: 95.000.000 m <sup>3</sup> /ano		
DESCRÍÇÃO: Irrigação por gravidade a 5.530 ha, localizados nas margens do rio. A iniciativa privada construiria canais para atingir os solos de aluvião e terraços. Os canais principais teriam início nas estruturas de tomada d'água do reservatório. A infra-estrutura elétrica e viária ficaria a cargo de órgãos estaduais e federais.		
ELETRIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	CUSTO (US\$)
Subestações	1 - 69/13,8 kV a 2,5 KVA	361.000
	1 - 69/13,8 kV a 2,2 KVA	360.000
Linhas de Transmissão	60 km 13,8 kV a \$ 6.000/km	360.000
	Total	1.081.000
ESTRADAS		
Novas	10 km a \$ 60.000/km	600.000
Melhoradas	50 km a \$ 40.000/km	2.000.000
	Total	2.600.000

CUSTO TOTAL DA INFRA-ESTRUTURA (Eletrificação e Estradas) 3.681.000  
 CUSTO UNITÁRIO DA INFRA-ESTRUTURA (Eletrificação e Estradas) \$/ha 666  
 m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 8.59. Projeto Tipo C - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	1.081.000
Estradas	2.600.000
Total	3.681.000
Custo por hectare (5.530)	666
<b>Componentes de Projeto</b>	
Investimentos	
Barragem e reservatório	9.300.000
Canal da margem direita	10.030.000
Canal da margem esquerda	8.800.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	3.871.000
Equipamentos de O&M	774.000
Centro de Operação e Manutenção	442.000
Sistema de Irrigação Parcelar	3.318.000
Desmatamento, Sistematização e quebra-ventos	3.871.000
Correção inicial do solo	2.212.000
Total	43.578.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	222.900
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	33.200
Produção agrícola	7.800.000
Reposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	619.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	704.000
Assistência Técnica	1.100.000

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.60.** **Projeto Tipo C - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	10	1.400.000	1,4
2	60	8.400.600	8,4
3	100	14.001.000	14,0
4	100	14.001.000	14,0
5	100	14.001.000	14,0
6	100	14.001.000	14,0
7	100	14.001.000	14,0
8	100	14.001.000	14,0
9	100	14.001.000	14,0
10	100	14.001.000	14,0
11	100	14.001.000	14,0
12	100	14.001.000	14,0
13	100	14.001.000	14,0
14	100	14.001.000	14,0
15	100	14.001.000	14,0
16	100	14.001.000	14,0
17	100	14.001.000	14,0
18	100	14.001.000	14,0
19	100	14.001.000	14,0
20	100	14.001.000	14,0
21	100	14.001.000	14,0
22	100	14.001.000	14,0
23	100	14.001.000	14,0
24	100	14.001.000	14,0
25	100	14.001.000	14,0
26	100	14.001.000	14,0
27	100	14.001.000	14,0
28	100	14.001.000	14,0
29	100	14.001.000	14,0
30	100	14.001.000	14,0

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.61.** **Projeto Tipo C - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	21,8	0,2		-	2,3	0,2	24,5
2	21,8	0,3		-	4,6	0,2	26,9
3		0,3		-	7,8	0,3	8,4
4		0,3		-	7,8	0,2	8,3
5		0,3		-	7,8	0,2	8,3
6		0,3		-	7,8		8,1
7		0,3	0,6	-	7,8		8,7
8		0,3		-	7,8		8,1
9		0,3		-	7,8		8,1
10		0,3		-	7,8		8,1
11		0,3		-	7,8		8,1
12		0,3		-	7,8		8,1
13		0,3	0,6	-	7,8		8,7
14		0,3		-	7,8		8,1
15		0,3		-	7,8		8,1
16		0,3		-	7,8		8,1
17		0,3		-	7,8		8,1
18		0,3		-	7,8		8,1
19		0,3	0,6	-	7,8		8,7
20		0,3		-	7,8		8,1
21		0,3		-	7,8		8,1
22		0,3		-	7,8		8,1
23		0,3		-	7,8		8,1
24		0,3		-	7,8		8,1
25		0,3	0,6	-	7,8		8,7
26		0,3	0,7	-	7,8		8,8
27		0,3		-	7,8		8,1
28		0,3		-	7,8		8,1
29		0,3		-	7,8		8,1
30		0,3		-	7,8		8,1

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.62.**

**Projeto Tipo C - Relação Benefício/Custo**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	24,5	0,90090	22,1	1,4	1,3	(20,8)
2	26,9	0,81162	21,8	8,4	6,8	(15,0)
3	8,4	0,73119	6,1	14,0	10,2	4,1
4	8,3	0,65873	5,5	14,0	9,2	3,8
5	8,3	0,59345	4,9	14,0	8,3	3,4
6	8,1	0,53464	4,3	14,0	7,5	3,2
7	8,7	0,48166	4,2	14,0	6,7	2,6
8	8,1	0,43393	3,5	14,0	6,1	2,6
9	8,1	0,39092	3,2	14,0	5,5	2,3
10	8,1	0,35218	2,9	14,0	4,9	2,1
11	8,1	0,31728	2,6	14,0	4,4	1,9
12	8,1	0,28584	2,3	14,0	4,0	1,7
13	8,7	0,25751	2,2	14,0	3,6	1,4
14	8,1	0,23199	1,9	14,0	3,2	1,4
15	8,1	0,20900	1,7	14,0	2,9	1,2
16	8,1	0,18829	1,5	14,0	2,6	1,1
17	8,1	0,16963	1,4	14,0	2,4	1,0
18	8,1	0,15282	1,2	14,0	2,1	0,9
19	8,7	0,13768	1,2	14,0	1,9	0,7
20	8,1	0,12403	1,0	14,0	1,7	0,7
21	8,1	0,11174	0,9	14,0	1,6	0,7
22	8,1	0,10067	0,8	14,0	1,4	0,6
23	8,1	0,09069	0,7	14,0	1,3	0,5
24	8,1	0,08170	0,7	14,0	1,1	0,5
25	8,7	0,07361	0,6	14,0	1,0	0,4
26	8,8	0,06631	0,6	14,0	0,9	0,3
27	8,1	0,05974	0,5	14,0	0,8	0,4
28	8,1	0,05382	0,4	14,0	0,8	0,3
29	8,1	0,04849	0,4	14,0	0,7	0,3
30	8,1	0,04368	0,4	14,0	0,6	0,3
			101,5		105,8	4,3
Relação Benefício/Custo = 1,04 :1,0						
Valor Presente Líquido = 4,3						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.63.** **Projeto Tipo C - Taxa Interna de Retorno**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	24,5	0,8895	21,8	1,4	1,2	-20,5
2	26,9	0,7912	21,3	8,4	6,6	-14,6
3	8,4	0,7038	5,9	14,0	9,9	3,9
4	8,3	0,6261	5,2	14,0	8,8	3,6
5	8,3	0,5569	4,6	14,0	7,8	3,2
6	8,1	0,4954	4,0	14,0	6,9	2,9
7	8,7	0,4407	3,8	14,0	6,2	2,3
8	8,1	0,3920	3,2	14,0	5,5	2,3
9	8,1	0,3487	2,8	14,0	4,9	2,1
10	8,1	0,3101	2,5	14,0	4,3	1,8
11	8,1	0,2759	2,2	14,0	3,9	1,6
12	8,1	0,2454	2,0	14,0	3,4	1,4
13	8,7	0,2183	1,9	14,0	3,1	1,2
14	8,1	0,1942	1,6	14,0	2,7	1,1
15	8,1	0,1727	1,4	14,0	2,4	1,0
16	8,1	0,1536	1,2	14,0	2,2	0,9
17	8,1	0,1367	1,1	14,0	1,9	0,8
18	8,1	0,1216	1,0	14,0	1,7	0,7
19	8,7	0,1081	0,9	14,0	1,5	0,6
20	8,1	0,0962	0,8	14,0	1,3	0,6
21	8,1	0,0856	0,7	14,0	1,2	0,5
22	8,1	0,0761	0,6	14,0	1,1	0,4
23	8,1	0,0677	0,5	14,0	0,9	0,4
24	8,1	0,0602	0,5	14,0	0,8	0,4
25	8,7	0,0536	0,5	14,0	0,7	0,3
26	8,8	0,0477	0,4	14,0	0,7	0,2
27	8,1	0,0424	0,3	14,0	0,6	0,3
28	8,1	0,0377	0,3	14,0	0,5	0,2
29	8,1	0,0335	0,3	14,0	0,5	0,2
30	8,1	0,0298	0,2	14,0	0,4	0,2
			93,7		93,7	0,0
						TIR = 12,4 %

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.64. Resumo de Plano**

Data: dez. 1989 Relação Benefício/Custo: 1,04:1,0 Taxa Interna de Retorno: 12,4% Valor Presente Líquido: \$4.300.000	Tipo: C Atividade: Formulação do Plano Nível: Pré-viabilidade Solos: 5.530 ha Demanda de Água: $95,0 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /ano Método de Irrigação: Superficial
Referências	Custo (jan. de 1989 em US\$)
Item 6.1.7 INFRA-ESTRUTURA DE APOIO	
Tabela 6.1 Eletrificação	1.081.000
Tabela 6.5 Estradas	2.600.000
	3.681.000
	666
<b>CUSTOS DO SISTEMA HIDRÁULICO DE USO COMUM</b>	
Item 6.1 Investimentos	
Item 6.1.1 Barragem e reservatório	9.300.000
Item 6.1.2 Canal da margem direita	10.030.000
	8.800.000
Item 6.1.5 Estradas de acesso	960.000
Item 6.1.3 Canais Secundários	3.871.000
Item 6.1.8.2 Equipamentos de O&M	774.000
Item 6.1.8.3 Centro de O&M	442.000
	34.177.000
	34.177.000
Item 6.2 Custos Anuais	
Item 6.2.1 Operação & Manutenção (área)	222.900
Item 6.2.1.3 Operação & Manutenção (Res.)	33.200
Item 6.4 Reposição	
	619.000
	704.000
<b>IRRIGAÇÃO A NÍVEL PARCELAR</b>	
Item 6.1.9 Investimentos	
Item 6.1.9.1 Sistema de Irrigação Parcial	3.318.000
Item 6.1.9.2 Desmatamento, sistematização e quebra-ventos	3.871.000
Item 6.1.9.3 Correção inicial do solo	2.212.000
	9.401.000
Item 6.2.3 Produção agrícola	7.800.000
Item 6.3 Assistência técnica	1.100.000
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>	<b>43.578.000</b>

$10^6 = 1.000.000$

$m^3 = METRO CÚBICO$

**Tabela 8.65. Exemplo - Projeto Tipo C - Estudo da Operação do Reservatório**

Ano	Mês	Defluívo afluente total			Demanda Prioritária			Defluívo afluente utilizável			Operação do Reservatório		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Irrigação por aspersão													
								Demandas	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação	
		J	0,8	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	306,7			1,0	
	F	159,8	1,0	158,8	1,0	9,4	1,8	453,3				1,0	
	M	419,9	1,2	418,7	1,0	11,6	2,1	465,0	392,3			393,3	
1	A	738,9	1,0	737,9	1,0	8,8	2,1	465,0	726,0			727,0	
1	M	383,7	1,0	382,7	1,0	4,4	2,4	465,0	374,9			375,9	
9	J	33,3	1,0	32,3	1,0	3,9	2,3	465,0	25,1			26,1	
6	J	10,5	1,0	9,5	1,0	8,3	2,5	462,7				1,0	
4	A	3,2	1,2	2,0	1,0	11,6	2,7	449,4				1,0	
	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	433,6				1,0	
0	O		1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	420,8				1,0	
N			0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	416,6				1,0	
D			0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	412,6				1,0	
<b>Total</b>		<b>1750,1</b>	<b>11,8</b>	<b>1741,9</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>		<b>1518,3</b>	<b>0,0</b>	<b>1530,3</b>		
	J	0,0	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	305,6				1,0	
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	9,4	1,8	383,4				1,0	
	M	90,6	1,2	89,4	1,0	11,6	2,1	458,1				1,0	
	A	635,2	1,0	634,2	1,0	8,8	2,1	465,0	615,4			616,4	
1	M	199,9	1,0	198,9	1,0	4,4	2,4	465,0	191,1			192,1	
9	J	42,4	1,0	41,4	1,0	3,9	2,3	465,0	34,2			35,2	
6	J	3,5	1,0	2,5	1,0	8,3	2,5	455,7				1,0	
5	A	0,5	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	440,4				1,0	
	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	424,6				1,0	
0	O		1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	411,8				1,0	
N			0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	407,6				1,0	
D			0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	403,6				1,0	
<b>Total</b>		<b>972,1</b>	<b>11,8</b>	<b>966,4</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>		<b>840,7</b>	<b>0,0</b>	<b>852,7</b>		

**Tabela 8.65.** Exemplo - Projeto Tipo C - Estudo da Operação do Reservatório

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )													
		Irrigação por aspersão						Operação do Reservatório							
		Defluívo afluente total		Demanda Prioritária		Defluívo afluente utilizável		Demandas		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês		Déficit de água para irrigação	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
	J	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	386,6					1,0			
	F	17,3	1,0	16,3	1,0	9,4	1,8	390,7				1,0			
	M	6,6	1,2	5,4	1,0	11,6	2,1	381,4				1,0			
	A	16,0	1,0	15,0	1,0	8,8	2,1	384,5				1,0			
1	M	6,1	1,0	5,1	1,0	4,4	2,4	381,8				1,0			
9	J	1,3	1,0	0,3	1,0	3,9	2,3	374,9				1,0			
6	J	1,0	0,0	1,0	8,3	2,5	383,1					1,0			
6	A	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	347,8					1,0			
S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	332,0					1,0			
0		1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	319,2					1,0			
N		0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	315,6					0,6			
D		0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	313,2					1,6			
<b>Total</b>		<b>47,3</b>	<b>11,8</b>	<b>42,1</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>		<b>0,0</b>	<b>2,2</b>	<b>12,0</b>				
	J	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	310,0					13,8			
	F	7,7	1,0	6,7	1,0	9,4	1,8	310,0				5,5			
	M	255,7	1,2	254,5	1,0	11,6	2,1	465,0				85,8			
	A	0,6	1,0	0,0	1,0	8,8	2,1	453,1				1,0			
1	M	347,0	1,0	346,0	1,0	4,4	2,4	465,0				327,3			
9	J	30,4	1,0	29,4	1,0	3,9	2,3	465,0				23,2			
6	J	8,6	1,0	7,6	1,0	8,3	2,5	460,8				1,0			
7	A	0,1	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	445,5				1,0			
	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	429,7				1,0			
0			1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	416,9				1,0			
N			0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	412,7				1,0			
D			0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	408,7				1,0			
<b>Total</b>		<b>650,1</b>	<b>11,8</b>	<b>644,2</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>	<b>27,7</b>		<b>433,3</b>	<b>19,3</b>	<b>445,3</b>				

**Tabela 8.65.** Exemplo - Projeto Tipo C - Estudo da Operação do Reservatório

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Irrigação por aspersão						Operação do Reservatório					
		Demandas		Perda por evaporação		Volume acumulado no final do mês		Volume sangrado		Déficit de água para irrigação		Pérdidas pelo sangrador e a descarga de fundo	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	J	6,9	1,2	5,7	1,0	13,8	2,2	397,4				1,0	
	F	2,0	1,0	1,0	1,0	9,4	1,8	386,2				1,0	
	M	194,9	1,2	193,7	1,0	11,6	2,1	465,0	100,2			101,2	
1	A	159,9	1,0	158,9	1,0	8,8	2,1	465,0	147,0			148,0	
	M	255,4	1,0	254,4	1,0	4,4	2,4	465,0	246,6			247,6	
9	J	21,7	1,0	20,7	1,0	3,9	2,3	465,0	13,5			14,5	
6	J	3,8	1,0	2,8	1,0	8,3	2,5	456,0				1,0	
8	A	0,4	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	440,7				1,0	
	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	424,9				1,0	
0			1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	412,1				1,0	
N			0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	407,9				1,0	
D			0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	403,9				1,0	
Total		645,0	11,8	637,2	12,0	95,0	27,7		507,3	0,0		519,3	
	J	1,0	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	386,9				1,0	
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	9,4	1,8	374,9				1,0	
	M	13,9	1,2	12,7	1,0	11,6	2,1	372,9				1,0	
1	A	157,0	1,0	156,0	1,0	8,8	2,1	465,0	52,0			53,0	
	M	11,3	1,0	10,3	1,0	4,4	2,4	465,0	2,5			3,5	
9	J	3,4	1,0	2,4	1,0	3,9	2,3	460,2				1,0	
6	J	3,1	1,0	2,1	1,0	8,3	2,5	450,5				1,0	
9	A	1,2	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	435,2				1,0	
	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	419,4				1,0	
0			1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	406,6				1,0	
N			0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	402,4				1,0	
D			0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	398,4				1,0	
Total		192,1	11,8	183,7	12,0	95,0	27,7		54,5	0,0		66,5	

**Tabela 8.65. Exemplo - Projeto Tipo C - Estudo da Operação do Reservatório**

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Irrigação por aspersão				Operação do Reservatório			
				Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas		Pérdia por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação
						5	6				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	1,2	0,0	1,0	1,0	13,8	2,2	381,4			1,0
	F	1,0	0,0	1,0	1,0	9,4	1,8	369,2			1,0
M	20,5	1,2	19,3	1,0	11,6	2,1		373,8			1,0
A	10,7	1,0	9,7	1,0	8,8	2,1		371,6			1,0
1	M	3,7	1,0	2,7	1,0	4,4	2,4	366,5			1,0
9	J	0,5	1,0	0,0	1,0	3,9	2,3	359,3			1,0
7	J	1,0	0,0	1,0	8,3	2,5	347,5			0,0	1,0
0	A	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7		332,2			0,0
S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2		319,4			3,0
O		1,0	0,0	1,0	8,3	3,5		314,9			8,3
N		0,5	0,0	1,0	1,7	1,5		312,4			1,7
D		0,5	0,0	1,0	1,6	1,4		310,0			1,6
Total		35,4	11,8	31,7	12,0	95,0	27,7		0,0	14,6	12,0
	J	17,7	1,2	16,5	1,0	13,8	2,2	310,0			0,5
	F	9,2	1,0	8,2	1,0	9,4	1,8	310,0			4,0
M	27,5	1,2	26,3	1,0	11,6	2,1		321,6			0,0
A	149,9	1,0	148,9	1,0	8,8	2,1		458,6			1,0
1	M	95,9	1,0	94,9	1,0	4,4	2,4	465,0			81,7
9	J	69,8	1,0	68,8	1,0	3,9	2,3	465,0			62,6
7	J	7,3	1,0	6,3	1,0	8,3	2,5	459,5			1,0
1	A	2,2	1,2	1,0	1,0	11,6	2,7	445,2			1,0
S		1,2		0,0	1,0	11,6	3,2	429,4			1,0
O		1,0		0,0	1,0	8,3	3,5	416,6			1,0
N		0,5		0,0	1,0	1,7	1,5	412,4			1,0
D		0,5		0,0	1,0	1,6	1,4	408,4			1,0
Total		379,5	11,8	370,9	12,0	95,0	27,7		142,3	4,5	154,3

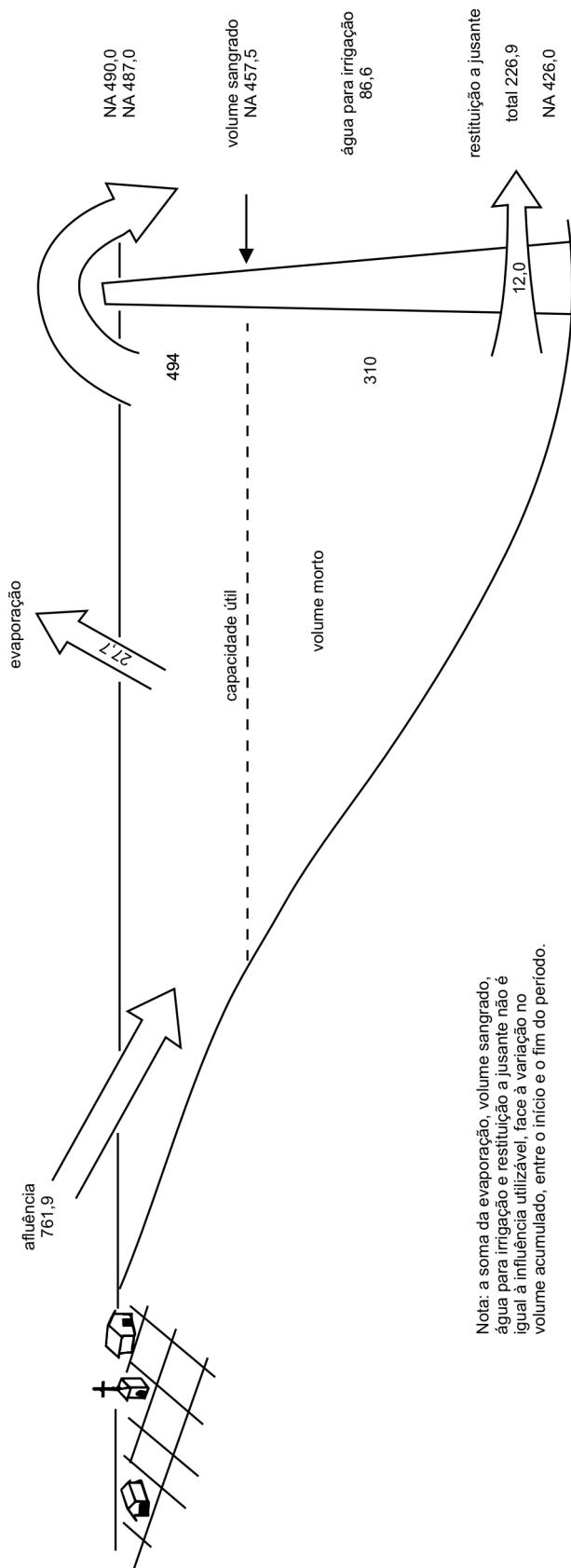
**Tabela 8.65. Exemplo - Projeto Tipo C - Estudo da Operação do Reservatório**

Ano	Mês	Defluvio afluente total	Demanda Prioritária	Defluvio afluente utilizável	Irrigação por aspersão				Operação do Reservatório			
					Restituição a Jusante	Demandas	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	J	0,0	1,2	0,0	1,0	13,8	2,2	391,4			1,0	
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	9,4	1,8	379,2			1,0	
	M	0,3	1,2	0,0	1,0	11,6	2,1	364,5			1,0	
	A	6,0	1,0	5,0	1,0	8,8	2,1	357,6			1,0	
	M	3,3	1,0	2,3	1,0	4,4	2,4	352,1			0,0	
	J	0,9	1,0	0,0	1,0	3,9	2,3	344,9			0,0	
	J	0,3	1,0	0,0	1,0	8,3	2,5	336,5			3,4	
2	A	0,0	1,2	0,0	1,0	11,6	2,7	332,8			11,6	
	S		1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	328,6			11,6	
0		1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	324,1			8,3		
N		0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	321,6			1,7		
D		0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	319,2			1,6		
Total		10,8	11,8	7,3	12,0	95,0	27,7		0,0	38,2	12,0	
	J	7,2	1,2	6,0	1,0	13,8	2,2	322,0			13,8	
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	9,4	1,8	310,0			0,0	
	M	34,5	1,2	33,3	1,0	11,6	2,1	328,6			0,0	
	A	385,7	1,0	384,7	1,0	8,8	2,1	465,0			237,4	
1	M	115,2	1,0	114,2	1,0	4,4	2,4	465,0			107,4	
9	J	74,8	1,0	73,8	1,0	3,9	2,3	465,0			67,6	
7	J	14,9	1,0	13,9	1,0	8,3	2,5	465,0			3,1	
3	A	2,7	1,2	1,5	1,0	11,6	2,7	451,2			1,0	
	S	0,8	1,2	0,0	1,0	11,6	3,2	435,4			1,0	
0		0,9	1,0	0,0	1,0	8,3	3,5	422,6			1,0	
N		0,5	0,0	1,0	1,7	1,5	418,4			1,0		
D		0,5	0,0	1,0	1,6	1,4	414,4			1,0		
Total		637,9	11,8	627,6	12,0	95,0	27,7		411,5	13,8	423,5	

**Tabela 8.65.** Exemplo - Projeto Tipo C - Estudo da Operação do Reservatório

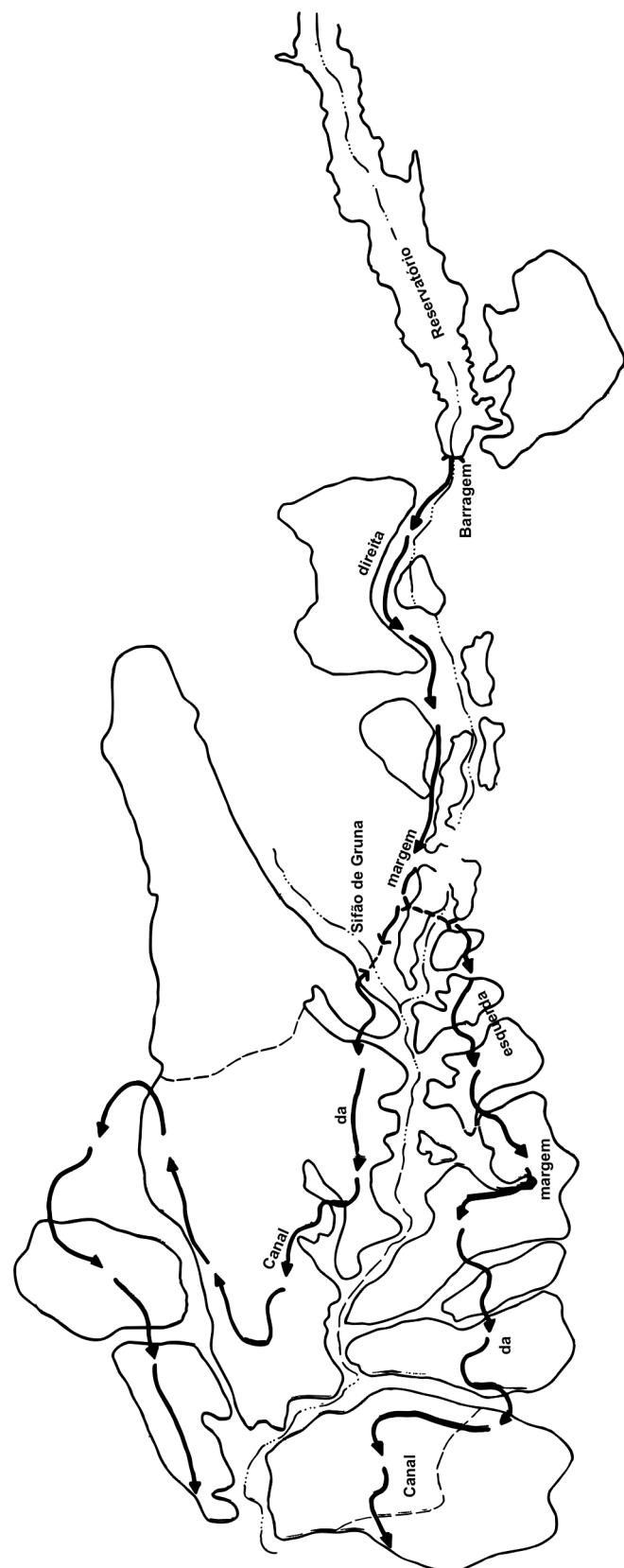
Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Defluívo afluente utilizável	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )						
					Irrigação por aspersão			Operação do Reservatório			
					Demandas	Restituição a Jusante	Demandas de Irrigação (5.530 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	9,5	1,2	8,3	1,0	13,8	2,2	405,7			1,0
	F	58,3	1,0	57,3	1,0	9,4	1,8	450,8			1,0
	M	1061,6	1,2	1060,4	1,0	11,6	2,1	465,0	1031,5		1032,5
	A	1110,5	1,0	1109,5	1,0	8,8	2,1	465,0	1097,6		1098,6
1	M	681,5	1,0	680,5	1,0	4,4	2,4	465,0	672,7		673,7
9	J	120,4	1,0	119,4	1,0	3,9	2,3	465,0	112,2		113,2
7	J	69,9	1,0	68,9	1,0	8,3	2,5	465,0	57,1		58,1
4	A	11,4	1,2	10,2	1,0	11,6	2,7	459,9			1,0
	S	6,7	1,2	5,5	1,0	11,6	3,2	449,6			1,0
	O	5,1	1,0	4,1	1,0	8,3	3,5	440,9			1,0
	N	2,0	0,5	1,5	1,0	1,7	1,5	438,2			1,0
	D	2,3	0,5	1,8	1,0	1,6	1,4	436,0			1,0
Total		3139,2	11,8	3127,4	12,0	95,0	27,7		2971,1	0,0	2983,1
<b>11 Anos</b>											
Totais		8459,5	129,8	8380,4	132,0	1045,0	304,7		6879,0	92,6	7011,0
Média		769,0	11,8	761,9	12,0	95,0	27,7		625,4	8,4	637,4
Percent.Déficit = 8,9											

$10^6 = 1.000.000$        $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$



**Figura 8.13**

**Esquema de um Reservatório. Projeto Tipo C ( 5,530 ha) (Volumes em Milhões de Metros Cúbicos)**



**Figura 8.14**

**Planta Esquemática - Projeto Tipo C (5.530 ha)**

# **Resumo do Plano Exemplo de Projeto Tipo D**

**Tabela 8.66.****Projeto Tipo D - Resumo da Demanda e Disponibilidade de Água - Necessidades de Água para Irrigação por Gravidade**

Mês	Demandas Unitárias ( $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ )	Demandas para 13.420 ha ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Jan.	2,5	33,5
Fev.	1,7	22,8
Mar.	2,1	28,2
Abr.	1,6	21,4
Mai.	0,8	10,7
Jun.	0,7	9,5
Jul.	1,5	20,1
Ago.	2,1	28,2
Set.	2,1	28,2
Out.	1,5	20,1
Nov.	0,3	4,0
Dez.	0,3	3,9
Ano	17,2	230,5

**RESUMO DO ESTUDO DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO**

Demandas Médias Anuais ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 230,5
Demandas Anuais Suprimento de 10 anos ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 214,7
Demandas Anuais Suprimento de Longo Prazo ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 219,0
Volume útil e novo reservatório ( $10^6 \text{ m}^3$ )	= 804,0
Déficit Médio Anual (longo prazo)	= 5,0 %
Verificação dos critérios de Déficit	
** Menos de 50 % em qualquer ano, 116,0/230,5	= 50,0 %
** Menos de 75 % em qualquer período de 2 anos consecutivos, 172,1/230,5	= 74,7 %
Menos de 100 % em qualquer período de 10 anos consecutivos, 172,1/230,5	= 74,7 %
** Critério mais crítico	

 $10^6 = 1.000.000$  $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$

**Tabela 8.67.** **Resumo dos Custos da Infra-Estrutura  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

<b>PROJETO:</b> Exemplo		<b>TIPO: D</b>
SOLOS: 13.420 ha irrigáveis		MÉTODO DE IRRIGAÇÃO: Gravidade
DEMANDA DE ÁGUA: 230.500.000 m <sup>3</sup> /ano		
DESCRIÇÃO: Irrigação por gravidade de 13.420 ha, localizados pelas duas margens do rio. O projeto seria planejado e financiado pelo Governo Federal, para uma associação de irrigantes. Seriam construídos um reservatório com 804 milhões de m <sup>3</sup> de capacidade, cinco canais principais e três estações de bombeamento. A infra-estrutura elétrica e viária seria encargo de órgãos estaduais e federais.		
<b>ELETRIFICAÇÃO</b>	<b>DESCRÍÇÃO</b>	<b>CUSTO (US\$)</b>
Subestações	1 - 69/13,8 kVA a \$ 730.000	1.460.000
Linhas de Transmissão	60 km 69 kV a \$ 30.000/km	1.800.000
	60 km 13,8 kVA a \$ 6.000	360.000
	Total	3.620.000
Novas	20 km a \$ 60.000/km	1.200.000
Melhoradas	80 km a \$ 40.000/km	3.200.000
	Total	4.400.000
CUSTO TOTAL DA INFRA-ESTRUTURA (Eletrificação e Estradas)		8.020.000
CUSTO UNITÁRIO DA INFRA-ESTRUTURA (Eletrificação e Estradas)		598\$/ha
m <sup>3</sup> = METRO CÚBICO		

**Tabela 8.68. Projeto Tipo D - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	3.620.000
Estradas	4.400.000
Total	8.020.000
Custo por hectare (13.420 ha)	598
Componentes de Projeto	
Investimentos	
Barragem e reservatório	46.500.000
Canal da margem direita	14.547.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Estação de Bombeamento C.D.	2.156.000
Estação de Bombeamento C.E.	2.036.000
Canal da casa de bombas direita	1.884.000
Canal da casa de bombas esquerda	3.420.000
Sifão do rio	1.800.000
Estação de Bombeamento do Res. na M.D.	3.139.000
Canal do Res na M.D.	1.790.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	9.394.000
Automação	552.000
Equipamentos de O&M	1.879.000
Centro de Operação e Manutenção	1.074.000
Sistema de Irrigação Parcelar	8.052.000
Desmatamento, Sistematização e quebra-ventos	9.394.000
Correção inicial do solo	5.368.000
Total	118.885.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	544.900
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	80.500
Energia Elétrica	398.000
Produção agrícola	18.922.000
Reposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	1.503.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	5.865.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	2.044.000
Automação 100% - cada 10 anos	552.000
Assistência Técnica	2.700.000

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.69.** **Projeto Tipo D - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	-	-	-
2	-	-	-
3	30	9.800.000	9,8
4	60	19.600.000	19,6
5	100	32.666.000	32,7
6	100	32.666.000	32,7
7	100	32.666.000	32,7
8	100	32.666.000	32,7
9	100	32.666.000	32,7
10	100	32.666.000	32,7
11	100	32.666.000	32,7
12	100	32.666.000	32,7
13	100	32.666.000	32,7
14	100	32.666.000	32,7
15	100	32.666.000	32,7
16	100	32.666.000	32,7
17	100	32.666.000	32,7
18	100	32.666.000	32,7
19	100	32.666.000	32,7
20	100	32.666.000	32,7
21	100	32.666.000	32,7
22	100	32.666.000	32,7
23	100	32.666.000	32,7
24	100	32.666.000	32,7
25	100	32.666.000	32,7
26	100	32.666.000	32,7
27	100	32.666.000	32,7
28	100	32.666.000	32,7
29	100	32.666.000	32,7
30	100	32.666.000	32,7

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.70.** **Projeto Tipo D - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	11,5	-		-	-	0,5	12,0
2	24,0	-		-	-	0,5	24,5
3	36,0	0,2		0,1	5,7	0,7	42,7
4	36,0	0,4		0,2	11,4	0,5	48,5
5	11,4	0,6		0,4	18,9	0,5	31,8
6		0,6		0,4	18,9		19,9
7		0,6	1,5	0,4	18,9		21,4
8		0,6		0,4	18,9		19,9
9		0,6		0,4	18,9		19,9
10		0,6		0,4	18,9		19,9
11		0,6	0,6	0,4	18,9		20,5
12		0,6		0,4	18,9		19,9
13		0,6	1,5	0,4	18,9		21,4
14		0,6		0,4	18,9		19,9
15		0,6		0,4	18,9		19,9
16		0,6	5,9	0,4	18,9		25,8
17		0,6		0,4	18,9		19,9
18		0,6		0,4	18,9		19,9
19		0,6	1,5	0,4	18,9		21,4
20		0,6		0,4	18,9		19,9
21		0,6	0,6	0,4	18,9		20,5
22		0,6		0,4	18,9		19,9
23		0,6		0,4	18,9		19,9
24		0,6		0,4	18,9		19,9
25		0,6	1,5	0,4	18,9		21,4
26		0,6	2,0	0,4	18,9		21,9
27		0,6		0,4	18,9		19,9
28		0,6		0,4	18,9		19,9
29		0,6		0,4	18,9		19,9
30		0,6		0,4	18,9		19,9

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.71.** **Projeto Tipo D - Relação Benefício/Custo**  
**(Preços de Janeiro de 1989 em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11%)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	12,0	0,90090	10,8	0,0	0,0	-10,8
2	24,5	0,81162	19,9	0,0	0,0	-19,9
3	42,7	0,73119	31,2	9,8	7,2	-24,1
4	48,5	0,65873	31,9	19,6	12,9	-19,0
5	31,8	0,59345	18,9	32,7	19,4	0,5
6	19,9	0,53464	10,6	32,7	17,5	6,8
7	21,4	0,48166	10,3	32,7	15,8	5,4
8	19,9	0,43393	8,6	32,7	14,2	5,6
9	19,9	0,39092	7,8	32,7	12,8	5,0
10	19,9	0,35218	7,0	32,7	11,5	4,5
11	20,5	0,31728	6,5	32,7	10,4	3,9
12	19,9	0,28584	5,7	32,7	9,3	3,7
13	21,4	0,25751	5,5	32,7	8,4	2,9
14	19,9	0,23199	4,6	32,7	7,6	3,0
15	19,9	0,20900	4,2	32,7	6,8	2,7
16	25,8	0,18829	4,9	32,7	6,2	1,3
17	19,9	0,16963	3,4	32,7	5,5	2,2
18	19,9	0,15282	3,0	32,7	5,0	2,0
19	21,4	0,13768	2,9	32,7	4,5	1,6
20	19,9	0,12403	2,5	32,7	4,1	1,6
21	20,5	0,11174	2,3	32,7	3,7	1,4
22	19,9	0,10067	2,0	32,7	3,3	1,3
23	19,9	0,09069	1,8	32,7	3,0	1,2
24	19,9	0,08170	1,6	32,7	2,7	1,0
25	21,5	0,07361	1,6	32,7	2,4	0,8
26	21,9	0,06631	1,5	32,7	2,2	0,7
27	19,9	0,05974	1,2	32,7	2,0	0,8
28	19,9	0,05382	1,1	32,7	1,8	0,7
29	19,9	0,04849	1,0	32,7	1,6	0,6
30	19,9	0,04368	0,9	32,7	1,4	0,6
			215,1		202,9	-12,2
Relação Benefício/Custo = 0,94 :1,0						
Valor Presente Líquido = -12,2						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 8.72.** **Projeto Tipo D - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	0,9180	11,0	12,0	0,0	0,0	-11,0
2	0,8428	20,6	24,5	0,0	0,0	-20,6
3	0,7737	33,0	42,7	9,8	7,6	-25,5
4	0,7102	34,4	48,5	19,6	13,9	-20,5
5	0,6520	20,7	31,8	32,7	21,3	0,6
6	0,5986	11,9	19,9	32,7	19,6	7,7
7	0,5495	11,8	21,4	32,7	18,0	6,2
8	0,5045	10,0	19,9	32,7	16,5	6,5
9	0,4631	9,2	19,9	32,7	15,1	5,9
10	0,4251	8,5	19,9	32,7	13,9	5,4
11	0,3903	8,0	20,5	32,7	12,8	4,8
12	0,3583	7,1	19,9	32,7	11,7	4,6
13	0,3289	7,0	21,4	32,7	10,8	3,7
14	0,3019	6,0	19,9	32,7	9,9	3,9
15	0,2772	5,5	19,9	32,7	9,1	3,5
16	0,2545	6,6	25,8	32,7	8,3	1,8
17	0,2336	4,6	19,9	32,7	7,6	3,0
18	0,2145	4,3	19,9	32,7	7,0	2,7
19	0,1969	4,2	21,4	32,7	6,4	2,2
20	0,1807	3,6	19,9	32,7	5,9	2,3
21	0,1659	4,9	29,5	32,7	5,4	0,5
22	0,1523	3,0	19,9	32,7	5,0	1,9
23	0,1398	2,8	19,9	32,7	4,6	1,8
24	0,1284	2,6	19,9	32,7	4,2	1,6
25	0,1178	2,5	21,5	32,7	3,9	1,3
26	0,1082	2,4	21,9	32,7	3,5	1,2
27	0,0993	2,0	19,9	32,7	3,2	1,3
28	0,0912	1,8	19,9	32,7	3,0	1,2
29	0,0837	1,7	19,9	32,7	2,7	1,1
30	0,0768	1,5	19,9	32,7	2,5	1,0
		253,4			253,4	0,0

TIR = 8,9 %

 $10^6 = 1.000.000$

**Tabela 8.73. Resumo de Plano**

Data: dez. 1989 Relação Benefício/Custo: 0,94 Taxa Interna de Retorno: 8,9% Valor Presente Líquido: \$12.200.000	Tipo: D Atividade: Formulação do Plano Nível: Pré-viabilidade Solos: 13.420 ha Demanda de Água: 230,50 m <sup>3</sup> x10 <sup>6</sup> Método de Irrigação: Superficial	
Referências	Custo (jan. de 1989 em US\$)	
Item 6.1.7 INFRA-ESTRUTURA DE APOIO		
Tabela 6.1 Eletrificação	3.620.000	
Tabela 6.2 Estradas	4.400.000	
	Total 8.020.000	
	Custo unitário/ha 598	
<b>CUSTOS DO SISTEMA HIDRÁULICO DE USO COMUM</b>		
Item 6.1 Investimentos		
Item 6.1.1 Barragem e reservatório	46.500.000	
Item 6.1.4 Estação de Bombeamento do Canal MD	2.156.000	
	Estação de Bombeamento do Canal ME	2.036.000
	Estação de Bombeamento do Canal MR	3.139.000
Item 6.1.2 Canal da margem direita	14.547.000	
	Canal da margem esquerda	4.940.000
	Canal da casa de bombas direita	1.884.000
	Canal da casa de bombas esquerda	3.420.000
	Canal do reservatório direito	1.790.000
	Sifão do rio	1.800.000
Item 6.1.5 Estradas de acesso	960.000	
Item 6.1.3 Canais Secundários	9.394.000	
Item 6.1.8.1 Automação	552.000	
Item 6.1.8.2 Equipamentos de O&M	1.879.000	
Item 6.1.8.3 Centro de O&M	1.074.000	
	Total 96.071.000	96.071.000
Item 6.2 Custos Anuais		
Item 6.2.1 Operação & Manutenção (área)	544.900	
Item 6.2.1.3 Operação & Manutenção (Res.)	80.500	
Item 6.2.2 Energia Elétrica	398.000	
Item 6.4 Reposição		
	Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	1.503.000
	Estações de Bombeamento 80%-cada 15 anos	5.865.000
	Tubulações 100% -cada 25 anos	2.044.000
	Automação 100% -cada 10 anos	552.000
<b>IRRIGAÇÃO A NÍVEL PARCELAR</b>		
Item 6.1.9 Investimentos		
Item 6.1.9.1 Sistema de Irrigação Parcelar	8.052.000	
Item 6.1.9.2 Desmatamento, sistematização e quebra-ventos	9.394.000	
Item 6.1.9.3 Correção inicial do solo	5.368.000	
	Total 22.814.000	22.814.000
Item 6.2.3 Produção agrícola	18.922.000	
Item 6.3 Assistência técnica	2.700.000	
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>	<b>118.885.000</b>	

10<sup>6</sup> = 1.000.000

m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 8.74.** Exemplo - Projeto Tipo D - Estudo da Operação do Reservatório

Ano	Mês	Defluvio afuente total	Demanda Prioritária	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )							
				Defluvio afuente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas de Irrigação (13.420 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	0,8	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	287,0			1,0
	F	159,8	1,0	158,8	1,0	22,8	1,8	420,2			1,0
	M	419,9	1,2	418,7	1,0	28,2	2,1	804,0	3,6		4,6
	A	738,9	1,0	737,9	1,0	21,4	2,1	804,0	713,4		714,4
1	M	383,7	1,0	382,7	1,0	10,7	2,4	804,0	368,6		369,6
9	J	33,3	1,0	32,3	1,0	9,5	2,3	804,0	19,5		20,5
6	J	10,5	1,0	9,5	1,0	20,1	2,5	789,9			1,0
4	A	3,2	1,2	2,0	1,0	28,2	2,7	760,0			1,0
	S		1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	727,7			1,0
0			1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	703,0			1,0
N			0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	686,4			1,0
D			0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	660,1			1,0
<b>Total</b>		<b>1750,1</b>	<b>11,8</b>	<b>1741,9</b>	<b>12,0</b>	<b>230,5</b>	<b>27,7</b>		<b>1105,3</b>	<b>0,0</b>	<b>1117,3</b>
	J	0,0	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	633,4			1,0
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	22,8	1,8	627,8			1,0
	M	90,6	1,2	89,4	1,0	28,2	2,1	666,6			1,0
	A	635,2	1,0	634,2	1,0	21,4	2,1	804,0	491,7		492,7
1	M	199,9	1,0	198,9	1,0	10,7	2,4	804,0	184,8		185,8
9	J	42,4	1,0	41,4	1,0	9,5	2,3	804,0	28,6		29,6
6	J	3,5	1,0	2,5	1,0	20,1	2,5	782,9			1,0
5	A	0,5	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	751,0			1,0
	S		1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	718,7			1,0
0			1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	694,0			1,0
N			0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	667,4			1,0
D			0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	631,1			1,0
<b>Total</b>		<b>972,1</b>	<b>11,8</b>	<b>966,4</b>	<b>12,0</b>	<b>230,5</b>	<b>27,7</b>		<b>705,2</b>	<b>0,0</b>	<b>717,2</b>

**Tabela 8.74.** Continuação

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Defluívo afluente total			Demanda Prioritária		Demandas			Operação do Reservatório			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	J	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	644,4					1,0	
	F	17,3	1,0	16,3	1,0	22,8	1,8	655,1				1,0	
	M	6,6	1,2	5,4	1,0	28,2	2,1	609,3				1,0	
	A	16,0	1,0	15,0	1,0	21,4	2,1	599,8				1,0	
1	M	6,1	1,0	5,1	1,0	10,7	2,4	590,8				1,0	
9	J	1,3	1,0	0,3	1,0	9,5	2,3	578,4				1,0	
6	J		1,0	0,0	1,0	20,1	2,5	554,7				1,0	
6	A		1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	522,9				1,0	
	S		1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	490,5				1,0	
	O		1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	465,9				1,0	
	N		0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	459,2				1,0	
	D		0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	453,0				1,0	
<b>Total</b>		<b>47,3</b>	<b>11,8</b>	<b>42,1</b>	<b>12,0</b>	<b>230,5</b>	<b>27,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>		
	J	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	416,3					1,0	
	F	7,7	1,0	6,7	1,0	22,8	1,8	397,4				1,0	
	M	255,7	1,2	254,5	1,0	28,2	2,1	620,6				1,0	
	A	0,6	1,0	0,0	1,0	21,4	2,1	596,2				1,0	
1	M	347,0	1,0	346,0	1,0	10,7	2,4	804,0	124,1			125,1	
9	J	30,4	1,0	29,4	1,0	9,5	2,3	804,0	16,6			17,6	
6	J	8,6	1,0	7,6	1,0	20,1	2,5	788,0				1,0	
7	A	0,1	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	756,1				1,0	
	S		1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	723,8				1,0	
	O		1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	699,1				1,0	
	N		0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	662,5				1,0	
	D		0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	636,2				1,0	
<b>Total</b>		<b>650,1</b>	<b>11,8</b>	<b>644,2</b>	<b>12,0</b>	<b>230,5</b>	<b>27,7</b>	<b>140,7</b>	<b>0,0</b>	<b>152,7</b>			

**Tabela 8.74.** Continuação

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )						Operação do Reservatório			
		Defluívo afluente total	Demand Prioritária	Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	6,9	1,2	5,7	1,0	33,5	2,2	655,2			1,0
	F	2,0	1,0	1,0	1,0	22,8	1,8	650,6			1,0
	M	194,9	1,2	193,7	1,0	28,2	2,1	793,1			1,0
	A	159,9	1,0	158,9	1,0	21,4	2,1	804,0	123,5		124,5
1	M	255,4	1,0	254,4	1,0	10,7	2,4	804,0	240,3		241,3
9	J	21,7	1,0	20,7	1,0	9,5	2,3	804,0	7,9		8,9
6	J	3,8	1,0	2,8	1,0	20,1	2,5	783,2			1,0
8	A	0,4	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	751,3			1,0
	S	1,2	0,0	1,0	1,0	28,2	3,2	719,0			1,0
	O	1,0	0,0	1,0	1,0	20,1	3,5	694,3			1,0
	N	0,5	0,0	0,0	1,0	4,1	1,5	687,7			1,0
	D	0,5	0,0	1,0	1,0	3,9	1,4	681,4			1,0
	Total	645,0	11,8	637,2	12,0	230,5	27,7		371,8	0,0	383,8
	J	1,0	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	644,7			1,0
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	22,8	1,8	619,3			1,0
	M	13,9	1,2	12,7	1,0	28,2	2,1	600,8			1,0
	A	157,0	1,0	156,0	1,0	21,4	2,1	732,3			1,0
1	M	11,3	1,0	10,3	1,0	10,7	2,4	728,5			1,0
9	J	3,4	1,0	2,4	1,0	9,5	2,3	718,2			1,0
6	J	3,1	1,0	2,1	1,0	20,1	2,5	696,6			1,0
9	A	1,2	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	664,8			1,0
	S	1,2	0,0	1,0	1,0	28,2	3,2	632,4			1,0
	O	1,0	0,0	1,0	1,0	20,1	3,5	607,8			1,0
	N	0,5	0,0	1,0	1,0	4,1	1,5	601,1			1,0
	D	0,5	0,0	1,0	1,0	3,9	1,4	594,9			1,0
	Total	192,1	11,8	183,7	12,0	230,5	27,7		0,0	0,0	12,0

**Tabela 8.74.** Continuação

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )											
		Defluívo afluente total			Demanda Prioritária		Demandas			Operação do Reservatório			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	J	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	558,2					1,0	
	F	1,0	0,0	1,0	22,8	1,8	532,6					1,0	
	M	20,5	1,2	19,3	1,0	28,2	2,1	520,6				1,0	
	A	10,7	1,0	9,7	1,0	21,4	2,1	505,9				1,0	
1	M	3,7	1,0	2,7	1,0	10,7	2,4	494,5				1,0	
9	J	0,5	1,0	0,0	1,0	9,5	2,3	481,7				1,0	
7	J	1,0	0,0	1,0	20,1	2,5	458,1					1,0	
0	A	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	426,2					1,0	
	S	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	393,9					1,0	
	O	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	369,2					1,0	
	N	0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	362,6					1,0	
	D	0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	356,3					1,0	
	Total	35,4	11,8	31,7	12,0	230,5	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	
	J	17,7	1,2	16,5	1,0	33,5	2,2	356,1				1,0	
	F	9,2	1,0	8,2	1,0	22,8	1,8	318,7				1,0	
	M	27,5	1,2	26,3	1,0	28,2	2,1	313,8				1,0	
	A	149,9	1,0	148,9	1,0	21,4	2,1	438,2				1,0	
1	M	95,9	1,0	94,9	1,0	10,7	2,4	519,0				1,0	
9	J	69,8	1,0	68,8	1,0	9,5	2,3	575,1				1,0	
7	J	7,3	1,0	6,3	1,0	20,1	2,5	557,7				1,0	
1	A	2,2	1,2	1,0	1,0	28,2	2,7	526,9				1,0	
	S	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	494,5					1,0	
	O	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	469,9					1,0	
	N	0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	463,3					1,0	
	D	0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	457,0					1,0	
	Total	379,5	11,8	370,9	12,0	230,5	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	

**Tabela 8.74.** Continuação

Ano	Mês	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )				Operação do Reservatório					
		Defluívo afluente total	Demand Prioritária	Demandas	Restituição a Jusante	Demandada de Irrigação (13.420 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação	Perdas pelo sangrador e a descarga de fundo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	0,0	1,2	0,0	1,0	33,5	2,2	420,3			1,0
	F	0,0	1,0	0,0	1,0	22,8	1,8	394,7			1,0
	M	0,3	1,2	0,0	1,0	28,2	2,1	363,4			1,0
	A	6,0	1,0	5,0	1,0	21,4	2,1	344,0			1,0
1	M	3,3	1,0	2,3	1,0	10,7	2,4	334,1			1,9
9	J	0,9	1,0	0,0	1,0	9,5	2,3	350,8			9,5
7	J	0,3	1,0	0,0	1,0	20,1	2,5	327,3			20,1
2	A	0,0	1,2	0,0	1,0	28,2	2,7	323,6			28,2
	S	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	319,4				28,2
	O	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	314,9				20,1
	N	0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	312,4				4,1
	D	0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	310,0				3,9
	Total	10,8	11,8	7,3	12,0	230,5	27,7	0,0	116,0	12,0	
	J	7,2	1,2	6,0	1,0	33,5	2,2	312,8			33,5
	F	1,2	1,0	0,2	1,0	22,8	1,8	310,0			22,6
	M	34,5	1,2	33,3	1,0	28,2	2,1	312,1			1,0
	A	385,7	1,0	384,7	1,0	21,4	2,1	672,3			1,0
1	M	115,2	1,0	114,2	1,0	10,7	2,4	772,4			1,0
9	J	74,8	1,0	73,8	1,0	9,5	2,3	804,0			30,5
7	J	14,9	1,0	13,9	1,0	20,1	2,5	794,3			1,0
3	A	2,7	1,2	1,5	1,0	28,2	2,7	763,9			1,0
	S	0,8	1,2	0,0	1,0	28,2	3,2	731,6			1,0
	O	0,9	1,0	0,0	1,0	20,1	3,5	706,9			1,0
	N	0,5	0,0	1,0	4,1	1,5	700,3			1,0	
	D	0,5	0,0	1,0	3,9	1,4	694,0			1,0	
	Total	637,9	11,8	627,6	12,0	230,5	27,7	29,5	56,1	41,5	

**Tabela 8.74.** Continuação

Ano	Mês	Defluívo afluente total	Demanda Prioritária	Unidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )								Operação do Reservatório
				Defluívo afluente utilizável	Restituição a Jusante	Demandas	Demandada de Irrigação (13.420 ha)	Perda por evaporação	Volume acumulado no final do mês	Volume sangrado	Déficit de água para Irrigação	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	J	9,5	1,2	8,3	1,0	33,5	2,2	665,6				1,0
	F	58,3	1,0	57,3	1,0	22,8	1,8	637,3				1,0
	M	1061,6	1,2	1060,4	1,0	28,2	2,1	804,0	922,5			923,5
	A	1110,5	1,0	1109,5	1,0	21,4	2,1	804,0	1085,0			1086,0
1	M	681,5	1,0	680,5	1,0	10,7	2,4	804,0	666,4			667,4
9	J	120,4	1,0	119,4	1,0	9,5	2,3	804,0	106,6			107,6
7	J	69,9	1,0	68,9	1,0	20,1	2,5	804,0	45,3			46,3
4	A	11,4	1,2	10,2	1,0	28,2	2,7	782,3				1,0
	S	6,7	1,2	5,5	1,0	28,2	3,2	755,5				1,0
	O	5,1	1,0	4,1	1,0	20,1	3,5	735,0				1,0
	N	2,0	0,5	1,5	1,0	4,1	1,5	729,8				1,0
	D	2,3	0,5	1,8	1,0	3,9	1,4	725,3				1,0
	Total	3139,2	11,8	3127,4	12,0	230,5	27,7		2825,8	0,0	2837,8	
<b>11 Anos</b>												
	Total	8459,5	129,8	8380,4	132,0	2536,0	304,7		5178,2	172,1	5310,2	
	Média	769,0	11,8	761,9	12,0	230,5	27,7		470,7	15,6	482,7	
	Percent.Déficit = 6,8											

$10^6 = 1.000.000$   
 $\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$

**Tabela 8.75. Resumo dos Estudos de Operação de Reservatórios para as Diversas Alternativas dos Projetos**

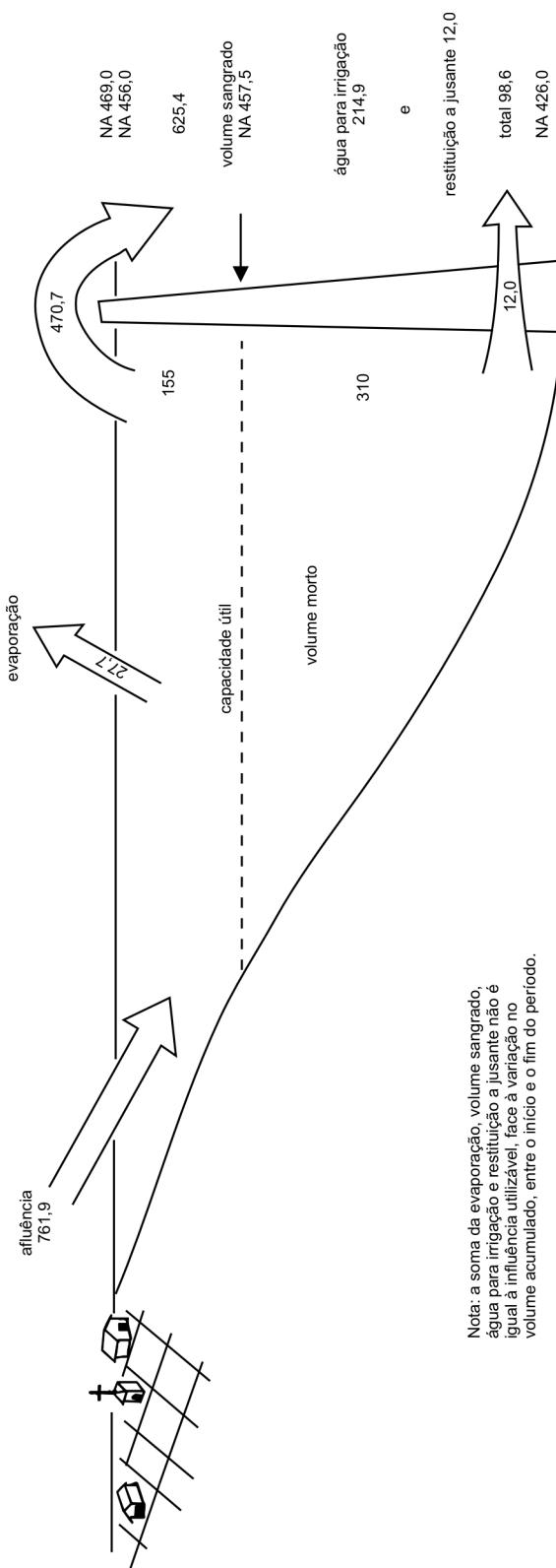
Déficits Acumulados e Porcentagem do Déficits em relação à Demanda de um Ano												
Demanda	Volume Max.	Volume Mont.	1 Ano		2 Anos		10 Anos					
			Vol.	(%)	Vol.	(%)	Vol.	(%)	Vol.	(%)		
Área (ha) ( $10^6 \text{ m}^3$ )												
Aspersão												
2.400	31,2	465,0	389,2	15,0	48,1	23,5	75,3	23,5	75,3	75,3		
Gravidade												
5.530	95,0	465,0	310,0	38,2	40,2	52,0	54,7	92,6	97,5			
8.210	141,0	525,0	310,0	35,8	25,4	85,9	60,9	148,8	105,5			
10.940	187,9	616,0	310,0	49,9	26,6	122,8	65,4	188,3	100,2			
12.140	208,6	716,0	310,0	83,8	40,2	156,8	75,2	156,8	75,2			
13.420	230,5	804,0	310,0	116,0	50,3	172,1	74,7	172,1	74,7			
14.650	251,6	885,0	310,0	128,7	51,2	190,5	75,7	190,5	75,7			
Armazenamento ( $10^6 \text{ m}^3$ )												
				Volume Total		Volume Morto		Volume Útil				
Projeto do Tipo "B"				465	-	389		= 76				
Projeto do Tipo "C"				465	-	310		= 155				
Projeto do Tipo "D"				804	-	310		= 494				

$10^6 = 1.000.000$

$\text{m}^3 = \text{METRO CÚBICO}$

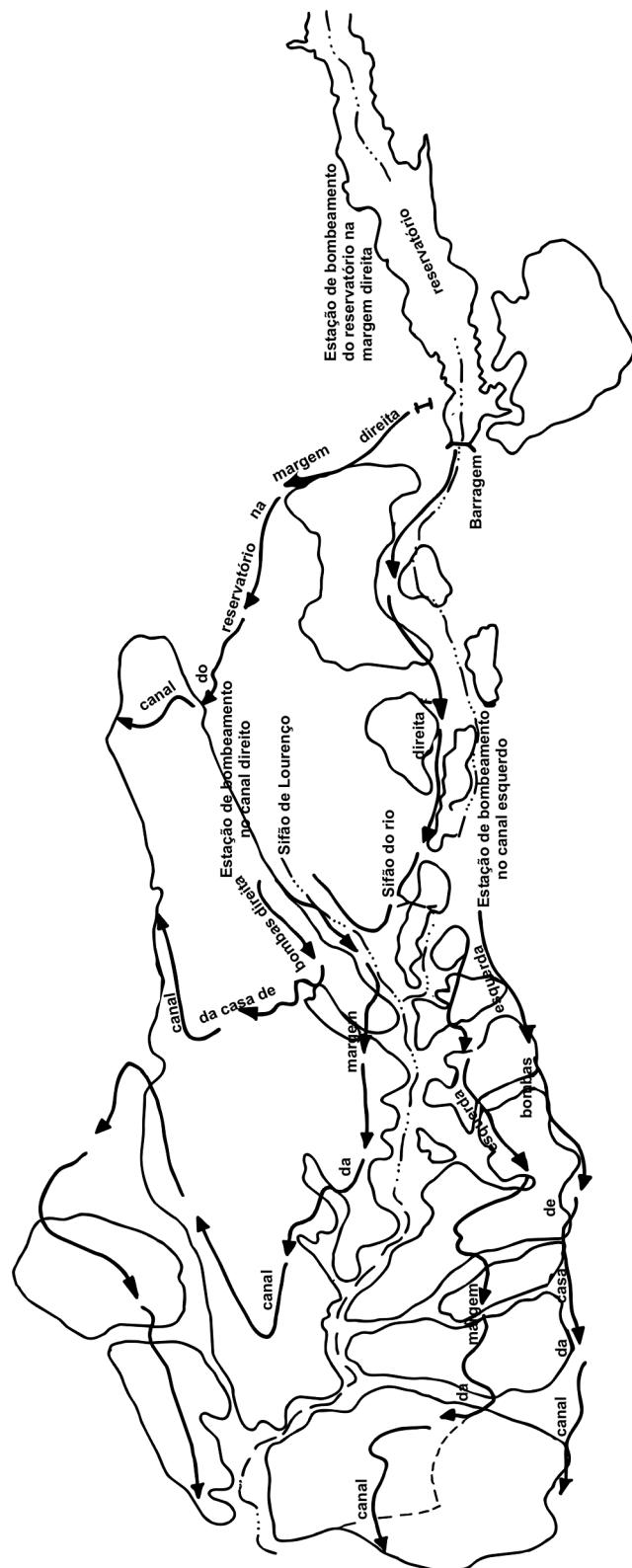
**Tabela 8.76. Planos Alternativos**

Nº	ÁREA (ha)	OBSERVAÇÕES
1	5.530	Projeto Tipo C
2	5.530	Sifão para travessia do rio
3	5.400	Bombeamento do rio
4	8.210	Bombeamento do canal da margem direita
5	10.940	Bombeamento dos canais das duas margens
6	12.140	Alternativa 5 + bombeamento na margem direita
7	13.420	Alternativa 6 + bombeamento na margem direita
8	14.650	Tudo: bombeamento pelas duas margens



**Figura 8.15**

**Esquema de um Reservatório(Volume em Milhões de Metros Cúbicos). Projeto Tipo D ( 13.420 ha )**



**Figura 8.16 Planta Esquemática. Projeto Tipo D ( 13,420 ha )**

Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

**Tabela 8.77. Resumo dos Planos Alternativos - (Preços de Janeiro de 1989 em US\$)**

ATIVIDADE: Pré-Viabilidade	ALTERNATIVAS PARA O PLANO BÁSICO						ALTERNATIVAS PARA ANÁLISE INCREMENTAL		
	1	2	3	4	5	6	7	8	PLANO SELECIONADO Alternativa #4
SOLOS: Hectares	5.530	5.530	5.530	5.400	10.940	12.140	13.420	14.650	8.250
DEMANDA DE ÁGUA: 106 m <sup>3</sup> /ano	95,0	95,0	92,8	141,0	187,9	208,6	230,5	251,5	141,0
Componentes do Projeto									
Investimentos									
Barragem e reservatório	9.300.000	9.300.000	9.000.000	9.600.000	18.000.000	25.000.000	46.500.000	50.500.000	9.600.000
Canal da margem direita	10.030.000	11.260.000	7.390.000	12.820.000	14.547.000	14.547.000	14.547.000	14.547.000	12.820.000
Canal da margem esquerda	8.800.000	4.940.000	4.940.000	4.940.000	4.940.000	4.940.000	4.940.000	4.940.000	4.940.000
Estração de Bombeamento do Rio	-	-	7.004.000	-	-	-	-	-	-
Estração de Bombeamento Canal Direito	-	-	-	2.156.000	2.156.000	2.156.000	2.156.000	2.156.000	2.156.000
Estração de Bombeamento Canal Esquerdo	-	-	-	-	2.036.000	2.036.000	2.036.000	2.036.000	2.036.000
Canal da casa das bombas direita	-	-	-	1.884.000	1.884.000	1.884.000	1.884.000	1.884.000	1.884.000
Canal da casa das bombas esquerda	-	-	-	-	3.420.000	3.420.000	3.420.000	3.420.000	3.420.000
Sfídeo do Rio	-	1.106.000	-	1.106.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.106.000
E.B. do Res. na Margem Direita	-	-	7.390.000	-	-	1.522.000	3.139.000	3.139.000	
Canal do Res. na Margem Direita	-	-	-	4.940.000	-	-	405.000	1.790.000	1.790.000
E.B. do Res. na Margem Esquerda	-	-	-	-	-	-	-	2.500.000	-
Canal do Res. na Margem Esquerda	-	-	-	-	-	-	-	2.023.000	-
Estradas de acesso	960.000	960.000	800.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000
Canais Secundários	3.871.000	3.871.000	3.780.000	5.747.000	7.658.000	8.498.000	9.394.000	10.285.000	5.747.000
Automação	-	-	378.000	188.000	379.000	463.000	552.000	638.000	188.000
Equipamento de O&M	774.000	774.000	756.000	1.149.000	1.532.000	1.700.000	1.879.000	2.051.000	1.149.000
Centro de Operação e Manutenção	442.000	442.000	432.000	657.000	875.000	971.000	1.074.000	1.172.000	657.000
Sistema de Irrigação Parcial	3.318.000	3.318.000	3.240.000	4.926.000	6.564.000	7.284.000	8.052.000	8.790.000	4.926.000
Desmatamento, Sistematisação e Quebra-ventos	3.871.000	3.871.000	3.780.000	5.747.000	7.658.000	8.498.000	9.394.000	10.285.000	5.747.000
Coreção inicial do solo	2.212.000	2.212.000	2.160.000	3.284.000	4.376.000	4.856.000	5.368.000	5.860.000	3.284.000
Total	43.578.000	42.054.000	43.660.000	56.164.000	78.785.000	90.940.000	118.885.000	130.716.000	55.164.000
Anuais									
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	222.900	222.900	294.800	328.400	437.600	485.600	544.900	586.000	328.400
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	33.200	33.200	32.400	49.300	65.600	72.300	80.500	87.900	49.300
Produção agrícola	-	-	433.000	140.000	280.000	338.000	388.000	583.000	140.000
Energia Elétrica	7.800.000	7.800.000	7.614.000	11.576.000	15.425.000	17.117.000	18.922.000	20.636.000	11.576.000
Reposição									
Equipamento de O&M 80% - cada 6 anos	619.000	619.000	605.000	919.000	1.226.000	1.360.000	1.503.000	1.641.000	919.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	-	-	5.603.000	1.725.000	3.354.000	4.571.000	5.865.000	7.885.000	1.725.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	704.000	1.810.000	704.000	1.350.000	2.044.000	2.044.000	2.044.000	2.044.000	1.350.000
Automação 100% - cada 10 anos	-	-	378.000	188.000	379.000	463.000	552.000	638.000	188.000
Assistência Técnica	1.100.000	1.100.000	1.080.000	1.650.000	2.200.000	2.450.000	2.700.000	2.950.000	1.650.000
RAZÃO BENÉFICO/CUSTO	1.041.0	1.051.0	0.991.0	1.041.0	0.991.0	1.041.0	0.941.0	0.931.0	1.091.0
TAXA INTERNA DE RETORNO	12,4%	12,9%	10,7%	14,4%	12,6%	10,7%	9,1%	8,6%	14,4%
VALOR PRESENTE LÍQUIDO	4.300.000	5.500.000	-1.000.000	11.700.000	7.800.000	-12.200.000	-16.900.000	-11.700.000	



# PLANO SELECIONADO

## 9.1 Apresentação Geral

Como resultado do processo de formulação de planos, será selecionado um deles, considerado o melhor. Antes de passar ao nível da viabilidade, o plano deverá atender a certos critérios, devendo ser revisado pelos responsáveis e pelo público que seria afetado.

Dentre os critérios acima referidos, poder-se-iam citar os seguintes:

- Viabilidade econômica (a nível de pré-viabilidade);
- Uma entidade patrocinadora ou forte apoio do público;
- Forte apoio do governo estadual;
- Inexistência de problemas ambientais mais sérios;
- Disponibilidade de fundos, para a análise a nível da viabilidade.

## 9.2 Apresentação do Plano

### 9.2.1 Mapa

Os principais aspectos do plano selecionado devem ser claramente apresentados num mapa, não necessariamente maior que uma folha A4. Ele deve mostrar os principais aspectos do plano, como relevo, a rede viária existente, os rios, as cidades, a rede de energia elétrica e outros aspectos pertinentes.

### 9.2.2 Relatório Resumo do Estudo a Nível de Pré-Viabilidade

Trata-se de um relatório descrevendo a área do projeto, o processo de formulação através do qual foi selecionado, o plano final e o plano em si.

A descrição do projeto deve incluir os seus componentes, devendo ser apresentados os custos e benefícios do plano selecionado. Caso se pleiteie financiamento internacional, os custos deverão ser indicados da maneira exigida pela entidade de crédito internacional cogitada. O relatório deverá abordar, também, os programas passados e futuros de desenvolvimento do público; e os resultados das análises do meio ambiente (lista de verificação do meio ambiente).

Os dados a serem incluídos no relatório dependerão do tipo de projeto (A, B, C, D ou E). No fim deste capítulo é dado um esboço do relatório geral.

## 9.3 Revisão do Plano

O relatório resumo do estudo a nível de pré-viabilidade é um documento de tomada de decisão sendo, também, fonte de informações para o público atingido pelo projeto.

A decisão de dar seqüência a um estudo de viabilidade será tomada, normalmente, pelos órgãos dos governos federal e estadual ligados ao projeto.

Como parte do processo de decisão, tais órgãos deverão manter o público envolvido informado sobre os resultados do estudo e verificar se há apoio público para prosseguir com os estudos.

Outros critérios de decisão para o prosseguimento dos estudos, a nível de viabilidade, são os seguintes:

#### ■ **Projetos dos Tipos B e C**

Os custos unitários da infra-estrutura básica (redes elétrica e viária, macrodrenagem, etc.) são inferiores a um limite estabelecido. O modelo agrícola do projeto parece ser economicamente atraente para o investimento privado. Existe financiamento para o estudo de viabilidade.

#### ■ **Projetos do Tipo D**

Os objetivos do projeto foram atingidos, i.e., é possível maximizar os benefícios líquidos e os problemas ambientais são secundários, ou passíveis de serem mitigados. Há financiamento para o estudo de viabilidade.

Uma vez que a decisão de prosseguir com o estudo a nível de viabilidade tenha sido tomada, deverá ser elaborado um plano de trabalho, mostrando as ações específicas necessárias, os prazos e os custos estimados. Esse plano servirá de guia para que o responsável efetue ou contrate uma firma para elaborar estudo de viabilidade.

### **RELATÓRIO RESUMO DE UM ESTUDO A NÍVEL DE PRÉ-VIABILIDADE – SUGESTÃO DO CONTEÚDO**

#### **1. Mapa Geral**

Deve ser um mapa na escala de 1:25.000, ou no máximo de 1:50.000, incluindo os dados abaixo:

- Um pequeno mapa (do lado direito) indicando a localização do projeto no estado; e do estado no país;
- Cidades e vilas;
- Rios, lagos e reservatórios;
- Curvas de nível;
- Contorno da área do projeto;
- Manchas das diversas classes de terras para irrigação;
- Infra-estrutura existente: elétrica, viária, social (escolas, centros de saúde, etc.), hidráulica, edificações em geral;
- Infra-estrutura proposta: elétrica, viária, social e edificações em geral;
- Infra-estrutura hidráulica geral (açudes, barragens de derivação, diques, macrodrenagem, e estruturas de uso comum (captações, estações de bombeamento, canais principais e secundários, tubulações, etc.);
- Sistemas de irrigação parcelar propostos.

#### **2. Folha de Dados Técnicos**

É um resumo de uma página contendo informações relativas ao plano selecionado, tais como:

- Área a ser irrigada, por classes de terra;
- Fonte hídrica;
- Demandas de água do projeto (mensais e anual);
- Capacidade, tamanho, comprimento e custos das obras hidráulicas de uso comum (estações de bombeamento, canais, adutoras, etc.);
- Capacidade, tamanho, comprimento e custos das obras hidráulicas gerais, fora dos limites do projeto, que sirvam para outros usos e não apenas ao projeto (baragens de regularização e de derivação, diques, etc.);
- Capacidade, tamanho, comprimento e custos da infra-estrutura elétrica, tanto dentro quanto fora do projeto;
- Capacidade, tamanho e custos da infra-estrutura social, tanto dentro quanto fora do projeto (escolas, centros de saúde, etc.);
- Tamanho e custos das edificações;
- Tamanho, comprimento, tipos de revestimento e custos da infra-estrutura viária, tanto dentro quanto fora do projeto;
- Necessidades e custos do desmatamento, sistematização e correção do solo nas parcelas;
- Sistemas de irrigação parcelar e seus custos;
- Área irrigada, produção anual, preço ao produtor e renda bruta de cada cultura;
- Análise econômica: taxa interna de retorno, relação benefício/custo, valor presente líquido;
- Análise financeira: taxas internas de retorno de modelo parcelares típicos, procedimentos e programação para o resarcimento dos custos do projeto.

### 3. Área do Projeto

Este item deve apresentar uma descrição dos aspectos físicos e sócio-econômicos da área do projeto, tais como:

- Aspectos físicos
  - ▶ Localização
  - ▶ Geologia e geomorfologia
  - ▶ Clima
    - Precipitação
    - Temperatura
    - Radiação solar
    - Evaporação
    - Umidade relativa
    - Direção e intensidade do vento
  - ▶ Classificação dos solos
    - Especificações técnicas utilizadas
    - Descrição das diferentes classes, detalhando as suas deficiências e as necessidades de correção do solo, desmatamento e sistematização
  - ▶ Recursos hídricos
    - Fontes de água
    - Dados fluviométricos
    - Demanda de água do projeto
    - Usos (existentes e planejados), por terceiros, da água da fonte hídrica do projeto (rio, reservatório, aquíferos)
    - Disponibilidade de água para o projeto
    - Qualidade da água

- Aspectos sócio-econômicos
  - ▶ Infra-estrutura existente
    - Estradas
    - Rede elétrica
    - Telecomunicações
    - Transporte da produção agrícola
    - Educação
    - Saúde
  - ▶ Estrutura fundiária
  - ▶ Uso atual da terra
  - ▶ Produção agrícola e pecuária existente
  - ▶ Serviços de apoio à produção agrícola e à pecuária
  - ▶ Mercados e canais de comercialização existentes.

#### 4. Programa de Envolvimento do Público

Deve-se apresentar uma descrição do Programa de Envolvimento do Público, realizado juntamente com os estudos, além de uma análise do interesse pelo projeto e do apoio ao mesmo pela comunidade e agricultores:

- Órgãos federais e estaduais
  - ▶ Participação
  - ▶ Apoio
- Prefeituras municipais
  - ▶ Participação
  - ▶ Apoio
- Cooperativas e associações de agricultores
  - ▶ Participação
  - ▶ Apoio
- Agricultores participantes do projeto
  - ▶ Participação
  - ▶ Apoio
  - ▶ Compromissos assumidos

Neste item, devem-se indicar os nomes das entidades federais e estaduais e do patrocinador (caso exista) envolvidos no projeto, descrevendo o papel e as responsabilidades.

Deve-se descrever também os critérios de qualificação dos agricultores para participação no projeto: quem pode ser escolhido; como se inscrever, exigências para participação no programa, exemplo do formulário de inscrição.

#### 5. Formulação de Planos

Neste item, deve-se apresentar uma detalhada descrição do processo de formulação de planos: como foram avaliados e comparados os planos, descrição e comparação dos planos analisados, critérios para a seleção do plano.

#### 6. Plano Selecionado

Este item deve conter uma detalhada descrição do plano selecionado, incluindo todos os aspectos pertinentes dentro e fora da área do projeto: estruturas hidráulicas

gerais e de uso comum, rede viária, edificações; infra-estrutura social e parcelar; exigências para aquisição da terra; desmatamento, sistematização, correção do solo, etc. Deve apresentar, também através de tabelas e desenhos, as capacidades, tamanhos, comprimentos, custos e outros dados pertinentes, para todos estes itens. Devem ser feitas referências ao “Mapa Geral” e à “Folha de Dados Técnicos”, conforme convier. Devem ser descritas as atividades anuais e seus custos, incluindo os de operação, manutenção, reposição, energia elétrica e produção agrícola.

Deve ser incluída também, neste item, uma detalhada descrição do processo de implementação, incluindo as entidades públicas e privadas responsáveis e os prazos de implementação.

## **7. Atividades de Apoio**

Neste item, deve-se apresentar uma descrição das atividades de apoio planejadas para o projeto, incluindo: financiamento dos investimentos parcelares privados; crédito para custeio; assistência técnica; assistência à comercialização; apoio ao desenvolvimento de cooperativas e associações; distritos de irrigação e agroindústrias. Devem ser identificadas as entidades municipais, estaduais, federais e privadas intervenientes e descritas as suas funções e responsabilidades.

## **8. Modelos de Produção**

Descrição dos diversos modelos de produção definidos no plano do projeto, incluindo a área total, a área de cada cultura, as intensidades de cultivo, as produtividades, a produção total, os preços ao produtor, os custos de produção (mão-de-obra, insumos agrícolas, crédito, etc.) e demandas de água. Este item deve incluir, também detalhes do período de desenvolvimento de cada cultura, desde o início da operação parcelar até a produção plena.

## **9. Análise Financeira**

Devem ser apresentados orçamentos parcelares para cada modelo de produção descrito no item anterior, incluindo todos os custos de produção e de financiamento, demonstrando a capacidade do agricultor de atingir um nível de vida razoável, depois de pagar todos os custos de desenvolvimento parcelar; da aquisição e instalação de equipamentos de irrigação; dos impostos, tarifas de energia elétrica e de água do projeto, necessárias para cobrir todos os custos de operação, manutenção, reposição e energia elétrica, assim como para ressarcir os custos de toda a infra-estrutura hidráulica de uso comum.

Deve ser apresentada uma análise financeira do projeto, indicando como serão financiados e ressarcidos os custos relacionados ao mesmo. Essa análise deve conter um cronograma de ressarcimento da dívida e pagamento de juros.

## **10. Análise Econômica**

Deve ser feita uma análise econômica do projeto, comprovando o retorno econômico para o país, gerado por ele. Devem ser considerados todos os custos relacionados ao desenvolvimento da irrigação, incluindo os de construção e desenvolvimento e todos os custos anuais (operação, manutenção, reposição, energia elétrica e produção agrícola). Devem ser usados custos e preços reais (sombra) para todos os itens, não devendo ser considerados, nessa análise, os pagamentos de transferência (subsídios, impostos, etc.). Deve-se ter cuidado especial em não se computarem custos duplamente. Por exemplo, os custos das linhas de transmissão fora dos limites do projeto estão, geralmente,

incluídos na tarifa de energia, portanto, nesse caso, os custos de construção não deveriam ser incluídos na análise.

### **11. Análise Ambiental**

Este item deve apresentar uma descrição dos resultados da lista de verificação; identificar problemas potenciais; apontar as áreas que necessitem de estudos posteriores; e indicar possíveis medidas mitigadoras.

### **12. Recomendações**

Este item deve conter uma detalhada descrição do plano de ação, definindo as providências e atividades de todas as entidades federais, estaduais, municipais e privadas ligadas ao projeto. Devem constar do plano os cronogramas, as necessidades de recursos e as fontes de financiamento. Neste item devem ser anexadas, cópias dos Memorandos de Entendimento entre as várias entidades envolvidas.

## EXEMPLOS PLANO SELECIONADO

**Tabela 9.1. Resumo do Plano**

Data: dez. 1989 Relação Benefício/Custo: 1,09:1,0 Taxa Interna de Retorno: 14,4% Valor Presente Líquido: \$11.700.000	Tipo: C ou D Atividade: Plano Selecionado Nível: Pré-viabilidade Solos: 8.210 ha Demanda de Água: 1440 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /ano Método de Irrigação: Superficial
<b>Referências</b>	
Item 6.1.7	<b>INFRA-ESTRUTURA DE APOIO</b>
Tabela 6.1	Eletrificação
Tabela 6.2	Estradas
	Total
	Custo unitário/ha
<b>CUSTOS DO SISTEMA HIDRÁULICO DE USO COMUM</b>	
Item 6.1	Investimentos
Item 6.1.1	Barragem e reservatório
Item 6.1.4	Estação de Bombeamento do canal MD
Item 6.1.2	Canal da margem direita
	Canal da margem esquerda
	Canal da casa de bombas direita
	Sifão do rio
Item 6.1.5	Estradas de acesso
Item 6.1.3	Canais Secundários
Item 6.1.8.1	Automação
Item 6.1.8.2	Equipamentos de O&M
Item 6.1.8.3	Centro de O&M
	Total
Item 6.2	Custos Anuais
Item 6.2.1	Operação & Manutenção (área)
Item 6.2.1.3	Operação & Manutenção (Res.)
Item 6.2.2	Energia
Item 6.4	Reposição
	Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos
	Estações de Bombeamento 80%-cada 15 anos
	Tubulações 100% - cada 25 anos
	Automação 100% - cada 10 anos
<b>IRRIGAÇÃO A NÍVEL PARCELAR</b>	
Item 6.1.9	Investimentos
Item 6.1.9.1	Sistema de irrigação parcelar
Item 6.1.9.2	Desmatamento, sistematização e quebra-ventos
Item 6.1.9.3	Correção inicial do solo
	Total
Item 6.4	Reposição
Item 6.2.3	Produção agrícola
Item 6.3	Assistência técnica
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>	
55.164.000	

10<sup>6</sup> = 1.000.000

m<sup>3</sup> = METRO CÚBICO

**Tabela 9.2. Plano Selecionado - Resumo dos Custos  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Infra-estrutura de Apoio	Custo
Investimentos	
Eletrificação	1.600.000
Estradas	3.860.000
Total	5.460.000
Custo por hectare (para 8.210 ha)	665
Componentes de Projeto	
Investimentos	
Barragem e reservatório	9.600.000
Canal da margem direita	12.820.000
Canal da margem esquerda	4.940.000
Estação de Bombeamento C.D.	2.156.000
Canal da casa de bombas direita	1.884.000
Sifão do Rio	1.106.000
Estradas de acesso	960.000
Canais Secundários	5.747.000
Automação	188.000
Equipamento de O&M	1.149.000
Centro de Operação e Manutenção	657.000
Sistema de Irrigação	4.926.000
Desmatamento, sistematização e quebra-ventos	5.747.000
Correção inicial do solo	3.284.000
Total	55.164.000
Custos Anuais	
Operação e Manutenção (Área de Serviço)	328.400
Operação e Manutenção (Barragem e reservatório)	49.300
Produção agrícola	11.576.000
Energia Elétrica	140.000
Rreposição	
Equipamentos de O&M 80% - cada 6 anos	919.000
Estações de Bombeamento 80% - cada 15 anos	1.725.000
Tubulações 100% - cada 25 anos	1.350.000
Automação 100% - cada 10 anos	188.000
Assistência Técnica	1.650.000

$10^6 = 1.000.000$

**Tabela 9.3.** **Plano Selecionado - Fluxo de Benefícios**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$)**

Ano	Percentual de Desenvolvimento Total da Produção	Benefícios (US\$)	Benefícios Utilizados na Análise Econômica (US\$ x 10 <sup>6</sup> )
1	-	-	-
2	30	6.170.000	6,2
3	60	12.339.000	12,3
4	100	20.565.000	20,6
5	100	20.565.000	20,6
6	100	20.565.000	20,6
7	100	20.565.000	20,6
8	100	20.565.000	20,6
9	100	20.565.000	20,6
10	100	20.565.000	20,6
11	100	20.565.000	20,6
12	100	20.565.000	20,6
13	100	20.565.000	20,6
14	100	20.565.000	20,6
15	100	20.565.000	20,6
16	100	20.565.000	20,6
17	100	20.565.000	20,6
18	100	20.565.000	20,6
19	100	20.565.000	20,6
20	100	20.565.000	20,6
21	100	20.565.000	20,6
22	100	20.565.000	20,6
23	100	20.565.000	20,6
24	100	20.565.000	20,6
25	100	20.565.000	20,6
26	100	20.565.000	20,6
27	100	20.565.000	20,6
28	100	20.565.000	20,6
29	100	20.565.000	20,6
30	100	20.565.000	20,6

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 9.4.** **Plano Selecionado - Fluxo de Custos**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Investimentos	O&M	Reposição	Energia Elétrica	Produção Agrícola	Assistência Técnica	Total
1	10,0	-		-	-	0,3	10,3
2	22,7	0,3		0,1	3,5	0,3	26,9
3	22,5	0,4		0,2	7,0	0,4	30,5
4		0,4		0,1	11,6	0,4	12,5
5		0,4		0,2	11,6	0,3	12,5
6		0,4		0,1	11,6		12,1
7		0,4	0,9	0,2	11,6		13,1
8		0,4		0,1	11,6		12,1
9		0,4		0,2	11,6		12,2
10		0,4		0,1	11,6		12,1
11		0,4	0,2	0,2	11,6		12,4
12		0,4		0,1	11,6		12,1
13		0,4	0,9	0,2	11,6		13,1
14		0,4		0,1	11,6		12,1
15		0,4		0,2	11,6		12,2
16		0,4	1,7	0,1	11,6		13,8
17		0,4		0,2	11,6		12,2
18		0,4		0,1	11,6		12,1
19		0,4	0,9	0,2	11,6		13,1
20		0,4		0,1	11,6		12,1
21		0,4	0,2	0,2	11,6		12,4
22		0,4		0,1	11,6		12,1
23		0,4		0,2	11,6		12,2
24		0,4		0,1	11,6		12,1
25		0,4	0,9	0,2	11,6		13,1
26		0,4	1,3	0,1	11,6		13,4
27		0,4		0,2	11,6		12,2
28		0,4		0,1	11,6		12,1
29		0,4		0,2	11,6		12,2
30		0,4		0,1	11,6		12,1

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 9.5.**
**Plano Selecionado - Relação Benefício/Custo**  
**(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>, Taxa de juros de 11% aa)**

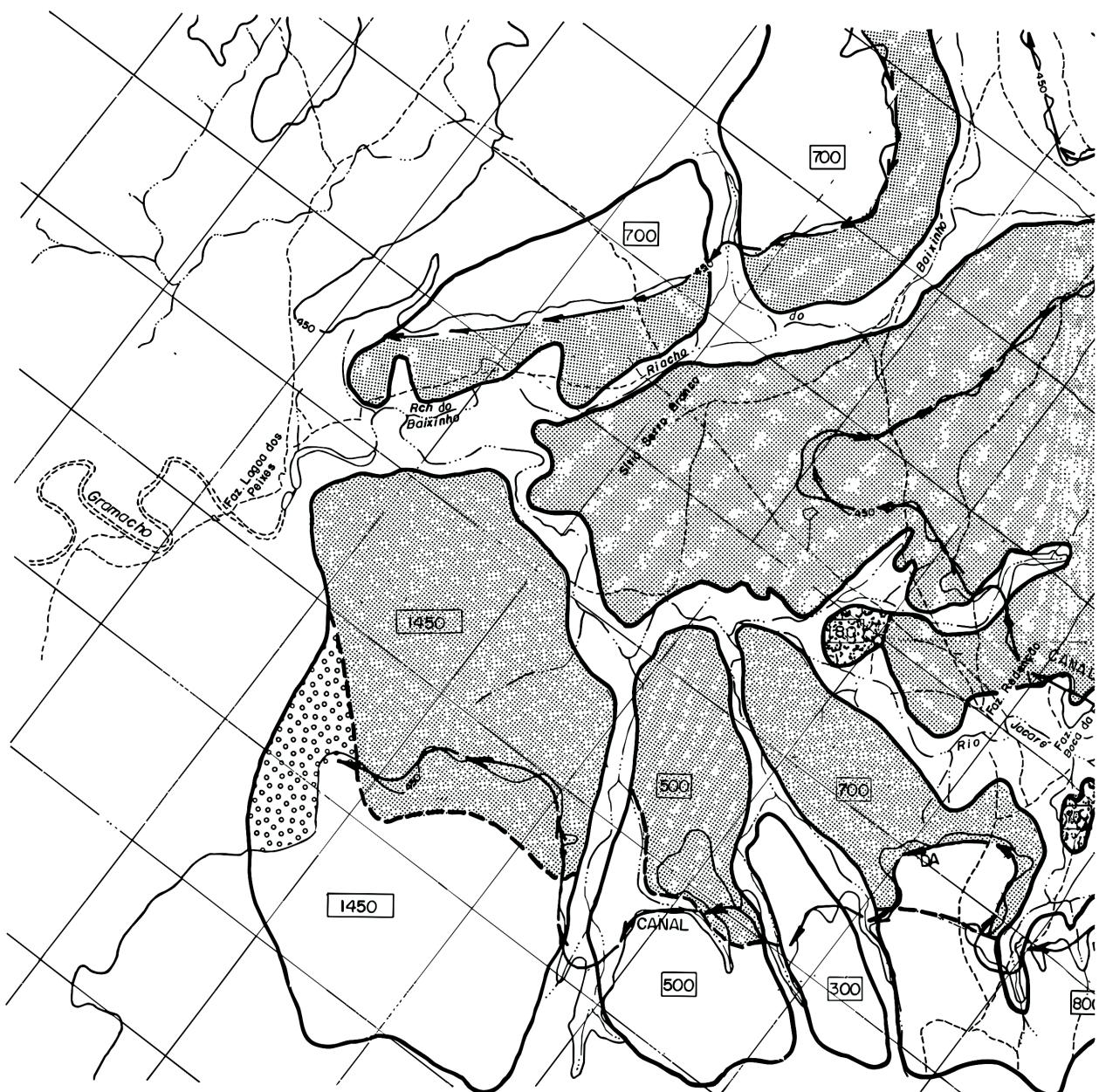
Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	10,3	0,90090	9,3	0,0	0,0	-9,3
2	26,9	0,81162	21,8	6,2	5,0	-16,8
3	30,5	0,73119	22,3	12,3	9,0	-13,3
4	12,5	0,65873	8,2	20,6	13,6	5,3
5	12,5	0,59345	7,4	20,6	12,2	4,8
6	12,1	0,53464	6,5	20,6	11,0	4,5
7	13,1	0,48166	6,3	20,6	9,9	3,6
8	12,1	0,43393	5,3	20,6	8,9	3,7
9	12,2	0,39092	4,8	20,6	8,1	3,3
10	12,1	0,35218	4,3	20,6	7,3	3,0
11	12,4	0,31728	3,9	20,6	6,5	2,6
12	12,1	0,28584	3,5	20,6	5,9	2,4
13	13,1	0,25751	3,4	20,6	5,3	1,9
14	12,1	0,23199	2,8	20,6	4,8	2,0
15	12,2	0,20900	2,5	20,6	4,3	1,8
16	13,8	0,18829	2,6	20,6	3,9	1,3
17	12,2	0,16963	2,1	20,6	3,5	1,4
18	12,1	0,15282	1,8	20,6	3,1	1,3
19	13,1	0,13768	1,8	20,6	2,8	1,0
20	12,1	0,12403	1,5	20,6	2,6	1,1
21	12,4	0,11174	1,4	20,6	2,3	0,9
22	12,1	0,10067	1,2	20,6	2,1	0,9
23	12,2	0,09069	1,1	20,6	1,9	0,8
24	12,1	0,08170	1,0	20,6	1,7	0,7
25	13,1	0,07361	1,0	20,6	1,5	0,6
26	13,4	0,06631	0,9	20,6	1,4	0,5
27	12,2	0,05974	0,7	20,6	1,2	0,5
28	12,1	0,05382	0,7	20,6	1,1	0,5
29	12,2	0,04849	0,6	20,6	1,0	0,4
30	12,1	0,04368	0,5	20,6	0,9	0,4
			131,1		142,8	11,7
Relação Benefício/Custo = 1,09 :1,0						
Valor Presente Líquido = 11,7						

 $10^6 = 1.000.000$

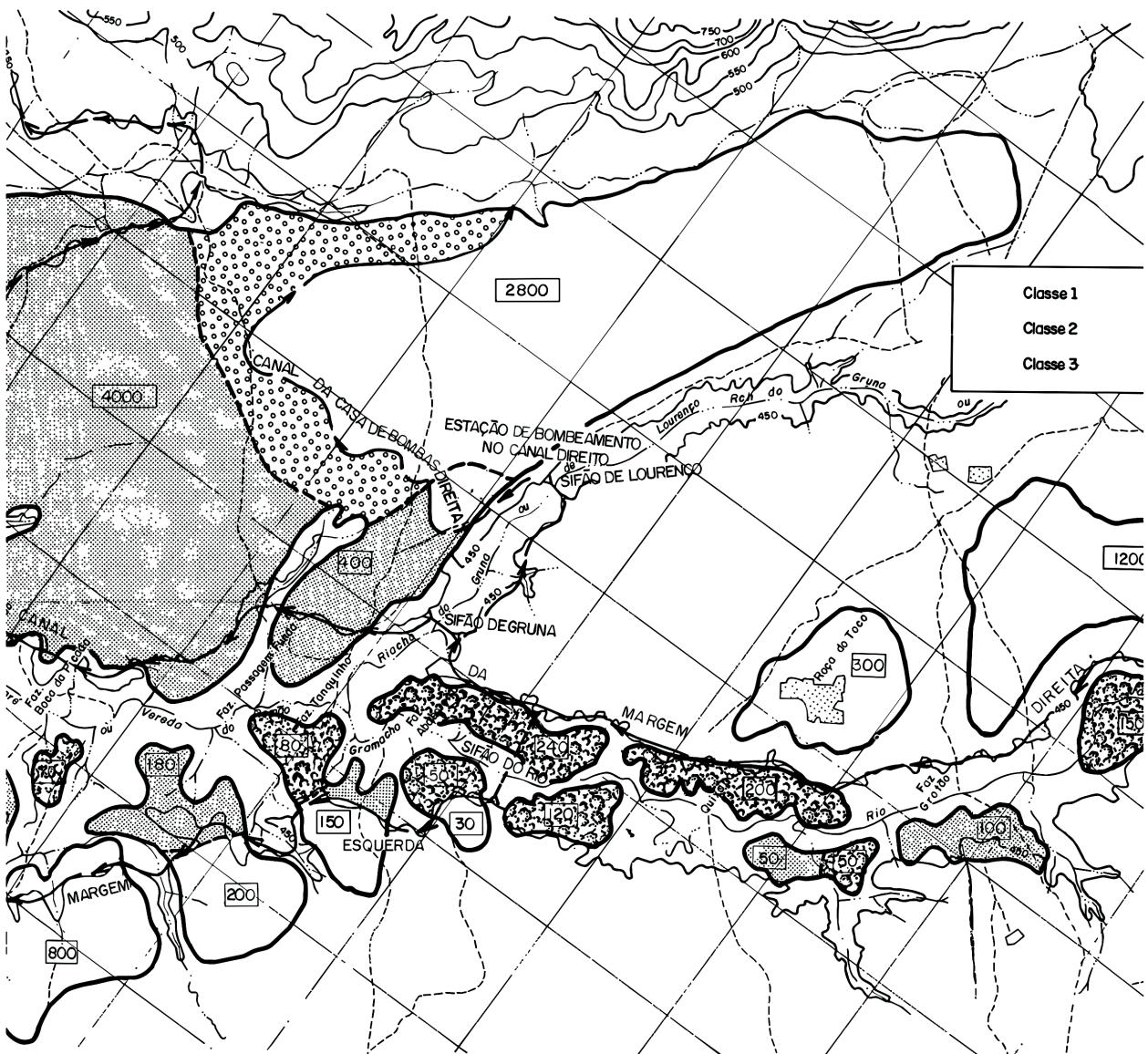
**Tabela 9.6.****Plano Selecionado - Taxa Interna de Retorno  
(Preços de Janeiro de 1989, em US\$ x 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	10,3	0,8744	9,0	0,0	0,0	-9,0
2	26,9	0,7646	20,6	6,2	4,7	-15,8
3	30,5	0,6686	20,4	12,3	8,2	-12,2
4	12,5	0,5847	7,3	20,6	12,0	4,7
5	12,5	0,5112	6,4	20,6	10,5	4,1
6	12,1	0,4470	5,4	20,6	9,2	3,8
7	13,1	0,3909	5,1	20,6	8,1	2,9
8	12,1	0,3418	4,1	20,6	7,0	2,9
9	12,2	0,2989	3,6	20,6	6,2	2,5
10	12,1	0,2614	3,2	20,6	5,4	2,2
11	12,4	0,2286	2,8	20,6	4,7	1,9
12	12,1	0,1999	2,4	20,6	4,1	1,7
13	13,1	0,1748	2,3	20,6	3,6	1,3
14	12,1	0,1528	1,8	20,6	3,1	1,3
15	12,2	0,1336	1,6	20,6	2,8	1,1
16	13,8	0,1168	1,6	20,6	2,4	0,8
17	12,2	0,1022	1,2	20,6	2,1	0,9
18	12,1	0,0893	1,1	20,6	1,8	0,8
19	13,1	0,0781	1,0	20,6	1,6	0,6
20	12,1	0,0683	0,8	20,6	1,4	0,6
21	12,4	0,0597	0,7	20,6	1,2	0,5
22	12,1	0,0522	0,6	20,6	1,1	0,4
23	12,2	0,0457	0,6	20,6	0,9	0,4
24	12,1	0,0399	0,5	20,6	0,8	0,3
25	13,1	0,0349	0,5	20,6	0,7	0,3
26	13,4	0,0305	0,4	20,6	0,6	0,2
27	12,2	0,0267	0,3	20,6	0,6	0,2
28	12,1	0,0234	0,3	20,6	0,5	0,2
29	12,2	0,0204	0,2	20,6	0,4	0,2
30	12,1	0,0179	0,2	20,6	0,4	0,2
			106,3		106,3	0,0
						TIR = 14,4 %

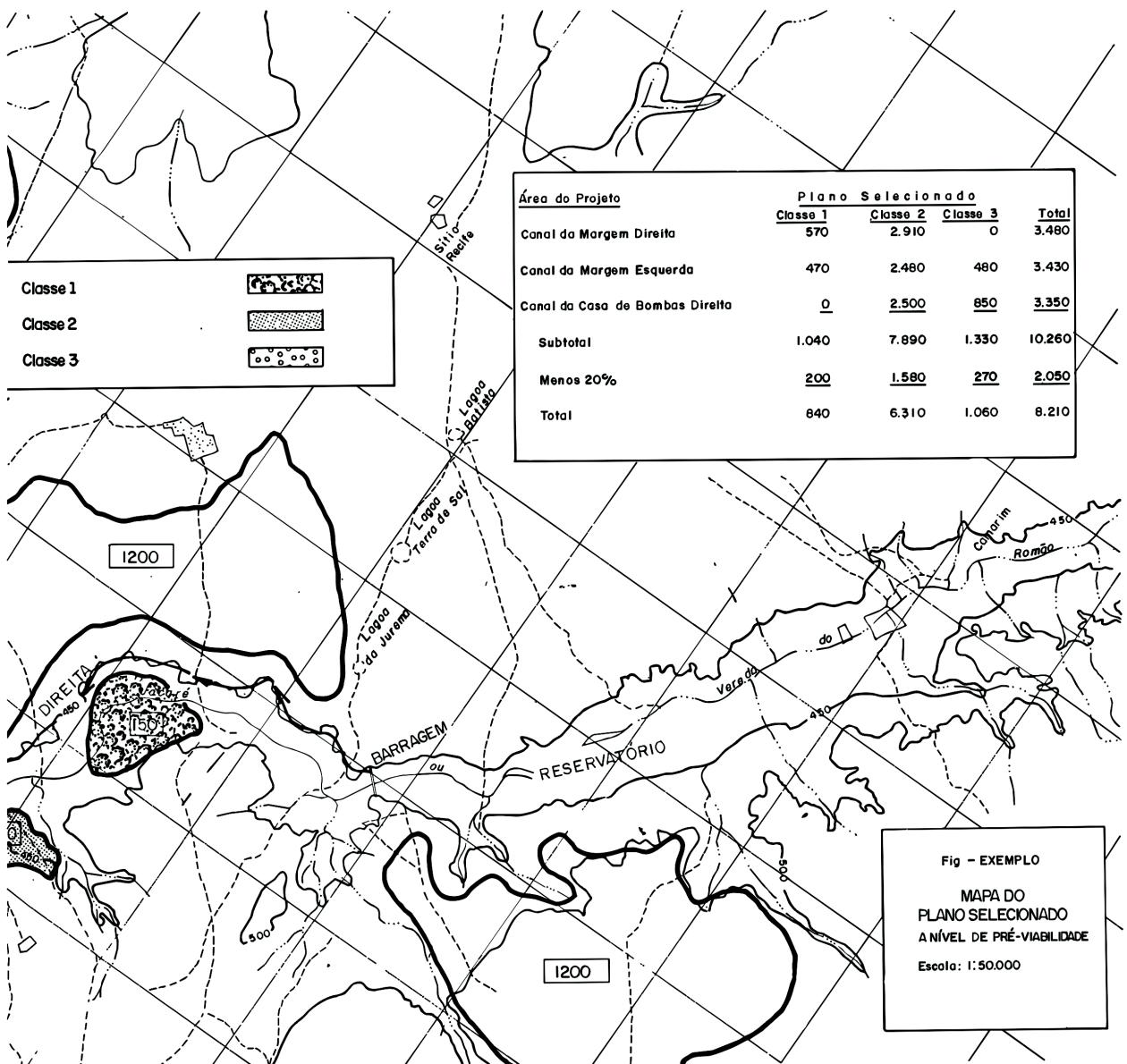
10<sup>6</sup> = 1.000.000



**Figura Exemplo Mapa do Plano Selecionado a Nível de Pré-Viabilidade (1/3)**



**Figura Exemplo Mapa do Plano Selecionado a Nível de Pré-Viabilidade (2/3)**



**Figura Exemplo Mapa do Plano Selecionado a Nível de Pré-Viabilidade (3/3)**



# PLANEJAMENTO A NÍVEL DE VIABILIDADE

## 10.1 Apresentação Geral

A base dos estudos de planejamento para irrigação é feita nos níveis regional e de pré-viabilidade. No primeiro, são identificadas as áreas da região com maior potencial para o desenvolvimento da irrigação, as quais são priorizadas e selecionadas para serem objetos de estudos de pré-viabilidade. Neste nível, devem ser definidos os aspectos básicos do projeto, como sejam os locais de obras de regularização e de derivação, a localização das obras principais, a área a ser irrigada, os métodos de irrigação, o tipo de projeto (A, B, C, D ou E), os esquemas de parcelamento e o leiaute geral das obras de distribuição. Esses aspectos deverão ser verificados ulteriormente, a nível de viabilidade, quando se dispuser de dados mais precisos. Este MANUAL enfatiza a importância do planejamento a níveis regional e de pré-viabilidade, admitindo-se que tais estudos seriam concluídos antes de se dar início aos estudos de viabilidade. Caso um estudo de viabilidade fosse iniciado antes do término dos estudos regionais ou de pré-viabilidade, estes últimos deveriam ser desenvolvidos dentro do contexto geral do estudo de viabilidade, o qual deveria ser desenvolvido em etapas, começando pelo planejamento regional, para analisar o projeto - ou a área de estudo - no contexto geral de outros intervalos e programas, para a bacia e/ou a região; viria, a seguir, o segundo estágio, de pré-viabilidade, onde seriam definidos os conceitos básicos do projeto e as suas áreas a serem irrigadas; finalmente, num terceiro estágio, seriam elaborados os estudos de viabilidade, para o(s) plano(s) recomendado(s) nos estágios precedentes (regional e de pré-viabilidade).

Este MANUAL não se aprofunda em relação ao planejamento a nível de viabilidade. Nos Capítulos 1 a 9, foram dados exemplos ilustrativos do processo de planejamento a níveis regional e de pré-viabilidade; este último é semelhante ao do nível de viabilidade, do qual difere, sobretudo, pelo detalhamento, bem como pela natureza e o número de alternativas avaliadas. No nível de viabilidade, torna-se necessária uma detalhada coleta e análise de dados, abrangendo todos os aspectos do desenvolvimento do projeto.

Este capítulo foi redigido considerando que os estudos a níveis regional e de pré-viabilidade já teriam sido concluídos.

### 10.1.1 Grau de Detalhamento

No âmbito destes estudos, deve-se proceder à coleta e análise de dados específicos de campo, a estudos básicos e de engenharia - estes ao nível de ante-projeto - e às análises de viabilidade, de modo a se ter certeza de que:

- O projeto, tal como foi apresentado nos relatórios, é tecnicamente viável, podendo ser implementado conforme foi projetado, nos prazos previstos; além disso, os

- recursos hídricos, de solos, humanos e institucionais são adequados para garantir os níveis previstos de produção agrícola, pecuária e a sua comercialização;
- O projeto é aceitável dos pontos de vista social e ambiental;
- Os seus custos e benefícios foram avaliados com um grau de precisão que assegura a viabilidade econômica e financeira do projeto, a um elevado nível de confiabilidade.

Observe-se que, caso não seja possível identificar um projeto técnica, social e ambientalmente viável, não será necessário avaliar a sua viabilidade econômica e financeira, já que ele seria inviável, por outros motivos.

### 10.1.2 Alternativas

Em geral, as características básicas do projeto, tais como os locais de regularização e de derivação, a localização das obras principais, a área a ser irrigada, os métodos de irrigação, os tipos de projeto (A, B, C, D ou E), os esquemas gerais de parcelamento e o leiaute geral do sistema de distribuição não são determinados a nível de viabilidade, por já terem sido detalhadamente analisados ao nível da pré-viabilidade. Neste último, são selecionadas, em geral, uma ou duas alternativas para serem estudadas a nível de viabilidade.

Na viabilidade, avaliam-se diversas alternativas de engenharia, tais como: tipo e número de bombas; configuração dos barriletes e das tubulações de recalque; tipos de equipamentos para controle dos transientes hidráulicos; materiais para revestimento dos canais; aperfeiçoamento dos leiautes dos canais e tubulações; materiais das tubulações; conceituação das válvulas e registros; tipos de comportas de controle; localização e tipos dos vertedouros; conceituação da automação, etc.

Essas atividades de avaliação e refinamento de alternativas são denominadas, em geral, “otimização do sistema”. As alternativas devem ser avaliadas com base em levantamentos topográficos, geológicos e geofísicos bastante detalhados, a serem feitos no local do projeto; por outro lado, devem ser mobilizados especialistas que cubram bem os campos de engenharia relevantes.

A nível de viabilidade, devem ser feitos estudos de recursos hídricos e de classificação de terras para irrigação, levantamentos cadastrais e do uso da terra, estudos sócio-econômicos, estudos de planejamento agrícola e levantamentos do meio ambiente, tudo a um nível bastante detalhado.

Os estudos de avaliação econômica e financeira devem ser detalhados, conformato-se a procedimentos aceitáveis pelas instituições financeiras internacionais, tais como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Os estudos de viabilidade devem ter um grau de detalhamento consideravelmente maior que os de pré-viabilidade. Por tal motivo, é importante que, uma vez concluídas a análise detalhada e os refinamentos introduzidos na(s) alternativa(s) selecionada(s) no estudo de pré-viabilidade, seja feita uma revisão do processo de seleção de alternativas e das análises incrementais procedidas na fase de pré-viabilidade, visando verificar se o plano selecionado continua sendo o melhor. Caso se chegue à conclusão de que outra alternativa é a melhor, ela deverá ser avaliada, também a nível de viabilidade. A [Figura 10.1](#) ilustra este processo iterativo.

### 10.1.3 Testes de Viabilidade

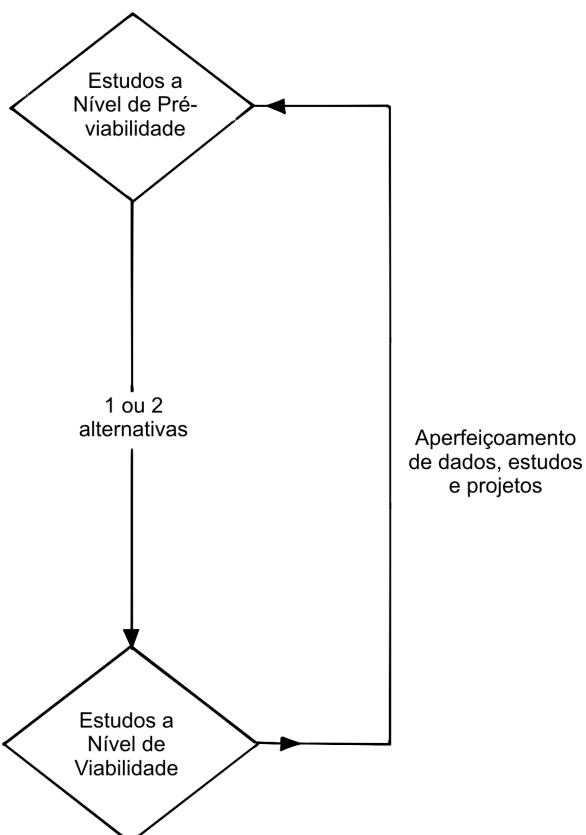
O plano final a ser apresentado num relatório de viabilidade deverá maximizar os benefícios líquidos do projeto, satisfazendo os seguintes requisitos:

- Aceitabilidade pública;
- Adequação técnica;
- Eficiência econômica (maximização dos benefícios líquidos);
- Viabilidade econômica;
- Viabilidade financeira;
- Consideração global de todas as ações e investimentos necessários;
- Aceitabilidade ambiental.

#### **10.1.4 Compromisso de Participação no Projeto e de Ressarcimento dos seus Custos**

Um aspecto importante da viabilidade de um projeto é obter, dos seus futuros beneficiários, o compromisso de que participarão do projeto e que concordam com o ressarcimento dos custos dos investimentos públicos.

Para os projetos dos Tipos B e C, é necessário que haja um compromisso firme dos beneficiários quanto à sua participação nos custos da rede elétrica e das obras hidráulicas de uso coletivo, tais como barragens de derivação, diques de proteção, obras de macro-drenagem, etc. No Brasil, a eletrificação rural é feita com a participação dos usuários nos custos, em geral, de 15 a 25% dos investimentos; a parte restante é paga pelo governo, que é resarcido através das tarifas de energia elétrica. No que se refere às obras hidráulicas coletivas construídas pelo governo, estão sendo estudadas contribuições de melhoria, a serem pagas pelos proprietários beneficiados pelas obras.



**Figura 10.1      Processo Iterativo de Planejamento**

Nos projetos do Tipo D, poderiam ser organizados distritos de irrigação, aos quais caberia negociar contratos com o governo, para assumirem a operação e manutenção do projeto e para o resarcimento dos investimentos. As negociações entre usuários da água e os distritos deveriam ser concluídas ainda no decorrer dos estudos de viabilidade.

No caso de projetos do Tipo D especial e Tipo E, seria preciso obter compromissos de apoio da comunidade local e do governo estadual.

## **10.2 Coleta e Avaliação de Dados**

Conforme já foi abordado neste capítulo, a coleta de dados é uma atividade da maior relevância em estudos de viabilidade. Tais dados deveriam ser coletados especificamente na área do projeto e em volta dela, devendo abranger os diversos elementos relativos ao desenvolvimento da irrigação. Neste item, apresenta-se uma breve descrição dos tipos de dados a serem coletados e avaliados a nível de viabilidade. Os manuais indicados abaixo encerram maiores detalhes sobre a coleta e análise de dados, a nível da viabilidade:

- Classificação de Terras para Irrigação
- Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação
- Elaboração de Projetos de Irrigação

### **10.2.1 Topografia**

As bases topográficas da área do projeto devem ser na escala de 1:10.000, com curvas de nível a cada metro. No caso de aspectos mais específicos dos projetos, como obras de desvio, estações de bombeamento, tubulações de recalque, reservatórios de compensação, canais e estruturas correlatas, devem ser elaboradas plantas topográficas mais detalhadas. Para a área do projeto como um todo, podem ser utilizadas folhas de restituição (aerofotogramétricas) obtidas a partir de fotografias aéreas recentes. As plantas relativas a aspectos específicos devem ser obtidas a partir de levantamentos topográficos locais.

### **10.2.2 Materiais de Fundação**

As fundações das estruturas do projeto devem ser avaliadas com base em sondagens e análises de laboratório. Quando forem identificados problemas potenciais, tais como solos expansivos, devem ser feitos estudos mais detalhados, para garantir a adequação da fundação.

### **10.2.3 Materiais de Empréstimo**

Devem ser identificadas, amostradas e ensaiadas áreas de empréstimo que contenham materiais em quantidade e qualidade suficientes para a implantação do projeto. A localização dessas áreas condiciona as distâncias de transporte até o local do projeto, que são um importante fator na formulação dos custos.

### **10.2.4 Dados Hidroclimatológicos**

Além da coleta de todos os dados hidroclimatológicos disponíveis relativos à área do projeto, torna-se necessário, amiúde, instalar estações climatológicas e postos fluviométricos, específicos para o projeto. Isso deve ser feito logo no início do processo de planejamento, em geral durante os estudos de pré-viabilidade, para que se obtenha o maior número possível de dados. Embora as instalações possam ser feitas durante os

estudos de pré-viabilidade, tais dados, todavia, só vêm a ser utilizados no nível de viabilidade.

#### **10.2.5 Estrutura Fundiária**

A nível de viabilidade, são necessários levantamentos cadastrais detalhados.

#### **10.2.6 Uso da Terra**

Para que seja possível avaliar o custo de oportunidade do projeto - um dos componentes das análises de viabilidade - é preciso levantar informações detalhadas sobre o uso da terra e a produção agrícola, nas condições "sem projeto".

#### **10.2.7 Aptidão das Terras para Irrigação**

Devem-se levar a efeito estudos detalhados (às vezes, estudos semidetalhados são aceitáveis) de classificação de terras para irrigação.

#### **10.2.8 Dados Agrícolas**

Devem ser coletadas e avaliadas informações detalhadas sobre todos os aspectos da produção agrícola, incluindo: produtividades; disponibilidade e uso de fertilizantes e defensivos; disponibilidade e qualidade da mão-de-obra agrícola; disponibilidade de maquinário agrícola; uso de tração animal; e necessidades de correção do solo. Devem ser levantados os preços locais desses itens, e feita uma análise da agricultura de sequeiro e irrigada, na região.

#### **10.2.9 Dados Econômicos e Financeiros**

São necessários dados detalhados sobre impostos, preços, custos, preços sombra, crédito, financiamentos internacionais, etc.

#### **10.2.10 Dados sobre o Meio Ambiente**

São necessários dados detalhados sobre a flora, fauna, qualidade da água, doenças de veiculação hídrica, riscos de salinização, etc.

#### **10.2.11 Dados Sócio-Econômicos**

É necessário coletar e avaliar dados detalhados sobre emprego, migrações, habitações, educação, serviços de saúde, etc.

### **10.3 Estimativas de Custos**

Deve ser elaborado um anteprojeto completo de todos os componentes principais do projeto, abrangendo barragens, obras de desvio, estações principais de bombeamento, canais principais e edificações. Quanto aos sistemas de distribuição secundária, em geral são elaborados os anteprojetos de algumas áreas amostrais. Os custos das principais estruturas são estimados com base nos quantitativos de materiais e nas características dos equipamentos, definidas no anteprojeto; e na aplicação de custos unitários a esses quantitativos. As estimativas detalhadas de custo das áreas amostrais são feitas de maneira semelhante, os custos por hectare sendo aplicados ao restante da área do projeto. Deve-se ter um cuidado especial, no sentido de que as áreas de amostragem sejam realmente típicas da parte restante do projeto.

O estabelecimento de uma base de custos unitários reais, de projetos de irrigação recentemente construídos aumentaria a precisão das estimativas de custo. Seria recomendável que a Secretaria Nacional de Irrigação tomasse medidas nesse sentido.

As estimativas de custos deveriam incluir os serviços de engenharia (projetos básico e executivo e supervisão das obras) e uma margem para imprevisto; em geral, considera-se razoável adotar 15% para engenharia e 10% para imprevistos.

#### **10.4 Estimativas de Benefícios e Avaliação Econômica e Financeira**

Quanto aos procedimentos para estimar os benefícios e desenvolver as análises econômica e financeira, a nível de viabilidade, vide o Manual “Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação”.

#### **10.5 Envolvimento do PÚBLICO**

No item 3.7 (Capítulo 3), aborda-se todo o processo de envolvimento do público, que deve ter início na fase de planejamento regional, continuando ao longo de todo o processo de planejamento, da construção e na operação e manutenção inicial do projeto.

No decorrer da fase de pré-viabilidade, projeto selecionado deveria ter sido discutido com os beneficiários e a comunidade local como um todo, fornecendo insumos locais para o processo de planejamento. O plano selecionado deveria ter apoio público, antes do início do estudo de viabilidade.

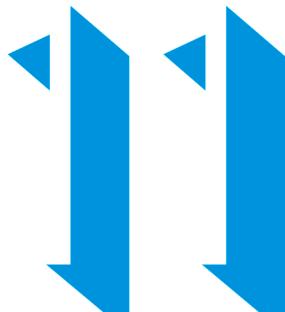
No início da pré-viabilidade, deveriam ser definidos, com a participação do público, os conceitos básicos de projeto, tais como a área a ser irrigada, o método de irrigação, o tipo de projeto (A, B, C, D ou E), os locais de reservatório e de derivação e o leiaute básico do sistema.

No nível de viabilidade, o processo de envolvimento do público deve ser dirigido à organização de cooperativas e, no caso de projetos do Tipo D, à formação de distritos de irrigação. O público deve continuar mantendo-se a par dos estudos, tomando conhecimento, em particular, de fatores que possam modificar significativamente elementos do projeto, tais como mudanças importantes nas estimativas de custos, no cronograma de implementação, nas perspectivas de financiamento, etc. No caso de projetos do Tipo D, nesta fase já podem começar as negociações para os contratos entre o distrito de irrigação e o governo, quanto à operação e manutenção do projeto e ao resarcimento dos custos. As questões referentes à seleção e ao assentamento de irrigantes (Projetos dos Tipos D especial e E), à assistência técnica, mercado e comercialização, agroindústrias, crédito, aquisição de equipamentos de irrigação parcelar pelos irrigantes, preparo do solo a nível parcelar, etc., devem ser debatidas, detalhadamente, com a população local e os beneficiários potenciais do projeto, no decorrer dos estudos de viabilidade.

#### **10.6 Estudos Ambientais**

No nível de viabilidade, deve ser elaborado um RIMA do projeto e obtidas as licenças preliminares do IBAMA e dos órgãos estaduais de controle ambiental. As licenças finais deverão ser obtidas durante a elaboração do projeto básico.

Além deste MANUAL, devem ser consultadas as “Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação”, publicadas por SENIR-IBAMA-PNUD-OMM.



# PLANEJAMENTO DE PROJETOS DE USOS MÚLTIPLOS

## 11.1 Apresentação Geral

Os recursos hídricos do Brasil têm sido desenvolvidos, basicamente, através de projetos destinados a um único tipo de uso. Prende-se isto ao fato de que as responsabilidades por esses projetos estão divididas entre diversos órgãos governamentais. Assim, o Ministério da Infra-estrutura é responsável pelo desenvolvimento hidrelétrico; e o Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, pelo desenvolvimento da irrigação.

A “Resenha Setorial da Irrigação no Brasil” reconhece a necessidade de serem feitas reformas institucionais no campo do desenvolvimento de recursos hídricos, dentre as quais pode-se assinalar as seguintes:

- Criação de um Ministério de Recursos Hídricos;
- Criação de um Conselho Nacional de Águas;
- Elaboração de uma lei que estabeleça prioridades para os usos competitivos da água, tais como irrigação, geração de energia hidrelétrica, regularização dos rios e recreação.

Essas reformas criariam um marco legal e institucional favorável ao desenvolvimento de projetos de usos múltiplos.

No presente capítulo, foram incluídos alguns conceitos relativos ao planejamento de projetos de fins múltiplos; isto considerou, implicitamente, que uma lei de natureza acima referida venha um dia a vigorar no país.

O planejamento visando fins múltiplos tem a vantagem, em relação aos projetos para um fim único, que as obras de uso comum podem ser planejadas para atender vários tipos de usos, com economias de escala passíveis de serem compartilhadas, diminuindo os custos para a produção de bens e serviços, em relação a projetos com uma só finalidade. Em geral, as economias que podem ser obtidas são significativas. Um exemplo típico disto seria uma obra de regularização que possibilitasse atender os seguintes usos:

- Irrigação
- Geração de energia hidrelétrica
- Controle de enchentes
- Abastecimento urbano e industrial
- Piscicultura
- Recreação

Se o custo dessa barragem fosse alocado entre esses diversos usos da água, obter-se-iam economias significativas, em relação aos de uma barragem construída para atender, apenas, um desses usos.

No planejamento de fins múltiplos, podem ser considerados todos os usos competitivos de recursos limitados. Em geral, no entanto, os quatro recursos considerados ao nível do planejamento regional são:

- Solos
- Recursos hídricos
- Recursos humanos
- Recursos financeiros

Dentre os usos competitivos do solo, podem-se citar:

- Agricultura irrigada
- Agricultura de sequeiro
- Pecuária extensiva
- Pecuária intensiva, inclusive com forrageiras irrigadas
- Distritos industriais
- Áreas residenciais
- Áreas comerciais
- Parques nacionais
- Florestas
- Reservas naturais

No caso da água, os usos competitivos poderiam ser:

- Irrigação
- Abastecimento urbano e industrial
- Geração de energia hidrelétrica
- Navegação fluvial
- Manutenção de vazões mínimas para:
  - ▶ Abastecimento das populações ribeirinhas
  - ▶ Dessedentação de animais
  - ▶ Preservação da fauna
  - ▶ Diluição de poluentes
  - ▶ Piscicultura e carcinicultura
  - ▶ Recreação

Como os recursos humanos são, também, limitados, o planejamento de usos múltiplos deveria levar em consideração os vários tipos de atividades econômicas e recreativas passíveis de ocorrerem. No Nordeste, por exemplo, há muito desemprego e subemprego, mas existem, também, diversas atividades que poderiam competir com a agricultura irrigada, para a criação de novos postos de trabalho, como:

- Agricultura de sequeiro
- Pecuária
- Mineração
- Turismo
- Indústria
- Pesca
- Atividades comerciais
- Atividades governamentais

Como os recursos mais limitados são, provavelmente, os financeiros, o principal objetivo do planejamento de fins múltiplos deve ser o de identificar a maneira de maximizar o retorno econômico de recursos financeiros limitados, utilizando os recursos hidroedáficos e humanos de uma dada área ou região, considerando o atendimento de necessidades competitivas entre si e as políticas governamentais.

## 11.2

### **Estudos a Nível Regional de Planejamento de Projetos para Fins Múltiplos**

Do mesmo modo que no caso de projetos de irrigação, o processo de planejamento para fins múltiplos deve ser iterativo. Assim, é preciso coletar e analisar um volume apreciável de dados e informações, formular e avaliar numerosas alternativas, priorizar atividades e escolher as que mereceriam ser implementadas, concluindo com a formulação de um plano de ação, para implementar as conclusões dos estudos.

O produto final de um estudo de planejamento regional de usos múltiplos deve ser um plano completo para o desenvolvimento dos recursos da região, que satisfaça, da melhor maneira possível, suas necessidades. O plano deve incluir obras de uso múltiplo, tais como barragens e reservatórios; obras de uso único, tais como usinas hidrelétricas, estações de bombeamento para irrigação e estações de tratamento de água. O plano para cada uso consistiria das obras de usos múltiplos e daquelas específicas para atender o uso em pauta.

## 11.3

### **Estudos de Planejamento de Projetos de Fins Múltiplos, a Nível de Pré-Viabilidade**

Estes estudos são semelhantes aos de projetos de uso único. O seu objetivo básico é de formular planos que proporcionem os maiores retornos possíveis aos beneficiários, à economia e à sociedade como um todo, levando-se em conta as limitações dos recursos (edáficos, hídricos, financeiros e humanos) mobilizados para gerar o retorno. Em outras palavras, a formulação de planos é o processo de seleção do plano que gere o maior retorno, com o menor uso possível de recursos. O objetivo é maximizar os benefícios líquidos, consideradas as limitações sociais, ambientais, políticas e legais. Embora os objetivos visados (irrigação, energia hidrelétrica, controle de enchentes, recreação, etc.) possam ser muito diferentes entre si, na medida em que as análises possam limitar-se às estimativas de custos e de benefícios, será possível comparar entre si esquemas de desenvolvimento que poderão ser muito diferentes um do outro.

Fatos primordiais no planejamento de usos múltiplos são o sistema de concessão e controle do uso da água, e as prioridades estabelecidas por lei para os diversos tipos de usos da água. Os governos costumam definir prioridades legais entre os diversos tipos de usos, por terem percebido a sua importância relativa para a nação e os riscos potenciais decorrentes da inaptidão de se obter água para todos os usos.

#### 11.3.1

#### **Análise Comparativa**

Como nos estudos para projetos de uso único, os estudos de pré-viabilidade de projetos de fins múltiplos visam selecionar um ou dois planos entre uma grande variedade de alternativas, para serem avaliados a nível de viabilidade. Entretanto, devido às múltiplas possibilidades, centenas de alternativas e permutações podem necessitar ser avaliadas.

A análise comparativa é muito mais difícil no planejamento de projetos de usos múltiplos, e é necessário que o **Engenheiro de Planejamento** utilize um grau muito maior de julgamento, para garantir ao máximo que as alternativas que estão sendo analisadas sejam comparáveis. Por exemplo, ao se estimarem os custos de uma estação de bombeamento para a irrigação, para fins municipais e industriais ou para alguma combinação desses usos, devem ser utilizados procedimentos similares de estimativa de cus-

tos. Talvez o aspecto mais difícil da análise comparativa seja a estimativa de benefícios. Por exemplo, a estimativa de benefícios referentes à intensificação da pesca e da vida silvestre ou à recreação, é muito subjetiva. Outras estimativas de benefícios, tais como os benefícios de controle de enchentes, podem ser muito difíceis de se fazerem. Mais adiante neste capítulo, encontram-se maiores detalhes sobre a estimativa de benefícios para usos múltiplos.

Para os estudos de planejamento a nível de pré-viabilidade de projetos de usos múltiplos, é muito importante a apresentação de quadros comparativos, num formato lógico. Os benefícios líquidos devem estar dispostos abaixo de cada alternativa, para facilitar as comparações. Devido à grande quantidade de alternativas, é muito válida a apresentação das tabelas em formato de computador, sendo os quadros eletrônicos uma boa maneira para dispor tais tabelas.

### **11.3.2 Análise Incremental**

Deve ser feita uma análise incremental para os estudos de planejamento a nível de pré-viabilidade de projetos de usos múltiplos. Devido à grande variedade de alternativas e combinações, geralmente não é possível selecionar, sistematicamente, desenvolvimentos crescentes até que o plano considerado ótimo seja elaborado (como normalmente pode ser feito nos estudos de análises incrementais de projetos de uso único). Normalmente, é de utilidade o uso de técnicas computadorizadas de otimização, tais como a programação linear ou dinâmica, para se achar o plano que otimize os benefícios. Pode ser introduzidas nas análises, limitações na liberdade das variáveis e, através dos programas de computador, pode-se tentar fazer muitas abordagens diferentes sobre o desenvolvimento dentro dessas limitações, com o intuito de se achar a escala ótima de desenvolvimento e a combinação de usos.

### **11.3.3. Envolvimento do Público, Avaliações do Meio Ambiente e Aspectos Sociais**

Nos estudos de planejamento de usos múltiplos, o envolvimento do público, as avaliações do meio ambiente e os aspectos sociais são todos feitos de maneira semelhante aos dos estudos de planejamento de uso único. A principal diferença reside no fato de que os estudos são mais complexos e focalizam muito mais aspectos. Por exemplo, no processo de envolvimento do público deve ser considerada uma gama mais ampla de interesses públicos.

## **11.4 Estudos de Planejamento a Nível de Viabilidade de Projetos de Usos Múltiplos**

Estes estudos são semelhantes aos de projetos de uso único. Os levantamentos de dados e os estudos devem ser feitos a um nível bastante detalhado, para garantir a viabilidade de todos os aspectos do projeto. Em todos os segmentos, são necessários dados detalhados, de bom nível. Deve-se obter o compromisso de todos os usuários de que participarão no projeto e ressarcirão os seus custos. Deve ficar evidenciado - com o grau de detalhe necessário - que o projeto é viável dos pontos de vista técnico, econômico, financeiro, social, ambiental e político.

### **11.5. Alocação de Custos**

A alocação dos custos do projeto é um importante aspecto do planejamento para usos múltiplos - que não é considerado nos projetos de uso único. Obras dos projetos de usos múltiplos, como as barragens, podem servir para vários fins, sendo necessário distribuir os seus custos entre esses usos. Essa alocação é feita para definir os custos da obra de uso múltiplo a serem imputados aos vários fins a que se destinam. Tais custos são somados aos das estruturas de uso único, para calcular o custo total imputável ao

mesmo. Os custos totais de cada uso são comparados aos seus respectivos benefícios, para que se possam calcular os benefícios líquidos. Dessa maneira, cada uso (e a sua escala de desenvolvimento) pode ser considerado como um incremento, na análise incremental. Fala-se assim do “incremento da irrigação” ou do “incremento da energia hidrelétrica”, etc. Os custos totais imputáveis a cada uso são usados, também, para definir a fração dos custos do projeto a ser resarcida pelos beneficiários de cada serviço fornecido.

Em todos os níveis do processo de planejamento, deve ser planejada uma forma de alocação de custos. A abordagem abaixo refere-se a uma alocação de custos a nível de viabilidade. Nos níveis regional e de pré-viabilidade, os procedimentos são similares, porém com menos detalhes e menos ênfase na precisão dos dados.

O Manual “Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação” inclui uma abordagem mais completa da alocação de custos.

#### 11.5.1 Benefícios

Um importante aspecto da maior parte dos métodos de alocação de custos refere-se à estimativa dos benefícios. De fato, para cada uso, os benefícios são estimados em moldes diferentes, sendo, às vezes, difícil calculá-los; no entanto, isto é extremamente importante para um bom planejamento e uma boa alocação de custos. Independentemente da boa precisão das estimativas de custos, se os benefícios não forem consistentes, as comparações entre alternativas ficarão prejudicadas.

É relativamente fácil expressar os benefícios da irrigação em termos econômicos, já que são medidos pela produção. No caso do número de vidas salvas pelo controle de enchentes, entretanto, os benefícios não podem ser expressos por valores econômicos. Apesar dessas dificuldades, há um acordo geral, no plano internacional, sobre os métodos para estimar os benefícios e a maneira como estes são usados nas alocações de custos, em estudos de planejamento de projetos de usos múltiplos.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição da forma como são medidos os benefícios diretos dos diversos usos de um projeto. Os benefícios indiretos não são considerados na alocação de custos.

- Benefícios Diretos da Irrigação - Os benefícios agrícolas diretos correspondem ao aumento do valor bruto da produção na área do projeto. São calculados pela diferença entre os valores de produção da área do projeto; e na situação futura, sem o projeto.
- Benefícios Diretos da Geração de Energia Elétrica - Estes benefícios são função da potência e da energia firmes do projeto. Incluem não só a energia a ser gerada diretamente pelas obras propostas, como também os aumentos da energia firme gerada em outras obras hidrelétricas, na mesma bacia, em razão do novo regime hídrico. Por outro lado, caso a implantação das obras venha a implicar em redução na energia gerada em outras usinas existentes, o valor dessa diminuição deverá ser abatido dos benefícios do projeto, a menos que já tenha sido considerado nos custos do projeto.

Os benefícios diretos da geração de energia devem ser medidos pelo menor dos valores a seguir:

- O custo estimado da alternativa mais econômica para suprir a energia equivalente à área em pauta (custo marginal), ou

- O valor estimado da energia, para os usuários, naqueles casos em que os custos alternativos seriam superiores às máximas tarifas de energia elétrica que os usuários poderiam pagar.
- Benefícios Diretos do Abastecimento Urbano e Industrial - Estes benefícios referem-se ao valor de um abastecimento de água melhorado, nos pontos de entrega dos usuários. Podem resultar de aumentos quantitativos e/ou qualitativos do abastecimento de água sem o projeto, quer por um novo sistema, quer pela melhoria de um sistema existente. Os tipos de usos previstos são domiciliar, comercial, industrial ou os de natureza pública.

Os benefícios diretos do abastecimento urbano e industrial devem ser medidos pelo menor dos seguintes valores:

- O custo estimado da alternativa mais barata para fornecer a mesma quantidade e qualidade de água, ou
- O valor estimado da água, para os usuários, naqueles casos em que os custos alternativos seriam superiores à máxima tarifa de água que os usuários poderiam pagar.
- Benefícios Diretos do Controle de Enchentes - Estes benefícios referem-se à diminuição dos prejuízos devidos à submersão de áreas urbanas e rurais e a aumentos da renda líquida, face a um uso mais intensivo - ou diverso - das propriedades.

As diminuições nos prejuízos são estimadas pela diferença entre os danos que seriam causados pelas enchentes, nas situações "com o projeto" e "sem o projeto", devendo-se, para tanto, considerar a extensão das áreas inundadas, e a intensidade e duração da submersão. Os danos diretos à propriedade são estimados em função dos custos de reabilitação das partes atingidas pelas águas; e pelo valor de mercado dos produtos agrícolas perdidos e a recuperação das terras agricultáveis, ajustado pelos custos não ocorridos. Os aumentos da renda líquida devidos a um uso mais intenso da terra, devem ser estimados, aplicando-se uma taxa de retorno adequada ao aumento de valor da propriedade, em razão do projeto ou, às vezes, por uma estimativa direta do aumento do potencial produtivo da propriedade.

Deve-se evitar que esses dois tipos de benefícios diretos sejam computados em dobro.

- Melhoria dos Recursos Pesqueiros e da Fauna - Estes benefícios diretos incluem rendas adicionais, resultantes, por exemplo, da pesca comercial, ou da pesca e caça recreativas. Tais benefícios podem aumentar, em razão de melhorias da qualidade da água, do aumento das vazões de estiagem, da criação de reservatórios ou de outros melhoramentos no "habitat" natural da fauna.

A caça e pesca - quer comerciais ou recreativas - são tratadas da mesma forma que os outros usos da água do projeto, no que se refere à sua formulação, justificativa econômica e alocação de custos. Os aumentos de renda emergentes destas atividades resultam das diferenças das rendas médias anuais de longo prazo, nas situações "com o projeto" e "sem o projeto".

- Melhoria das Oportunidades de Recreação - Os benefícios diretos mensuráveis deste segmento referem-se à expansão das atividades de lazer ao ar livre, decorrente da criação de novas áreas de recreação, como reservatórios; ou do melhoramento das condições de uso de áreas de recreação como pontos turísticos, locais para piqueniques, natação, remo, camping, passeios a cavalo, esportes aquáticos, colônias de férias, etc.

Os aumentos nas atividades recreativas resultam das diferenças no uso das áreas afetadas “com” e “sem” o projeto, podendo ser medidos pelas diárias dos diversos tipos de atividades recreativas, ou por valores baseados no custo das obras de infraestrutura recreativa necessárias. Podem ser apresentadas estimativas em separado, para aqueles benefícios que não requeiram custos adicionais, nem mudanças na operação das estruturas de uso múltiplo, os quais ocorrerão, simplesmente, pelo fato de que trarão novas facilidades.

- Melhorias na Navegação Fluvial - Os benefícios diretos mensuráveis associados à navegação incluem reduções no custo do transporte pelo canal do rio, em relação a: (a) o custo do mesmo transporte, por via terrestre na condição “sem projeto”; e (b) o custo do transporte fluvial, do mesmo rio, “sem o projeto”; e, também, o valor dos serviços de transporte das cargas que não seriam transportadas sem o projeto. Esses benefícios advêm dos reservatórios e das restituições de água ao rio para navegação ou outros fins.

Tais benefícios resultam das diferenças entre o volume do tráfego fluvial, nas situações “com” e “sem” o projeto, sendo medidos pelas economias de custo ou pelos aumentos no valor. As estimativas destes benefícios devem levar em consideração os custos associados, relativos à facilidade de carga, descarga e armazenamento, bem como ao lapso de tempo necessário para que se atinjam os benefícios finais.

- Saneamento Básico e Controle da Poluição - Neste caso, os benefícios diretos mensuráveis referem-se à redução dos níveis de poluição, abrangendo economias nos custos de tratamento das águas e/ou aumentos na utilidade dos rios, ambos como consequência da diminuição da poluição, possibilitada pelo aumento das vazões mínimas do rio. Tais benefícios emergem da criação de reservatórios, permitindo aumentar as vazões mínimas. Os prejuízos que viriam a ser evitados estão associados à diminuição das concentrações de bactérias infecciosas, detritos orgânicos, produtos químicos industriais e, ainda, da salinidade das águas e dos sólidos em suspensão.

A redução da poluição é importante para a fauna (aquática ou não), assim como para o uso da água pelos seres humanos. Estes benefícios podem decorrer também da redução da incidência de vetores transmissores de doenças.

Tais benefícios são obtidos a partir das diferenças entre os níveis de poluição nas condições futuras, “com” e “sem” o projeto, sendo medidos pelas economias de custo no tratamento da água; ou pelo aumento na utilidade da água, decorrentes da melhoria da sua qualidade, para usos específicos particulares.

### 11.5.2 Terminologia Utilizada na Alocação de Custos

Os conceitos apresentados a seguir são básicos para a compreensão e o uso dos métodos de alocação de custos apresentados neste MANUAL.

- Alternativa de Uso único - É a maneira alternativa mais econômica para obter os mesmos benefícios, através de um projeto específico para um dado uso.
- Custos Específicos - São custos facilmente determináveis, de estruturas que se destinam, claramente, para um único uso. Por exemplo, o custo de uma usina hidrelétrica seria o custo específico para fins energéticos.
- Custos Separáveis - Os custos separáveis de um dado uso são a diferença entre os custos do projeto de uso múltiplo com a inclusão e sem a inclusão de tal uso. Cada uso deveria ser tratado como se fosse o último incremento de um projeto que atendesse a todos os usos múltiplos, exceto ele próprio.

### 11.5.3 Princípios de Alocação de Custos

Estes princípios abrangem não só uma adequada distribuição dos custos de desenvolvimento dos projetos de usos múltiplos, como permitem, também, que os diversos usos compartilhem as economias resultantes de obras com usos múltiplos. De fato, se uma obra puder atender a mais de uma finalidade, é claro que os custos dos diversos serviços por ela proporcionados serão inferiores aos que resultarem da construção de obras específicas, para cada fim. O custo incremental relativo a cada uso - este considerado como uma adição aos demais - deveria ser inferior ao menor custo alternativo para se obter o mesmo resultado, com obras específicas para tal fim. O princípio básico de alocação de custos é que as economias de escala resultantes do uso de um conjunto de obras para vários fins deveriam ser compartilhadas eqüitativamente entre todos os usos. Existem, também algumas relações benefício/custo a serem consideradas, como:

- Em caso nenhum devem ser alocados, a um dado uso, custos superiores aos benefícios dele advindos;
- O custo de um uso não deve ser suportado por benefícios decorrentes de outro uso.

Além disso, as alocações de custos devem obedecer às disposições da legislação em vigor e de acordos específicos que tiverem sido assinados para tal fim.

De um modo geral, as grandes linhas de princípios a serem seguidas são as seguintes:

- Cada uso deve compartilhar eqüitativamente as economias resultantes da implantação de um projeto de usos múltiplos, dentro dos limites das alocações máximas e mínimas dos custos, referidas a seguir;
- O custo mínimo a ser alocado a cada uso é o seu custo específico, ou separável, dependendo do método de alocação adotado;
- O custo máximo a ser alocado para cada uso é o seu benefício; ou o custo alternativo de uso único, adotando-se o menor desses dois valores;
- Os custos indivisíveis devem ser distribuídos eqüitativamente, sem considerar a capacidade de qualquer uso específico de ressarcir seus custos;
- Devem ser obedecidas tanto as prioridades estabelecidas em lei para o uso da água, como a legislação, os tratados e os convênios específicos nesse sentido.

### 11.5.4 Métodos para Alocação de Custos

Dentre os métodos comumente aceitos para projetos de recursos hídricos, podem-se citar os seguintes:

- Método das Despesas Alternativas Justificáveis - Neste método, os custos comuns devem ser rateados proporcionalmente às despesas alternativas justificáveis para cada uso, que não devem exceder nem aos benefícios, nem ao menor custo alternativo possível de cada uso. Neste método, a alocação mínima é o custo específico respectivo. É um dos métodos mais lógicos, na teoria ou na prática.
- Método dos Custos Separáveis e dos Benefícios Remanescentes (SCRB)<sup>1</sup> - Esse método é semelhante ao anterior, exceto pelo fato de que a alocação mínima é determinada pelos "custos separáveis", ao invés dos "custos específicos". O custo separável de cada uso é a diferença entre os custos dos projetos para usos múltiplos, incluindo, ou não, o uso em pauta. Essa definição inclui, na alocação

---

A sigla SCRB é conhecida mundialmente.

- mínima, uma parte dos custos comuns, assim como os custos específicos; requer estimativas mais cuidadosas dos custos do projeto do que o método acima discutido; em teoria, os dois métodos são razoáveis e lógicos.
- Método do Uso das Estruturas - Neste método, os custos comuns são alocados com base nos usos físicos, como capacidade de um reservatório, ou as restituições de água, separadamente ou em conjunto. É suscetível de muitas variações e apresenta problemas na superposição do uso do volume dos reservatórios, os seus volumes útil e morto, variações do tempo de uso e a avaliação dos benefícios para a pesca, a fauna e a recreação. A sua maior deficiência é admitir que cada metro cúbico de água tenha o mesmo valor, para todos os usos.

Pela ordem de preferência, o primeiro método é o SCRB, o segundo, o das Despesas Alternativas Justificáveis, e o último, o do Uso das Estruturas, este de aplicação limitada, sendo utilizado, apenas, em cálculos simples, tais como a divisão do custo de um canal entre abastecimento urbano e irrigação, proporcionalmente, ou quando os custos são divididos entre duas entidades. Um exemplo disto seria o atendimento pelas obras de irrigação a dois ou mais distritos. Portanto, dois são os métodos que se costumam adotar para as alocações de custos: das Despesas Alternativas Justificáveis e o SCRB. O segundo é o preferido pela maior parte dos órgãos e analistas ligados aos recursos hídricos, porque ele satisfaz os testes de justiça e eqüidade melhor do que os outros, devendo, portanto, ser usado sempre que possível. O método das Despesas Alternativas Justificáveis deve ser utilizado quando os dados de custos forem insuficientes; ou quando a determinação dos custos separáveis for muito complexa.

As alocações de custos podem ser complexas e confusas, mas o objetivo deste procedimento é de achar um método preciso e lógico para se alocarem custos comuns. Além disso, não há nada de místico em relação aos métodos de alocação de custos que têm sido desenvolvidos, pois mesmo os mais refinados (Despesas Alternativas Justificáveis e SCRB) dependem de uma lógica simples e de uma aritmética elementar; e, embora ambos apresentem algumas vantagens, têm, também, as suas deficiências. Na verdade, qualquer método de alocação que use benefícios em qualquer estágio será válido, apenas, na medida em que os diversos tipos de benefícios usados na análise sejam igualmente válidos para os diversos usos do projeto. Embora os diferentes tipos de benefícios possam ser medidos em termos de valores econômicos (dólares ou cruzeiros) idênticos, permanecem algumas inconsistências, apesar dos esforços que têm sido feitos para reduzi-las. Esta é uma consequência inevitável do fato de os serviços fornecidos pelo projeto serem diferentes, na sua essência. Como consequência, respectivos métodos de identificação e medição devem ser também diferentes. Assim, os analistas devem reconhecer a necessidade de usar, com todo controle cada método de alocação de custos, lembrando-se que o resultado final da análise deve ser uma eqüitativa distribuição dos custos. O resultado é mais importante que o método.

No Manual “Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação” é dado um exemplo de alocação de custos num projeto de usos múltiplos.

# ANEXO 1

## TIPOS DE PROJETOS

### 1. Tipos de Projetos

No documento intitulado “Resenha Setorial da Irrigação no Brasil”, o Governo Brasileiro definiu cinco tipos de projetos (A a E), em função do grau de envolvimento do governo, inclusive quanto às despesas.

A Lei de Irrigação define como projetos públicos aqueles que tiverem a sua infra-estrutura de irrigação planejada, projetada, construída e operada direta ou indiretamente por um órgão público; e como projetos privados, aqueles cuja infra-estrutura de irrigação tiver sido implantada e operada pelos agricultores, com ou sem assistência do governo. Para cada um desses dois tipos de projetos prevalecem normas diferenciadas, no que se refere ao uso, aquisição e desapropriação das terras, bem como ao resarcimento dos custos. No entanto, os diversos tipos de projetos de irrigação desenvolvidos nos últimos dez anos, nem sempre podem ser enquadrados na dicotomia setor público/setor privado prevista na Lei. Assim sendo, a “Resenha” propôs uma nova classificação dos projetos de irrigação, apresentada a seguir, baseada no grau de envolvimento do setor público no planejamento, implantação, operação, manutenção e financiamento dos projetos de irrigação.

- **Projetos do Tipo A** - São projetos totalmente privados, de um ou diversos irrigantes, que não recebem nenhum apoio especial do governo, quer técnico ou financeiro; e que utilizam fontes hídricas localizadas na propriedade, no subsolo da mesma, ou próximo a ela. Os agricultores destes projetos podem aproveitar os sistemas convencionais de assistência técnica, crédito, armazenagem, transporte, venda de insumos, mercado e comercialização, etc.
- **Projetos do Tipo B** - São perímetros privados (um ou mais irrigantes), que, além dos serviços normais acima citados, recebem apoio do governo através de investimentos em estradas, pequenas obras hidráulicas, drenagem e eletrificação, com o pleno resarcimento dos investimentos feitos em benefício da irrigação, exceto as estradas.
- **Projetos do Tipo C** - Trata-se de cooperativas, ou de associações de agricultores, que, além de receberem, em geral, um apoio infra-estrutural semelhante ao dos projetos do Tipo B, usufruem de créditos especiais e de assistência técnica do governo, para se organizarem e implantarem obras coletivas de adução de água. Nestes projetos, a fonte hídrica pode estar a uma certa distância dos limites da área.
- **Projetos do Tipo D** - São projetos mistos, parte públicos e parte privados, onde, face ao porte do projeto, ou à distância até a fonte hídrica, as obras principais são implantadas pelo governo, através de financiamentos concedidos aos beneficiários, ou utilizando recursos orçamentários (a serem plenamente resarcidos). O governo poderá, eventualmente, arcar, inicialmente, com parte dos custos de operação e manutenção do sistema. Se as terras forem públicas, os lotes irrigados poderão

ser vendidos, seja a agricultores individuais, seja a empresas agrícolas. Parte da área seria reservada para colonos. A “Resenha” considera, ainda, que, em regiões áridas, onde outras formas de produção agrícola forem inviáveis, poderiam ser implantados alguns projetos Tipo D especiais, onde o governo construiria as obras de irrigação de uso comum, que permaneceriam sendo de sua propriedade. Os custos das mesmas seriam resarcidos através das tarifas d’água. Nestes projetos, próximo à metade da área seria destinada para “pequenos agricultores”, com lotes de até 20 ha; a área restante seria para empresas agrícolas, com lotes de até 200 ha. No entanto, o financiamento das obras parcelares para os pequenos agricultores ficaria limitado a 5 ha. Os custos totais de tal financiamento, incluindo os juros, seriam resarcidos pelos beneficiários, devendo ser assinados contratos específicos para esse fim com a entidade responsável pelo projeto.

- **Projetos do Tipo E** - Trata-se de perímetros públicos, para implantação de pequenos irrigantes (colonos); o governo proveria a totalidade de infra-estrutura, inclusive a parcelar e os serviços de apoio à agricultura, com resarcimento parcial dos investimentos em infra-estrutura.

## 2.

### A Lei de Irrigação

A Lei de Irrigação e sua regulamentação, indicam que o resarcimento dos investimentos e dos custos de operação e manutenção dos projetos de irrigação, implantados com apoio do governo, deverá ser feito através das tarifas d’água cobradas dos beneficiários. As mesmas incluem um componente relativo ao volume consumido, para cobrir os custos de operação e manutenção; e um componente por hectare, para propiciar o retorno dos investimentos públicos em obras de uso comum. Em princípio, a legislação estabelece que as tarifas deveriam cobrir 100% dos custos operacionais, bem como 100% dos investimentos, este amortizados, com correção monetária, porém sem juros, num período de 50 anos.

# **ANEXO 2 EXEMPLO DE PLANEJAMENTO REGIONAL**

**2**

## **EXEMPLO DE PLANEJAMENTO REGIONAL**

Este anexo, apresenta a descrição sumária de um estudo de planejamento regional para o Programa Nacional de Irrigação elaborado em 1988/89 intitulado “Hierarquização de Áreas para a Irrigação Privada na Região Nordeste”, que investigou as possibilidades de desenvolvimento da irrigação privada no Nordeste. Um jogo completo dos relatórios que o compõem pode ser consultado na Secretaria Nacional de Irrigação - SENIR.

### **2.1. Definição da Região**

A região abrangeu todo o Nordeste, incluindo o Estado do Maranhão e a parte semiárida do Norte de Minas Gerais.

### **2.2. Seleção Preliminar de Áreas**

Uma equipe de técnicos que conhecia bem o Nordeste selecionou os vales com potencial para o desenvolvimento da irrigação privada, num total de 57. O mapa da [Figura A2.1](#) mostra a localização desses vales; e de quatro áreas, adicionadas posteriormente.

### **2.3. Diagnóstico no Escritório**

No início dos estudos, precedeu-se a um diagnóstico completo, no escritório, tendo sido analisados estudos, relatórios, mapas e fotos aéreas existentes, previamente coletados.

### **2.4. Segunda Seleção de Áreas**

Com base no diagnóstico acima, foram adicionadas quatro áreas ao estudo.

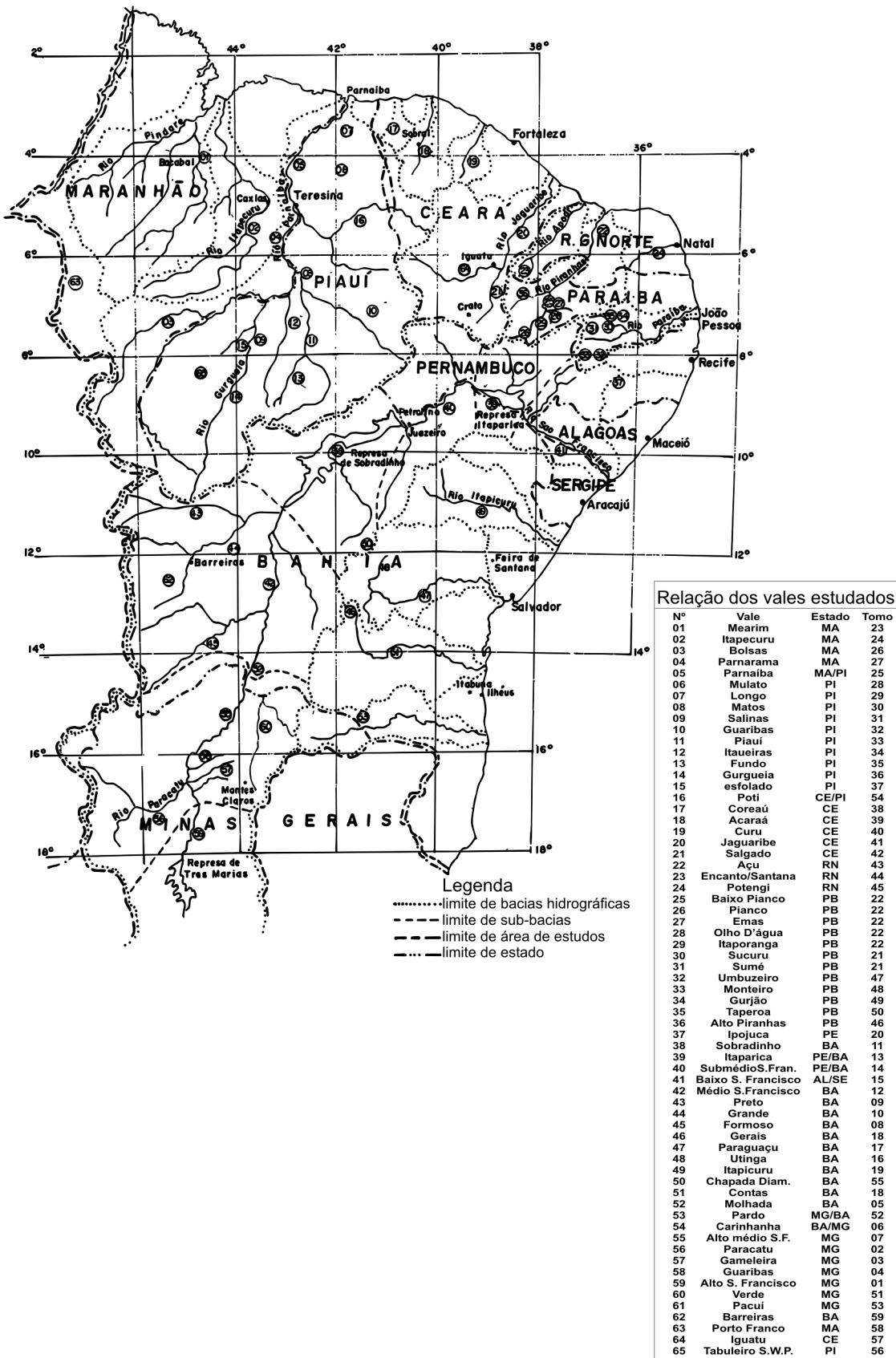
### **2.5. Estudos Preliminares de Reconhecimento**

Com base nas informações coletadas durante o diagnóstico, foram desenvolvidos estudos de reconhecimento para cada uma das 61 áreas.

#### **2.5.1 Solos**

Pedólogos sênior treinados avaliaram as informações e estudos de solos disponíveis para cada área. Os dados sobre solos do Projeto RADAM, cobrindo todo o Nordeste, constituíram-se uma parte substancial das informações analisadas. Em muitas áreas havia estudos disponíveis de classificação de terras para irrigação. As fotos aéreas foram mui-

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação



**Figura A2.1**

**Mapa de Localização dos Vales Estudados**

to usadas. No estudo feito, os solos foram classificados como irrigáveis só por aspersão, ou por gravidade ou aspersão. Os solos não foram enquadrados nos critérios de classificação de terras do "Bureau of Reclamation", por considerar-se que, nesse nível de estudo, só era necessário definir se eram irrigáveis; e quais os métodos de irrigação (aspersão e/ou gravidade) adequados. Só foram considerados solos que se encontrassem até 20 km, no máximo, da fonte hídrica potencial, com um recalque máximo de 60 m. Todas as áreas fora desses limites foram excluídas do estudo. As informações foram apresentadas da maneira mais uniforme e comparável possível. As manchas irrigáveis identificadas foram lançadas em mapas de 1:50.000.

#### **2.5.2 Águas Superficiais**

Os estudos existentes foram utilizados ao máximo possível, especialmente os do PLIRHINE, feitos pela SUDENE, no início da década de 80. Foram identificados pontos potenciais de captação, em relação às manchas irrigáveis. As respectivas vazões mínimas foram estimadas, utilizando estudos existentes, quando disponíveis; caso contrário, foram analisados dados pluviométricos e fluviométricos da área. Determinadas as vazões mínimas, abateram-se delas os usos existentes e planejados, fora do projeto, definidos no diagnóstico. Disto resultou a disponibilidade de água para as manchas irrigáveis de cada vale. Essas vazões mínimas foram comparadas, a seguir, com demandas de água em 1,0 l/s/ha para os rios não regularizados; e em 0,6 l/s/ha para rios regularizados. Tal diferença resultou na consideração da possibilidade de modificar a operação dos reservatórios de regularização, para atender as demandas de pico.

Em algumas áreas, chegou-se à conclusão que seriam necessárias novas barragens, para tornar viável a irrigação. Em tais casos, a demanda anual foi comparada à disponibilidade anual, com 90% de garantia, passível de ser obtida com reservatórios de determinadas capacidades. Tudo foi feito mediante estudos simplificados de operação de reservatórios.

#### **2.5.3 Água Subterrânea**

Foram identificadas áreas com aquíferos conhecidos, situados nas proximidades das manchas de solos potencialmente irrigáveis. As disponibilidades hídricas subterrâneas foram estimadas com base em informações disponíveis sobre os aquíferos, tais como vazões de poços e rebaixamentos do lençol freático.

#### **2.5.4 Tipos de Projetos**

Visto que o estudo visou identificar potenciais para o desenvolvimento da irrigação privada, os projetos ficariam limitados aos Tipos B e C, não tendo sido achados projetos do Tipo A. As manchas de solos que seriam mais adequadas para projetos dos Tipos D e E (ou que já tiverem sido reservadas para tanto) foram excluídas do estudo. A definição se uma dada área seria destinada para um projeto do Tipo B ou do Tipo C (vide as definições do Anexo 1), foi feita em função da posição relativa das áreas irrigáveis e das fontes hídricas e dos padrões da estrutura fundiária.

#### **2.5.5 Custos**

Nesta fase dos estudos, os custos de investimento das obras de uso comum foram estimados usando-se curvas de custo, montadas a partir de informações disponíveis sobre aproveitamentos construídos recentemente ou cujos projetos de engenharia estivessem na sua fase final. Algumas curvas de custo foram inseridas no Capítulo 6.

A Tabela A2.1 apresenta as estimativas de custos parcelares utilizadas nessa fase do estudo. Tais custos basearam-se em informações disponíveis de projetos de irrigação

privada implantados recentemente, incluindo os custos de operação, manutenção, energia elétrica e reposição.

**Tabela A2.1 Despesas Anuais de Operação, Manutenção e Energia Elétrica**

Componente	Custo Anual (% do Investimento)
Barragens	0,5
Canais	3,0
Estações de Bombeamento	5,0
Estruturas de derivação	2,0
Tubulações de recalque	2,0
Sistemas de Distribuição	
Gravidade	2,0
Aspersão	5,0
Sistemas de Distribuição Elétrica	2,5
Rede Viária	1,0

Embora os custos de energia elétrica tenham sido incluídos nesses percentuais, essa não é a melhor maneira de determiná-los, devendo-se estimar os consumos (em kW) e as demandas (em kW) de cada sistema, aplicando-se, a seguir, as respectivas tarifas regionais de energia elétrica.

Os custos de reposição foram estimados usando-se as vidas úteis indicadas na [Tabela A2.2](#). A primeira coluna mostra as vidas úteis utilizadas nessa fase do estudo; e a segunda, as vidas úteis recomendadas neste MANUAL para estudos de planejamento regional.

**Tabela A2.2 Vidas Úteis para Fins de Análise Econômica**

Componente	Vida Útil <sup>(1)</sup> (anos)	Vida Útil <sup>(2)</sup> (anos)
Barragens	50	50
Canais	50	25
Estações de bombeamento	25	25
Grupos Moto-bomba		15
Obras de Derivação	50	50
Sistema de Distribuição de Água	50	25
Sistema de Distribuição de Energia Elétrica	25	25
Rede Viária	50	25
Sistemas de Irrigação Parcial		
Gravidade		20
Aspersão		6
Gotejamento		6

Notas     (1) Valores coletados nos estudos de hierarquização de vales.  
              (2) Valores recomendados neste MANUAL.

## **2.5.6 Custos da Infra-Estrutura Elétrica e Viária**

Os custos das linhas de transmissão, subestações elétricas e redes viária para as áreas irrigáveis foram estimados com base em dados coletados nos órgãos estaduais relevantes.

## **2.5.7 Benefícios e Benefícios Líquidos**

Os benefícios não foram calculados, tendo-se considerado que seria suficiente comparar alternativas, com base nos custos referidos nos dois itens anteriores.

## **2.6. Priorização de Áreas**

Contrariamente à abordagem apresentada no Capítulo 2, neste exemplo a priorização de áreas foi feita logo após a primeira iteração dos estudos de reconhecimento, ao invés de ser feita após a coleta de dados no campo. No processo de priorização, foram utilizados três grupos de indicadores, cada um com o seu peso relativo (vide Tabela A2.3).

**Tabela A2.3 Peso Relativo em Indicadores Econômicos**

Indicador	Peso Relativo
Econômico	0,60
Agrícola	0,30
Social	0,10
Soma	1,00

A Tabela A2.4 apresenta os resultados da priorização. Algumas das áreas iniciais não aparecem, por não terem apresentado a menor condição para desenvolvimento da agricultura irrigada.

## **2.6.1 Indicadores Econômicos**

No cálculo dos indicadores econômicos, foram computados todos os custos, inclusive das redes elétrica e viária. Eles foram estimados a partir de valores por hectare; os custos anuais foram capitalizados e somados aos investimentos, o mesmo sendo feito para os custos de reposição. Para cada área, calculou-se um custo resumo por hectare, incluindo todos os custos, tais como investimentos em obras de uso comum e parcelares, linhas de transmissão, rede viária, operação, manutenção, energia elétrica e reposição. Este procedimento não é correto, do ponto de vista teórico, já que deveriam ter sido considerados, apenas, os investimentos diretamente relacionados ao desenvolvimento da irrigação. Assim, o fato de que custos operacionais da energia elétrica (tanto para uso comum como parcelar), como os custos das linhas de transmissão tenham sido incluídos nas estimativas, conduziu a uma contagem em dobro dos mesmos. Entretanto, chegou-se à conclusão de que as áreas a serem priorizadas eram as que tinham os menores custos para desenvolvimento da irrigação e requeriam os menores investimentos nos sistemas elétrico e viário. Isto explica os motivos que levaram a calcular desta maneira os indicadores para priorização de áreas.

**Tabela A2.4.** Sumário de Priorização

Nº	Vale	Estado	Índice	Área (Ha)	Investimento mais Custo Anual Capitalizado (US\$)	Período de Investimento (Ano)	Custo Unitário (US\$ ha)	Área Acumulada (ha)	Investimento (1.000 US\$)	Investimento Acumulado (1.000 US\$)
1	ALTO PIRANHAS	PB	8.58	2180	10499093	2	4816	2180	8601	8601
2	SUB MÉDIO SÃO FRANCISCO	PE/BA	8.50	25762	226377612	9	8787	27942	166205	174806
3	BAIXO PIACÓ	PB	8.44	1515	9300051	4	6139	29457	6320	1811126
4	BAIXO SÃO FRANCISCO	AL/SE	8.37	1425	10355214	4	7267	30882	7275	188401
5	ITAPARICA	PE/BA	8.18	375	3659101	2	9758	31257	2851	191252
6	LONGÁ	PI	7.02	4500	19182086	3	4263	35757	14992	206244
7	GUARIBAS	PI	7.82	1600	9142202	2	5714	37357	7895	214139
8	RULATO	PI	7.79	787	5282772	2	6713	38144	4087	218226
9	BARRERAS	BA	7.79	24784	214389523	5	8650	62928	151665	369891
10	PARNÁBA	MA/PI	7.63	122970	821988075	12	6684	185898	513918	883809
11	ITAPICURU	BA	7.58	472	3622910	2	7676	186370	2507	886316
12	PARDO	MG/BA	7.53	15100	79687397	6	5277	201470	49104	935420
13	ALTO SÃO FRANCISCO	MG	7.36	21675	156891297	9	7238	223145	120617	1056037
14	AÇU	RN	7.29	18900	127107413	6	6725	242045	87520	1143557
15	MONTEIRO	PB	7.17	920	6909693	2	7511	242965	5018	1148575
16	POTENGI	RN	7.17	610	5152581	2	8447	243575	2683	1151288
17	ACARAÚ	CE	7.15	3600	32999051	3	9083	247175	27533	1178791
18	PACUI	MG	7.14	2000	12411806	2	6206	249175	8446	1187237
19	ENCANTO/SANTANA	RN	7.13	720	7120170	2	9898	249895	5651	1192888
20	IGUATU	CE	7.10	2400	18134962	2	7556	252295	15483	1208372
21	PARACATU	MG	7.04	51900	452023385	10	8710	304195	352789	1561161
22	SUME	PB	7.01	82	658456	2	8030	304277	1002	1562163
23	COREAU	CE	6.95	8015	119502358	3	14910	312292	91376	1653539
24	ITAUEIRAS	PI	6.95	660	3859615	2	5848	312952	2610	1656149
25	MEARIM	MA	6.93	21021	109752028	10	5221	333973	84896	1741045
26	ALTO MÉDIO SÃO FRANCISCO	MG	6.85	118852	1056607227	12	8890	452825	769937	2510982
27	GAMELEIRA	MG	6.74	1500	12928069	4	8619	454325	11203	2522185
28	GURGUEIA	PI	6.71	16010	84003234	6	5247	470335	70431	2592616
29	FORMOSO	BA	6.71	4875	44258928	4	9079	475210	30499	2623115
30	PIAÚI	PI	6.67	12600	82691108	5	6563	487810	58776	2681891
31	CONTAS	BA	6.64	2550	33539245	5	13153	490360	25996	2707887

**Tabela A2.4.** Sumário de Priorização

Nº	Vale	Estado	Índice	Área (Ha)	Investimento mais Custo Anual Capitalizado (US\$)	Período de Investimento (Ano)	Custo Unitário (US\$ ha)	Área Acumulada (ha)	Investimento (1.000 US\$)	Investimento Acumulado (1.000 US\$)
32	MATOS	PI	6.56	8539	93334003	4		10930	498899	64863
33	PARAGUAÇU	BA	6.54	16266	178510178	10		10974	515165	148980
34	BALSAS	MA	6.51	53325	300589560	10		5616	568690	199512
35	ITAPICURU	MA	6.44	20212	215728644	10		10673	588902	219814
36	SOBRADINHO	BA	6.41	17670	176158319	9		9969	606572	122903
37	POTI	CE/PI	6.34	13000	89882618	5		6914	619572	52523
38	MALHADA	BA	6.28	28960	259866288	9		8976	648522	198227
39	MÉDIO SÃO FRANCISCO	BA	6.15	207750	1884542732	12		9071	856272	1371401
40	CARINHANHA	MG/BA	6.13	3900	40636094	4		10420	860172	31833
41	TAPERÓA	PB	6.04	905	11368608	2		12562	861077	7856
42	ITAPORANGA	PB	5.98	785	15531631	3		20168	861862	11669
43	GRANDE	BA	5.88	50287	456508864	10		9078	912149	340772
44	GUARIJAS	MG	5.84	825	10524828	3		12757	912974	5991
45	FUNDO	PI	5.78	626	6588680	2		10525	913600	5474
46	UTINGA	BA	5.65	4204	56009685	5		13323	917804	46758
47	GURJÃO	PB	5.42	250	3530193	2		14121	918054	2891
48	PORTO FRANCO	MA	5.15	14100	180656188	4		12812	932154	130329
49	PRETO	BA	4.79	22200	277452881	9		12498	954354	194257
50	JURUCU	PB	4.50	60	1336964	2		22281	954414	493
51	OLHO D'ÁGUA	PB	4.25	589	14723357	3		24997	955003	11715
52	IPOUCA	PE	4.14	547	13617973	4		24896	955550	11410
53	PIANCO	PB	3.14	525	17373336	3		33092	986075	11544
54	ESFOLADO	PI	2.20	265	6685576	2		25229	956340	5766

## 2.6.2 Indicadores Agrícolas

Para o estabelecimento de indicadores agrícolas para cada área em estudo, foram considerados os seguintes fatores:

- Uso da terra: produção agrícola versus produção pecuária;
- Uso da irrigação;
- Disponibilidade e uso do crédito rural;
- Produtividades;
- Facilidades para comercialização de produtos agrícolas;
- Uso de fertilizantes;
- Uso de herbicidas e pesticidas;
- Uso de mecanização;
- Disponibilidade de assistência técnica.

Foi atribuído um peso relativo a cada um desses fatores e cada área foi avaliada em relação a cada fator. Calculou-se, então, um indicador agrícola composto para cada área.

## 2.6.3 Indicadores Sociais

No desenvolvimento de indicadores sociais, foram considerados os seguintes fatores para cada área em estudo:

- Área média das propriedades;
- População rural;
- População total;
- Posse da terra;
- População economicamente ativa;
- População economicamente ativa empregada na agricultura;
- Postos de saúde;
- Número de médicos;
- Leitos hospitalares;
- Fatores ambientais.

Foi atribuído um peso relativo a cada fator e cada área foi avaliada em relação a cada fator. Calculou-se, então, um indicador social composto, para cada área.

## 2.7. Planos de Ação Preliminares

Para cada área foi elaborado um plano de ação preliminar (chamado, no estudo, de plano operativo), contendo os seguintes elementos de informação:

- Descrição de:
  - a) área, limites municipais, geografia;
  - b) clima;
  - c) população, saúde, emprego, estrutura fundiária;
  - d) uso da terra, crédito, assistência técnica, mercado e comercialização, infra-estrutura para armazenamento e transporte da produção;
  - e) rede viária existente e planejada;
  - f) rede elétrica existente e planejada;
- Disponibilidade de água para irrigação;
- Localização e caracterização dos solos irrigáveis;
- Leiaute do sistema de irrigação proposto;
- Instalações elétricas propostas;
- Providências institucionais propostas;
- Ações governamentais propostas de apoio à irrigação privada.

## 2.8. Terceira Seleção de Áreas

Concluída a priorização, procedeu-se à terceira seleção de áreas, como parte da preparação de um pedido de empréstimo ao Banco Mundial para desenvolvimento da irrigação privada no Nordeste. Essa seleção foi feita apenas para o primeiro ano de um programa de 5 anos, portanto, de uma área potencial total de mais de 900.000 ha foram selecionadas somente 67.000 ha. Os critérios de seleção foram os seguintes:

- A área ocupava um dos primeiros lugares na lista de priorização do estudo de “Hierarquização”;
- A área não fazia parte do estudo de “Hierarquização”, tendo sido estudada, porém, para inclusão pelos Estados, o DNOCS ou a CODEVASF, no programa; e os custos totais por hectare foram similares aos melhores do estudo de “Hierarquização”;
- O objetivo de se criarem novos pólos de irrigação no Nordeste, similares ao de Petrolina/Juazeiro;
- Baixo custo da infra-estrutura de apoio (menos de US\$ 1500 por hectare).

## 2.9. Diagnóstico no Campo

O objetivo deste diagnóstico foi de verificar e complementar os elementos:

- Informações técnicas sobre solos, recursos hídricos, fatores agrícolas e sociais, custos e preços.
- Dados sobre a estrutura fundiária.
- Informações sobre o interesse dos agricultores locais na irrigação.

Uma equipe de especialistas visitou cada área durante, aproximadamente, uma semana, coletando dados por observação direta e aplicação de questionários; uma cópia destes está inserida no Anexo 4.

## 2.10. Segunda Iteração dos Estudos de Reconhecimento

As informações relativas à aptidão das terras e à disponibilidade de água, obtidas na primeira fase, foram reavaliadas com base nas informações coletadas no campo. Assim, os tipos de projetos foram revistos, com base nos dados sobre a estrutura fundiária e de agricultores interessados na irrigação. Foram revisadas, também, as estimativas de custos das estruturas parcelares e de uso comum. Nesse nível do estudo, adotaram-se valores de US\$ 4958/ha para pivô central, US\$ 2560/ha para aspersão convencional e US\$ 1555/ha para irrigação superficial. Os custos referentes à operação, manutenção e reposição e à produção parcelar também foram revisados. Durante essa iteração, foram calculados os benefícios, sendo estimada uma taxa interna de retorno de 17,1%, para o grupo de projetos considerados para implementação durante o primeiro ano.

## 2.11. Quarta Seleção de Áreas

Com base no diagnóstico de campo e nos estudos de reconhecimento, concluiu-se que algumas áreas não eram viáveis para implementação. Assim, foram selecionados os projetos constantes da Tabela A2.5.

**Tabela A2.5****Planos Selecionados**

Plano Selecionado	Área (ha)
Barra do Corda	5.000
Açu	5.000
Barreiras	8.400
Balsas	10.000
Buriti dos Lopes	6.970
Guaribas	1.250
Gurguéia	2.000
Baixo Jaguaribe	5.000
Longá	4.500
Cariri/Salgado	1.000
Timon	9.000
Acaraú	1.500
<b>TOTAL</b>	<b>59.620</b>

# **ANEXO 3**

## **DIRETRIZES**

## **RELATIVAS**

## **AO MEIO AMBIENTE**

### **3. DIRETRIZES RELATIVAS AO MEIO AMBIENTE**

Este anexo contém:

- Uma lista de verificação ambiental e um modelo de relatório de exame inicial.
- O esboço dos procedimentos para análise dos impactos sobre o meio ambiente.
- Uma sugestão de modelo de documento de análise dos impactos ambientais.

Além deste MANUAL, devem ser consultadas as "Diretrizes Ambientais para o Setor de Irrigação", publicadas por SENIR-IBAMA-PNUD-OMM.

#### **LISTA DE VERIFICAÇÃO DO MEIO AMBIENTE**

##### **OBJETIVO:**

Propiciar um exame inicial dos impactos da implantação do projeto sobre o meio ambiente; identificar as eventuais medidas mitigadoras necessárias (de preservação, recuperação e controle).

Se forem identificados problemas potenciais para o meio ambiente, deverá ser feita uma análise adicional, em relação aos mesmos.

A lista apresentada a seguir destina-se a um exame inicial dos problemas ambientais, no âmbito de estudos a nível de pré-viabilidade. Caso venha a ser necessário, no decorrer da fase de viabilidade, deverão ser levadas a efeito análises ambientais adicionais.

##### **PROCEDIMENTOS**

O passo inicial consistirá em identificar quais os itens listados poderão causar impactos ambientais significativos, que deverão ser identificados com a letra "X", colocada no local adequado.

Uma vez que a lista tiver sido preenchida, será possível verificar em que áreas deveriam ser feitos exames mais detalhados; neste caso, deve-se preencher o formulário intitulado "Determinação dos Impactos sobre o Meio Ambiente"

**LISTA DE VERIFICAÇÃO AMBIENTAL**

IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE O MEIO AMBIENTE	EXAME INICIAL		
	IMPACTO NÃO SIGNIFICATIVO	IMPACTO SIGNIFICATIVO	
		PEQUENO	MÉDIO
<b>A. LOCALIZAÇÃO DO PROJETO</b>			
1. Alteração do regime hidrológico			
- aumento (qualitativo e quantitativo) das enchentes;			
- efeitos sobre a pesca;			
- efeitos sobre os padrões de drenagem;			
- efeitos sobre a navegação fluvial.			
2. Conflitos relativos ao uso da terra e ao suprimento de água:			
- efeitos sobre a disponibilidade de água, a jusante;			
- efeitos sobre os usos atuais da terra;			
- avanços sobre áreas de florestas, várzeas, banhados...			
3. Impedimentos ao deslocamento da fauna silvestre dos rebanhos e da população.			
4. Reassentamento de populações			
- efeitos sobre as comunidades e a população			
5. Aspectos culturais e históricos			
- efeitos sobre os mesmos			
6. Efeitos sobre as espécies vegetais ou animais ameaçadas de extinção			
<b>B. CONCEPÇÃO DO SISTEMA</b>			
1. Erosão na bacia hidrográfica			
- índice de transporte de sedimentos			
- poços de sedimentação excessiva em canais			
2. Problemas ligados à qualidade da água			
- aumento, a jusante, das concentrações de sais e de sólidos em dissolução			
- aumento da intrusão da cunha salina em sistemas estuarinos			
3. Extração de água subterrânea			
- problemas de abatimento de solos, causados pelos bombeamentos			
- salinização de aquíferos			
- efeitos de depleção do nível freático sobre usos de terceiros (interferências)			
4. Uso de produtos químicos			
- problemas associados ao uso de fertilizantes inseticidas e herbicidas			
5. Distribuição da água			
- desequilíbrio na distribuição da água			
6. Concepção dos canais			
- problemas relativos ao crescimento de ervas daninhas			
- problemas relativos à limpeza dos canais			
- problemas relativos à erosão			
- problemas relativos à doenças de veiculação hídrica			

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE O MEIO AMBIENTE	EXAME INICIAL		
	IMPACTO NÃO SIGNIFICATIVO	IMPACTO SIGNIFICATIVO	
		PEQUENO	MÉDIO
7. Trilhas de trânsito			
- problemas relativos à intercepção de trilhas de animais selvagens, rebanhos e populações			
8. Posse da terra			
- problemas relativos à distribuição dos benefícios aos proprietários das terras e aos agricultores			
9. Crédito aos agricultores			
- limitação dos recursos creditícios disponíveis para melhorias parcelares (investimentos) e para custeio agrícola			
10. Associações de irrigantes			
- problemas relativos à criação de novas associações para comercialização, operação e manutenção			
- problemas com cooperativas existentes			
<b>C. CONSTRUÇÃO DAS OBRAS</b>			
1. Problemas relativos à erosão dos solos			
2. Danos à vegetação e diminuição da água disponível			
3. Controle Ambiental			
- problemas relativos ao monitoramento do meio ambiente, durante a fase de construção			
<b>D. FASE OPERACIONAL</b>			
1. Manutenção			
- problemas relativos à limpeza e reparos nos canais			
2. Impactos nos solos			
- encharcamento			
- salinização			
- lixiviação de nutrientes			
- excesso de sódio			
3. Impactos na água subterrânea			
- mudanças quantitativas e/ou qualitativas			
4. Doenças de veiculação hídrica			
- aparecimento de novas doenças			
- aumento da incidência de doenças existentes			
- problemas relativos às providências para eliminação de caramujos (esquistossomose)			
5. Elementos químicos tóxicos			
- efeitos na pesca, na fauna e na flora			
- prejuízos para os agricultores			
6. Controle			
- problemas relativos ao controle dos impactos sobre o meio ambiente durante a operação			
<b>E. OUTROS USOS ESSENCIAIS</b>			
- problemas ligados ao uso da água de irrigação para outros usos essenciais			

## **DETERMINAÇÃO DOS IMPACTOS SOBRE O MEIO AMBIENTE**

NOME DO PROJETO:

ESTADO:

Principais componentes do projeto:

Problemas relativos ao meio ambiente (se for o caso) identificados no exame inicial do projeto; abordagem proposta para os mesmos:

- Necessidade de exames ambientais mais detalhados:
- não são necessários, pois não foram identificados impactos significativos;
  - não são necessários, visto que podem ser recomendadas, rapidamente, medidas de controle;
  - necessários, conforme descrito acima.

## **ESBOÇO DOS PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE O MEIO AMBIENTE**

Nome do Projeto:

Data:

### **1. Histórico**

Resumo dos Resultados e Conclusões da Avaliação Inicial do Meio Ambiente.

- a) Problemas que a localização do projeto causa ao meio ambiente**
  - (i) (detalhar, conforme couber)
  - (ii)
  - (iii)
- b) Problemas que a concepção/traçado do projeto causa ao meio ambiente**
  - (i) (detalhar, conforme couber)
  - (ii)
  - (iii)
- c) Problemas que a construção causa ao meio ambiente**
  - (i) (detalhar, conforme couber)
  - (ii)
  - (iii)
- d) Problemas causados ao meio ambiente pela operação do projeto**
  - (i) (detalhar, conforme couber)
  - (ii)
  - (iii)

### **2. Diretrizes Gerais - Cada impacto deve ser estudado de maneira a:**

- a) confirmar a significância dos impactos identificados;
- b) descrever tais impactos, quantificá-los, na medida do possível;
- c) recomendar medidas mitigadoras viáveis e/ou melhorias (incluindo alternativas para minimizar ou eliminar tais impactos, indicando seus meios de implementação e custos);
- d) delinear as necessidades de monitoramento/supervisão, como parte do plano de controle ambiental;
- e) estimar as relações custo/benefício das alternativas, bem como os seus respectivos "trade-offs".

## **MODELO SUGERIDO PARA ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

### **INTRODUÇÃO**

- Objetivos da análise ambiental, com a identificação do projeto e de seu(s) proponente(s); uma breve descrição da sua natureza, tamanho, localização e importância quanto às metas e estratégias de desenvolvimento nacional, regional e local.
- Escopo e extensão da análise.

### **DESCRIÇÃO DO PROJETO**

- Tipo de projeto;
- Localização;
- Magnitude das operações;
- Concepção geral do projeto e dos seus principais componentes;
- Programação de implementação.

### **DESCRIÇÃO DO MEIO AMBIENTE ATUAL**

- Componentes biofísicos (clima, solo, água, habitats, etc.);
- Componentes sócio-econômicos (estrutura da comunidade, saúde, cultura, etc.).

### **IMPACTOS POTENCIAIS SOBRE O MEIO AMBIENTE**

- Temporários, irreversíveis, etc.
- Medidas mitigadoras propostas.

### **CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ALTERNATIVAS**

- Localizações e/ou sistemas alternativos viáveis.

### **CUSTOS E BENEFÍCIOS**

#### **PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL**

- Monitoramento/supervisão

### **RESUMO E CONCLUSÕES**

# ANEXO 4

## QUESTIONÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO

4.

### QUESTIONÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO (PRODUTOR RURAL)

ENTREVISTADOR: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_

#### I. IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

1. Nome Completo: \_\_\_\_\_  
Apelido: \_\_\_\_\_
  2. Denominação do Imóvel: \_\_\_\_\_
  3. Localidade: \_\_\_\_\_
  4. Distrito: \_\_\_\_\_
  5. Município: \_\_\_\_\_
  6. Estado: \_\_\_\_\_
  7. Local de Residência:  
 No estabelecimento rural  
 Vila/Cidade
- Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### II. DADOS PESSOAIS DO ENTREVISTADO

8. Idade: \_\_\_\_\_ anos

9. Grau de Instrução

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Analfabeto    | <input type="checkbox"/> 4 anos do 1º grau |
| <input type="checkbox"/> Assina o nome | <input type="checkbox"/> 1º grau completo  |
| <input type="checkbox"/> Lê e escreve  | <input type="checkbox"/> 2º grau completo  |
| <input type="checkbox"/> Superior      |  |

10. Onde nasceu? Município: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

11. Há quanto tempo vive nessa localidade?

12. Você se dedica apenas à agricultura?

- Sim       Não

Se NÃO, qual a outra atividade? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### III. CONDIÇÕES DE OCUPAÇÃO DA TERRA

13. Condição de ocupação

- Proprietário     Morador
- Arrendatário     Rendeiro/Meeiro
- Posseiro     Outra \_\_\_\_\_

14. Qual o tamanho da área que ocupa? \_\_\_\_\_ ha

15. A quem pertence a terra? (indicar o nome): \_\_\_\_\_

Atividade Principal

- A outro membro do grupo familiar
- A outros parentes
- A um pequeno produtor
- A um médio ou grande proprietário
- A uma pessoa não ligada à agricultura
- Outros \_\_\_\_\_ (especificar)

16. Qual é o trato feito com o dono da terra? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### IV. DADOS SOBRE A ESTRUTURA PRODUTIVA

17. Discriminação do uso do solo

Lavouras temporárias: \_\_\_\_\_ ha  
 Lavouras permanentes: \_\_\_\_\_ ha  
 Pastagens naturais: \_\_\_\_\_ ha  
 Pastagens plantadas: \_\_\_\_\_ ha  
 Área não utilizada que conserva a sua vegetação natural: \_\_\_\_\_ ha  
 Outras: \_\_\_\_\_ ha

18. Principais atividades econômicas

- Culturas Quais?  
 (citar as 3 (três) mais importantes da última safra)
  - a. \_\_\_\_\_ ha \_\_\_\_\_ sacas
  - b. \_\_\_\_\_ ha \_\_\_\_\_ sacas
  - c. \_\_\_\_\_ ha \_\_\_\_\_ sacas
- Pecuária     de corte     de leite
- Extrativismo Tipos? \_\_\_\_\_

19. Quanto vende, em relação ao volume produzido?

- Quase tudo     Menos da metade
- Mais da metade     Nada
- Metade

20. Em relação à pecuária: pretende aumentar a área de pastagem?

(ou o número de cabeças do rebanho?)

- Não     Sim

Por quê? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

21. Utiliza alguns dos insumos abaixo? Onde os obtém?

Local de Aquisição

- Fertilizantes \_\_\_\_\_
- Herbicidas \_\_\_\_\_
- Inseticidas \_\_\_\_\_
- Sementes selecionadas \_\_\_\_\_
- Mecanização \_\_\_\_\_

22. Pratica (ou já praticou) agricultura irrigada?

- Irriga há quanto tempo? \_\_\_\_\_  
que produto(s)? \_\_\_\_\_  
método? \_\_\_\_\_
- Se já irrigou, onde? \_\_\_\_\_  
método? \_\_\_\_\_  
que produtos? \_\_\_\_\_  
durante quanto tempo? \_\_\_\_\_
- Nunca irrigou, nem pretende em irrigar.  
Por quê? \_\_\_\_\_
- Nunca irrigou, mas gostaria de irrigar  
Por quê? \_\_\_\_\_  
O que precisaria ser feito para poder irrigar? \_\_\_\_\_

23. Mão-de-obra que utiliza:

- Familiar                            Contratada
- Permanente
- Temporária

Falta de mão-de-obra em alguma época do ano?

- Não                            Sim

Em que época? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

De onde vem a mão-de-obra contratada temporária? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## V. ACESSO AO CRÉDITO E OUTRAS FACILIDADES DE INFRA-ESTRUTURA

24 Crédito

24.1. Utilizou crédito bancário na última safra?

- Não                            Sim
- Custeio
- Investimento
- Comercialização

Se NÃO, por quê? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

24.2. Se SIM, já usou alguma vez?

- Já                            Nunca

24.3. Tem outras fontes de crédito?

- Não       Sim

Qual? \_\_\_\_\_

24.4. Utiliza apenas recursos próprios nas atividades agrícolas?

- Sim       Não

24.5. Tem conta bancária?

- Sim       Não

25. Assistência Técnica

25.1. Utiliza assistência técnica?

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Não     | <input type="checkbox"/> Sim                |
| <input type="checkbox"/> Pública | <input type="checkbox"/> Vale a pena        |
| <input type="checkbox"/> Privada | <input type="checkbox"/> às vezes, compensa |

25.2. Como obtém informações sobre técnicas agrícolas?

- |                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Televisão   | <input type="checkbox"/> Sindicatos |
| <input type="checkbox"/> Rádio       | <input type="checkbox"/> Vizinhos   |
| <input type="checkbox"/> Cooperativa | <input type="checkbox"/> Igreja     |
| <input type="checkbox"/> Outros      | _____                               |

25.3. Já recebeu informações sobre irrigação?

- Não       Sim

Como? \_\_\_\_\_

25.4. Conhece agricultores que irriguem, nas vizinhanças?

- Não       Sim

Que vantagens têm eles em relação aos demais? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Que tipos de problemas enfrentam? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

25.5. Acha que a irrigação melhorou o seu padrão de vida?

26. Energia Elétrica

26.1. Dispõe de energia elétrica?

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Não                          | <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Só para uso doméstico        |                              |
| <input type="checkbox"/> Movimentação de Equipamentos |                              |
| <input type="checkbox"/> Irrigação                    |                              |

27. Estradas

27.1. As estradas permitem o transporte de mercadorias durante todo o ano?

- Sim       Não

28. Armazenagem

28.1. Tem onde armazenar a produção:

- Na sua propriedade
- Na cooperativa
- Num armazém do governo
- Num armazém particular
- Outro \_\_\_\_\_
- Não tem

29. Associativismo

29.1. Participa de:

- Associação
- Cooperativa

Por quê? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Quais as vantagens? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Quais as desvantagens? \_\_\_\_\_

30. Uso da água

30.1. Indicar as fontes hídricas, usando o código abaixo:

- |             |                   |
|-------------|-------------------|
| (1) Rio     | (4) Açude         |
| (2) Poço    | (5) Água encanada |
| (3) Cacimba | (6) Cisterna      |
- a.  Para cozinhar      d.  Para beber  
b.  Para lavar a roupa      e.  Outros usos: \_\_\_\_\_  
c.  Para tomar banho \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## VI. PERCEPÇÕES/INFERÊNCIAS

31. A sua atividade agrícola melhorou nos últimos quatro anos?

- Sim
- Não

Por quê? \_\_\_\_\_

32. Quais as 3 (três) maiores dificuldades que você tem para mudar de atividade?

- a. \_\_\_\_\_  
b. \_\_\_\_\_  
c. \_\_\_\_\_

33. A falta ou o excesso de chuva são problemas para a atividade agrícola?

- Sim
- Não

Por quê? \_\_\_\_\_

34. O que poderia ser feito para minorar ou eliminar estes problemas? (Questões 32 e 33)

---

---

35. Quais, dos problemas abaixo, estão ocorrendo na área?

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Erosão do solo                   | <input type="checkbox"/> Conflitos fundiários            |
| <input type="checkbox"/> Salinização do solo              | <input type="checkbox"/> Doenças                         |
| <input type="checkbox"/> Inundação                        | <input type="checkbox"/> Conflitos p/ acesso à água      |
| <input type="checkbox"/> Contaminação da água             | <input type="checkbox"/> Falta de escolas                |
| <input type="checkbox"/> Pragas/Doenças na lavoura        | <input type="checkbox"/> Perdas de produção              |
| <input type="checkbox"/> Desmatamento                     | <input type="checkbox"/> Dificuldades na comercialização |
| <input type="checkbox"/> Insetos transmissores de doenças | <input type="checkbox"/>                                 |
| <input type="checkbox"/> _____                            | <input type="checkbox"/>                                 |
| <input type="checkbox"/> _____                            | <input type="checkbox"/>                                 |
| <input type="checkbox"/> _____                            | <input type="checkbox"/>                                 |

36. O que V. considera mais importante, hoje para o Sr. e a sua família?

(Numere pela ordem em que for respondido pelo entrevistado)

- |  |
|--|
| <input type="checkbox"/> Melhores condições de moradia                       |
| <input type="checkbox"/> Comprar terra                                       |
| <input type="checkbox"/> Escola para os filhos                               |
| <input type="checkbox"/> Assistência médica                                  |
| <input type="checkbox"/> Água potável (para beber)                           |
| <input type="checkbox"/> Comprar maquinaria agrícola                         |
| <input type="checkbox"/> Trabalhar por conta própria                         |
| <input type="checkbox"/> Estradas de acesso                                  |
| <input type="checkbox"/> Facilidades para vender a produção; melhores preços |
| <input type="checkbox"/> _____   |
| <input type="checkbox"/> _____   |
| <input type="checkbox"/> _____   |

37. Quais os maiores problemas que o impedem de irrigar a propriedade?

- |  |
|--|
| <input type="checkbox"/> Custo dos equipamentos        |
| <input type="checkbox"/> Não é proprietário da terra   |
| <input type="checkbox"/> Não há água disponível        |
| <input type="checkbox"/> Não dispõe de eletricidade    |
| <input type="checkbox"/> Não há estradas               |
| <input type="checkbox"/> Não há crédito                |
| <input type="checkbox"/> Não conhece a irrigação       |
| <input type="checkbox"/> Acha que o risco é grande     |
| <input type="checkbox"/> Falta de incentivos (fiscais) |
| <input type="checkbox"/> Outros _____                  |

38. Quais os principais fatores que o levariam a iniciar a irrigação na sua propriedade?

---

---

39. Se vier a adotar a irrigação, que faria, em relação às práticas atuais?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Mudaria os cultivos     | <input type="checkbox"/> Visaria alcançar mercados maiores |
| <input type="checkbox"/> Pediria mais crédito    | <input type="checkbox"/> Usaria novos insumos              |
| <input type="checkbox"/> Usaria mais mão-de-obra | <input type="checkbox"/> Mudaria o maquinário agrícola     |
| <input type="checkbox"/> Outros _____            | <input type="checkbox"/> Não sabe                          |

Observações: \_\_\_\_\_

---

---

## **LISTA DE PERGUNTAS PARA NÃO AGRICULTORES**

As perguntas referem-se a áreas que estão sendo estudadas, devendo ser endereçadas como abaixo indicado:

### **PERGUNTAS**

- A) Principais características da produção agrícola da região? Principais produtos? Padrões tecnológicos? Nível de produção? Calendário agrícola? Para onde é escoada a produção agropecuária? Perfil da estrutura fundiária? Tamanho médio dos estabelecimentos rurais? Quais as maiores propriedades? Quais as menores propriedades?
- B) Como é feita a comercialização de produtos agrícolas na região? Principais mercados compradores? Como é feito o escoamento da produção?
- C) Capacidade de armazenamento da região? Há estimativas das perdas de produção, decorrentes da falta de armazéns?
- D) Insumos agrícolas mais vendidos na região? Principais compradores? Principais vendedores de insumos na região?
- E) Como está a oferta/demande de mão-de-obra rural? Períodos de pico da atividade agrícola? Remuneração média diária dos trabalhadores temporários?
- F) Situação da oferta/demande de crédito agrícola na região? Qual o nível de inadimplência? Fontes de crédito agrícola? Principais limitações para uma maior difusão do uso do crédito rural?
- G) Condições das estradas da região? Como elas têm influenciado a circulação da produção e dos insumos agrícolas?
- H) Composição da cooperativa (ou entidade associativa)? Quais as suas funções? Quantos agricultores estão filiados? Quais as principais dificuldades?
- I) O que poderia dizer, de maneira geral, sobre a qualidade dos solos da região? E sobre o nível de conservação/degradação dos mesmos?
- J) Como está a situação do uso da água? Há conflitos?
- L) Quantos produtores irrigam suas lavouras na região? Quais os métodos de irrigação mais usados? Diferenças de produtividade entre as áreas irrigadas e de sequeiro?
- M) O que seria necessário para difundir mais a irrigação? Quais seriam as maiores vantagens da irrigação/drenagem para a produção agrícola local?
- N) Quais os problemas de degradação do meio ambiente na região? Qual o impacto dos produtos químicos sobre os solos, a água, as plantas, os animais e os seres humanos? Qual a intensidade do desmatamento na região?
- O) Quais os problemas sociais mais graves? Há conflitos de terras? O nível de desemprego é elevado? Doenças mais comuns e sua intensidade? Situação das escolas primárias?

# **ANEXO 5**

# **NECESSIDADES DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS HIDRÁULICOS**

## **5. NECESSIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS HIDRÁULICOS**

Os critérios para avaliar as necessidades de água para irrigação e o dimensionamento dos sistemas hidráulicos apresentados neste anexo foram elaborados, em conjunto, pelo “Bureau of Reclamation” e CODEVASF. Eles deverão ser utilizados nos estudos de planejamento a nível de viabilidade. Para estudos a nível de pré-viabilidade poderão ser utilizados, caso existam, dados confiáveis obtidos em áreas próximas e de características similares, ou então o procedimento aqui apresentado.

O planejamento agrícola, os estudos climáticos, as necessidades hídricas e os parâmetros para dimensionamento do sistema hidráulico (vazões unitárias, eficiências, etc.), deverão ser conclusivos a nível de viabilidade, não devendo sofrer qualquer alteração nos estágios seguintes do projeto. Eventuais mudanças significativas desses parâmetros em estágios posteriores à viabilidade provocarão a necessidade de revisar a viabilidade do projeto.

### **5.1 Estimativa da Evapotranspiração de Referência (ETo)**

- Os valores mensais da ETo devem ser calculados pelos métodos de Hargreaves, Penman e Tanque Classe A. Para os dois últimos, devem ser utilizados os procedimentos constantes da Publicação nº 24 da FAO. Se for adotado o método do Tanque Classe A, os coeficientes do tanque ( $k_p$ ) deverão ser calculados mês a mês.
- Deve-se adotar para cada mês do ano o maior dos três valores de ETo calculados pelos métodos acima referidos, em milímetros.

Nos estudos de pré-viabilidade, podem ser usados dados de uma estação climatológica representativa da área em estudo que tenha, pelo menos, 5 anos de observação com dados confiáveis.

Nos estudos de viabilidade, devem ser usados dados de várias estações da área do projeto; tais dados deverão ser objeto de análises de consistência, sendo feitos ajustes, se for o caso. Os dados dos períodos com falhas de observação deverão ser preenchidos utilizando procedimentos adequados. A obtenção dos valores mensais a serem utilizados no projeto deve ser feita através de um processo de ponderação dos resultados calculados para as diversas estações climatológicas consideradas. Se forem detectadas diferenças climatológicas significativas na área do projeto, poderá ser necessário definir dois ou mais valores mensais da ETo, para as diversas sub-áreas do projeto.

**5.2****Determinação dos Coeficientes Culturais (Kc)**

- A Publicação nº 24 da FAO apresenta os procedimentos para estimar os coeficientes culturais a serem usados em estudos de viabilidade, quando não existirem valores regionais dos Kc.
- Os valores de Kc, quando possível, deverão ser aqueles obtidos para a região onde se encontra a área do projeto.

**5.3****Demandas Hídricas Líquidas, para Irrigação a Nível Parcelar**

- A evapotranspiração real mensal de cada cultura (ETR) deve ser calculada multiplicando-se a ETo pelo Kc.
- A precipitação efetiva mensal (Pe) deve ser calculada pelo método do Serviço de Conservação dos Solos dos Estados Unidos (USSCS), aplicado à precipitação média mensal. Em estudos de pré-viabilidade, a precipitação média mensal pode ser estimada com dados de um pluviômetro representativo. Já nos estudos de viabilidade, deve-se utilizar a média ponderada dos dados de vários pluviômetros.
- A demanda hídrica mensal a nível parcelar deve ser calculada, para cada cultura, abatendo-se da ETR o valor da precipitação efetiva, Pe. Os valores expressos em milímetros serão denominados necessidade de água da cultura (NAC).
- Para efeito de dimensionamento, para a região Nordeste não deverá ser considerada, em nenhum mês, a contribuição da chuva, devido à aleatoriedade da sua ocorrência.

**5.4.****Eficiências de Aplicação**

A Tabela A5.1 apresenta as eficiências de aplicação da água referentes a sistemas de irrigação por aspersão convencional, corretamente projetados. Para os pivôs centrais, podem ser adotadas eficiências um pouco mais altas (+5%).

Na Tabela A5.2, constam as eficiências a serem utilizadas em sistemas de irrigação gravitária.

Para os sistemas de microaspersão e gotejamento, recomenda-se adotar as eficiências de 80% e 90% respectivamente.

As eficiências de aplicação deste item estão baseadas na experiência internacional, especialmente em projetos de irrigação do “Bureau of Reclamation” dos Estados Unidos. À medida em que a experiência colhida no Brasil for aumentando, poderá ser possível estabelecer novos valores dessas eficiências.

**5.5****Eficiências de Condução nos Sistemas Principais e Secundários**

A Tabela A5.3 mostra as eficiências de condução nos sistemas principais e secundários, a serem utilizadas no cálculo das demandas de água e no dimensionamento dos sistemas de irrigação. Tais eficiências referem-se a sistemas bem projetados, com canais revestidos.

As perdas d’água nos sistemas hidráulicos podem ter três origens, ou seja:

- Evaporação nos espelhos d’água
- Infiltração
- Perdas operacionais

Em sistemas bem projetados, com canais revestidos, o último desses fatores é, de longe, o maior dos três. Tais perdas acontecem quando, por alguma razão, nem toda a vazão dos canais é captada pelos irrigantes e os excessos vão ter na rede de drenagem

do sistema; em certos casos, todavia, as obras podem ser projetadas de modo a que esses excessos possam ser reutilizados, o que deveria ser levado em consideração na definição tanto das demandas líquidas, como no dimensionamento das obras.

Conforme pode ser visto na [Tabela A5.3](#), as eficiências são de dois tipos, isto é, aquelas utilizadas para estimar as demandas mensais e anuais de água; e aquelas para dimensionar o sistema. A razão pela qual as eficiências de condução a serem adotadas no dimensionamento do sistema são maiores deve-se a que, nos períodos de pico de demanda, as perdas operacionais são consideravelmente menores. As perdas operacionais devem-se, amiúde, à necessidade de ajustar as vazões, para atender as variações da demanda. Nos períodos de pico em geral não é preciso ajustar as vazões, já que a água é fornecida em caráter contínuo à plena capacidade do sistema.

## **5.6 Necessidades de água para a Irrigação**

Indicam-se, a seguir, os passos a serem seguidos para calcular as necessidades mensais de um modelo parcelar típico, de uma área do projeto ou do projeto como um todo. As mesmas devem ser expressas em metros cúbicos ( $m^3$ ).

- Obter dos agrônomos responsáveis pelos estudos de planejamento agrícola, informações sobre os planos de cultivo, que costumam diferir entre si de um modelo parcelar típico para outro.
- Calcular as demandas mensais de água de cada modelo parcelar típico, multiplicando-se o número de hectares de cada cultura pela sua respectiva NAC mensal expressa em  $m^3/ha$  e dividindo-se pela eficiência de aplicação. A soma das necessidades hídricas mensais de cada cultura é a demanda mensal para a irrigação do modelo parcelar. As demandas anuais de cada modelo são, simplesmente, a soma dos valores mensais. Se forem usados valores diferenciados da ETo, para diversas áreas de um projeto, será preciso calcular as demandas de cada modelo em separado, para cada área onde ele for utilizado.
- Para determinar as demandas mensais e anuais de um setor hidráulico - ou de um sistema secundário de canais - devem ser somadas às necessidades de todos eles, dividindo-se o total pela correspondente eficiência de condução/distribuição.

## **5.7 Dimensionamento de Sistemas de Irrigação**

O dimensionamento de sistemas de irrigação é feito em dois níveis, conforme explicado abaixo.

### **5.7.1 A Nível da Parcela**

O plano de cultivo correspondente a cada modelo de exploração parcelar é o ponto de partida. Especial atenção deve ser dada à sua seleção. Os seguintes passos devem ser seguidos:

- Determinar, para cada mês e para cada cultura, os valores de  $(Kc)ij \times (ETo)j$ . Onde  $(Kc)ij$  corresponde ao coeficiente de cultivo da cultura "i" no mês "j" e  $(ETo)j$  corresponde ao valor de ETo no mês "j".
- Selecionar o valor máximo da matriz de valores obtidos com o procedimento acima indicado.

A demanda bruta mensal de água da parcela (em  $m^3$ ), que será utilizada para dimensionar o equipamento parcelar e a tomada d'água da parcela, será obtida multiplicando-se o valor máximo selecionado por 10 (dez) e pela área da parcela dividindo-se o resultado pela eficiência de aplicação. Este procedimento visa permitir que o irrigante possa ocupar toda a sua parcela com a cultura de máxima demanda. Entretanto, as épocas

**Tabela A5.1. Eficiência de Aplicação da Irrigação por Aspersão Convencional (em %)**

LAMINA D'ÁGUA POR APLICAÇÃO <sup>(1)</sup> (mm)	VALORES DE ET <sub>O</sub> <sup>(2)</sup> (mm/dia)		
	ATÉ 5	5 A 7,5	7,5 OU MAIS
PARA INTENSIDADE MÉDIA DO VENTO DE ATÉ 2 m/s			
25	68	65	62
50	70	68	65
100	75	70	68
150	80	75	70
PARA INTENSIDADE MÉDIA DO VENTO DE 2 A 4,5 m/s			
25	65	62	60
50	68	65	62
100	70	68	65
150	75	70	68
PARA INTENSIDADE MÉDIA DO VENTO DE 4,5 A 7 m/s			
25	62	60	58
50	65	62	60
100	68	65	62
150	70	68	65

(1) Refere-se à lâmina bruta média ponderada, cujos pesos são as áreas de cada cultura no modelo de exploração. Os valores de lâmina bruta e eficiência de aplicação serão obtidos iterativamente.

(2) Corresponde ao valor de ET<sub>O</sub> no mês onde foi encontrado o produto K<sub>c</sub> x ET<sub>O</sub> máximo.

**Tabela A5.2. Eficiência de Aplicação da Irrigação por Gravidade (em %)**

CONDIÇÕES DO SOLO	FAIXAS	SULCOS	INUNDAÇÃO CONTROLADA	BACIAS NIVELADAS
<b>Arenoso</b>				
Nivelamento de bom a ótimo	60	40 a 50	45	70 a 80
Nivelamento Insuficiente	40 a 50	35	30	
Ondulado ou bastante inclinado		20 a 30	20	
<b>Textura média, profundo</b>				
Nivelamento de bom a ótimo	70 a 75	65	55	70 a 80
Nivelamento Insuficiente	50 a 60	55	45	
Ondulado ou bastante inclinado	50 a 60	55	45	
<b>Textura média, Raso</b>				
Nivelamento de bom a ótimo	65	50	45	60 a 70
Nivelamento Insuficiente	40 a 50	35	35	
Ondulado ou bastante inclinado		30	30	
<b>Textura Pesada</b>				
Nivelamento de bom a ótimo	60	65	50	60 a 70
Nivelamento Insuficiente	40 a 50	55	45	
Ondulado ou bastante inclinado		35 a 45	30	

(1) Para dimensionamento das obras na etapa de planejamento.

(2) Para comparar as demandas de água a nível mensal e anual com as disponibilidades.

**Tabela A5.3. Eficiência de Condução (em %)**

		Canais revestidos, com bons sistemas de controle d'água e tomadas d'água a partir das estações de bombeamento	Canais revestidos, com bons sistemas de controle d'água e tomadas d'água em canais secundários
Para o Dimensionamento do sistema <sup>(1)</sup>		95	90
Para estimar as necessidades de água <sup>(2)</sup>		90	85
NOS SISTEMAS SECUNDÁRIOS - DISTRIBUIÇÃO (em%)			
	Tubulação sob pressão	Tubulação de baixa pressão, combinadas com canais	Canais
Para o dimensionamento <sup>(1)</sup> do sistema	98	90	85
Para o sistema as <sup>(2)</sup> necessidades de água	97	85	80

cas de plantio e de colheita das culturas devem estar, sempre, de acordo com os critérios definidos nos planos culturais. Em outras palavras, não se devem alterar as épocas de plantio e colheita, para aumentar ou para diminuir a demanda mensal de pico a nível de parcela.

A tomada d'água da parcela e o equipamento parcelar devem ser dimensionados para suprir a toda a parcela o volume mensal requerido pela cultura de máxima demanda mensal, considerando o número de horas diárias de irrigação no mês de pico; em geral, nesses meses só se deixa de irrigar nas horas de pico de demanda do sistema elétrico, de modo que, na prática, esse número de horas é, geralmente de 20 por dia. Observe-se que não se deveriam considerar, para conveniência do irrigante, períodos diários de irrigação mais curtos, porque isto aumentaria o custo do projeto. As exceções a essa recomendação deverão ser devidamente justificadas. Deve ser também considerada a irrigação durante todos os dias do mês de pico.

Caso sejam usados valores diferenciados da ETo para diversas áreas de um projeto, tal fato deverá ser levado em consideração, como já foi salientado no [item 5.6](#).

### 5.7.2 A Nível da Rede de Irrigação

- Para definir a capacidade das obras de irrigação que atendem áreas até 100 ha, adota-se o seguinte: considera-se como vazão unitária (l/s/ha) a mesma que foi calculada para a parcela do modelo de exploração selecionado, acrescida das eficiências de adução/ distribuição, conforme o caso.
- Para definir a vazão das obras hidráulicas que atendem áreas iguais ou superiores a 1000 ha, adota-se o seguinte: identifica-se no calendário agrícola do modelo de exploração selecionado, o mês que apresenta a maior vazão unitária (l/s/ha), acrescenta-se a essa vazão unitária as perdas adotadas na condução e distribuição. Neste caso, a demanda de água corresponde a uma média ponderada das demandas das culturas que integram a um ou a vários modelos de exploração (por exemplo: colonização, técnico agrícola, agrônomo e empresarial).
- No caso de obras destinadas a atender a áreas entre 100 e 1000 ha, serão adotados valores intermediários, interpolados entre aqueles calculados para esses dois limites.

### 5.8 Acompanhamento

Recomenda-se haver um acompanhamento adequado da preparação do projeto pelos especialistas do órgão público, a fim de evitar, a tempo, que haja um superdimensionamento ou subdimensionamento do sistema de irrigação nos seus diferentes níveis.

# ANEXO 6

## ANÁLISE

## INCREMENTAL

## DO PROJETO SALITRE

## (BAHIA)

### **6. ANÁLISE INCREMENTAL DO PROJETO SALITRE (BAHIA)**

Como parte do estudo de pré-viabilidade, foi feita uma análise incremental do Projeto Salitre, localizado próximo à cidade de Juazeiro, no Estado da Bahia. A [Figura A6.1](#) é um esquema da área do projeto e do layout das obras; os triângulos representam estações de bombeamento. Várias estações de bombeamento, em série, elevam a água do rio São Francisco à primeira área irrigada. O projeto que irriga apenas esta área, designada com a letra “B”, corresponde ao plano básico. Para irrigar outras áreas potenciais do projeto (denominadas “a”, “b”, “c”, “d” e “e”) seriam necessários canais e outras estações de bombeamento. Como tais áreas estão cada vez mais afastadas do rio e em cotas constantemente mais altas, os seus custos seriam constantemente crescentes. A [Figura A6.2](#) mostra as áreas que o projeto irrigaria e as suas respectivas estações de bombeamento.

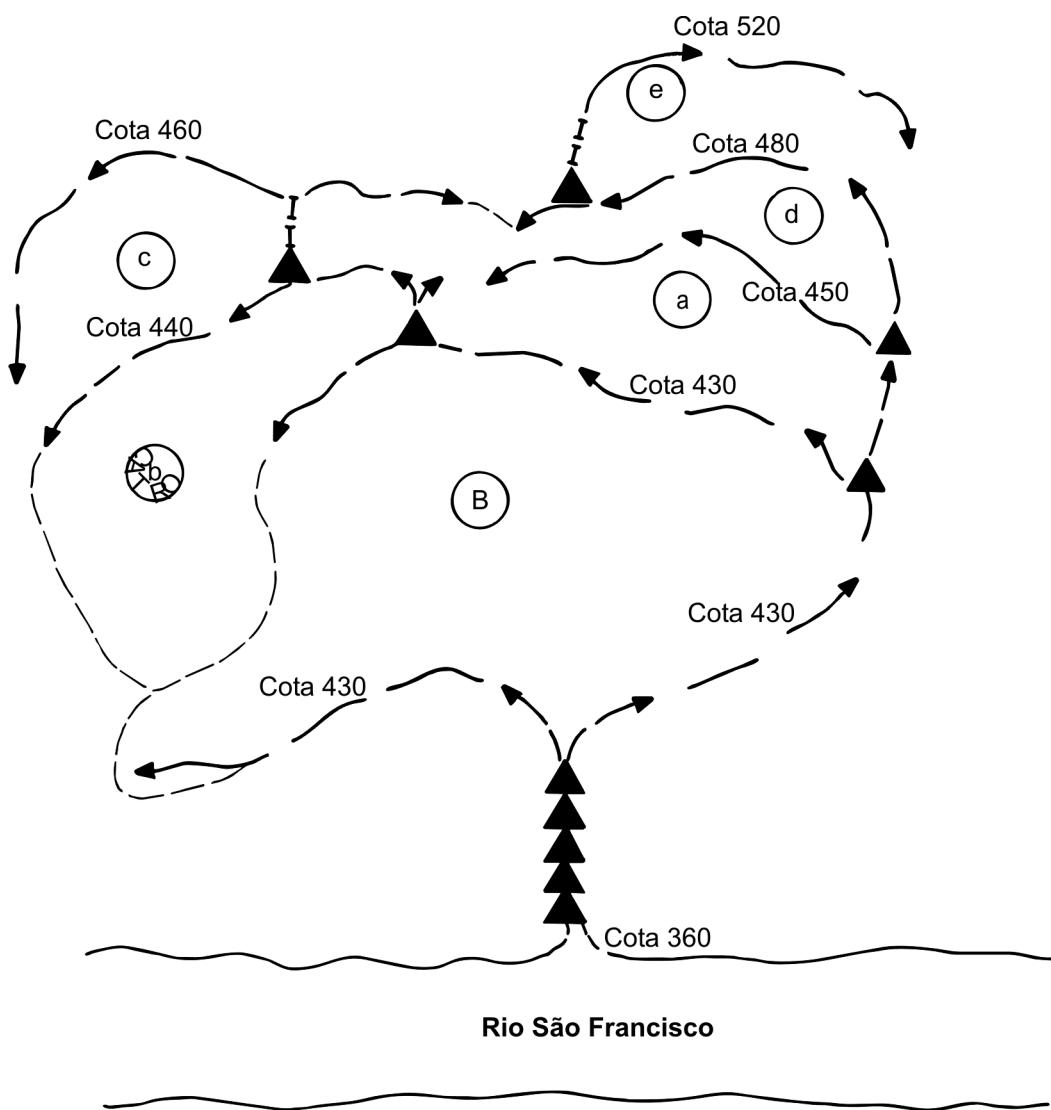
A [Tabela A6.1](#) apresenta os custos de investimento para os seis possíveis projetos, a começar pelo plano básico “B”, até o maior deles, que incluiria todas as áreas adicionais. Note-se que cada projeto foi tratado como um projeto completo, passível de ser construído e operado. Na realidade, todavia, estavam sendo analisados seis projetos alternativos.

As [Tabelas A6.2, A6.6, A6.10, A6.14, A6.18 e A6.22](#) mostram os custos de cada projeto alternativo, incluindo os de operação, manutenção, reposição e energia elétrica. As [Tabelas A6.3, A6.7, A6.11, A6.15, A6.19 e A6.23](#) mostram os fluxos de custos, durante um período de 30 anos; a última linha indica a soma de todos os custos. As [Tabelas A6.4, A6.8, A6.12, A6.16, A6.20 e A6.24](#) mostram os fluxos dos benefícios, considerando um período inicial com benefícios menores. No exemplo, trata-se dos benefícios parcelares líquidos, já que os custos de produção parcelar foram subtraídos dos valores de produção. As [Tabelas A6.5, A6.9, A6.13, A6.17, A6.21 e A6.25](#) apresentam o resumo da análise econômica de cada alternativa, dando, na parte inferior, a relação benefício/custo e o valor presente líquido.

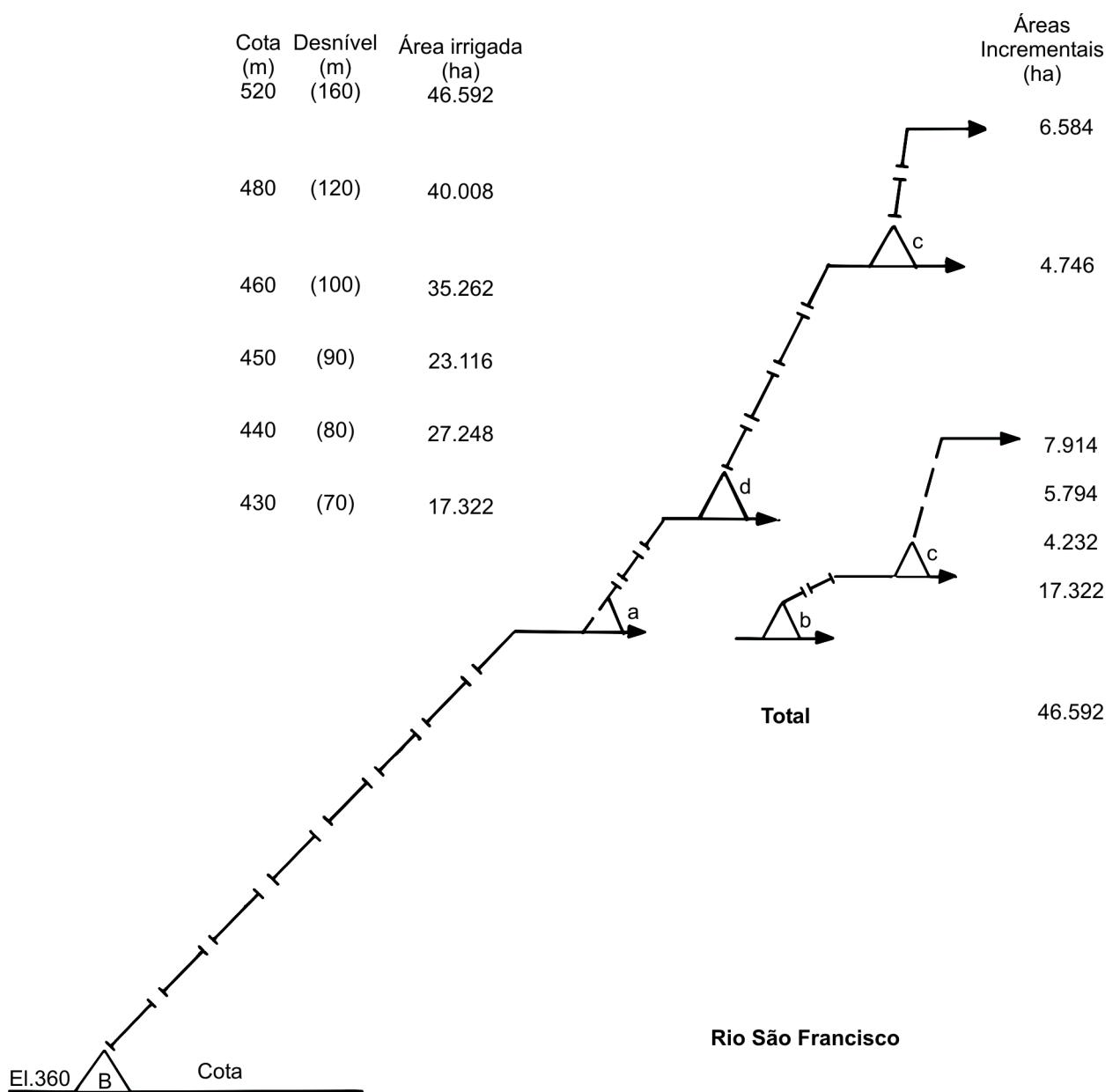
Os dados contidos nas tabelas referidas foram resumidos na [Tabela A6.30](#), que mostra que todos os planos alternativos apresentam relações benefício/custo superiores à unidade; e que todos os valores presentes líquidos são positivos. No entanto, já que o objetivo do planejamento era de maximizar o valor presente líquido, o melhor plano é o da Alternativa 2 (Básico + a), com um valor presente líquido de US\$ 91,6 milhões. Entretanto, deve-se notar que o valor presente incremental dos benefícios líquidos aumentou, quando a Alternativa 4 (Básico + a + b + c) foi aumentada, para se transformar na Alternativa 5 (Básico + a + b + c + d). Já que a área “d” poderia ser somada também à Alternativa 2, e que essa área é um incremento que, obviamente, poderia aumentar o valor presente dos benefícios líquidos, montou-se outra alternativa, a Alternativa 7 (Básico + a + d). As [Tabelas A6.26, A6.27, A6.28 e A6.29](#) e as [Figuras A6.3 e A6.4](#) mostram os resultados da

análise dessa alternativa que, na realidade, aumentam o valor presente dos benefícios líquidos para US\$ 95 milhões.

Dessa forma, a Alternativa 7 (Básico a + d) foi considerada como plano selecionado.

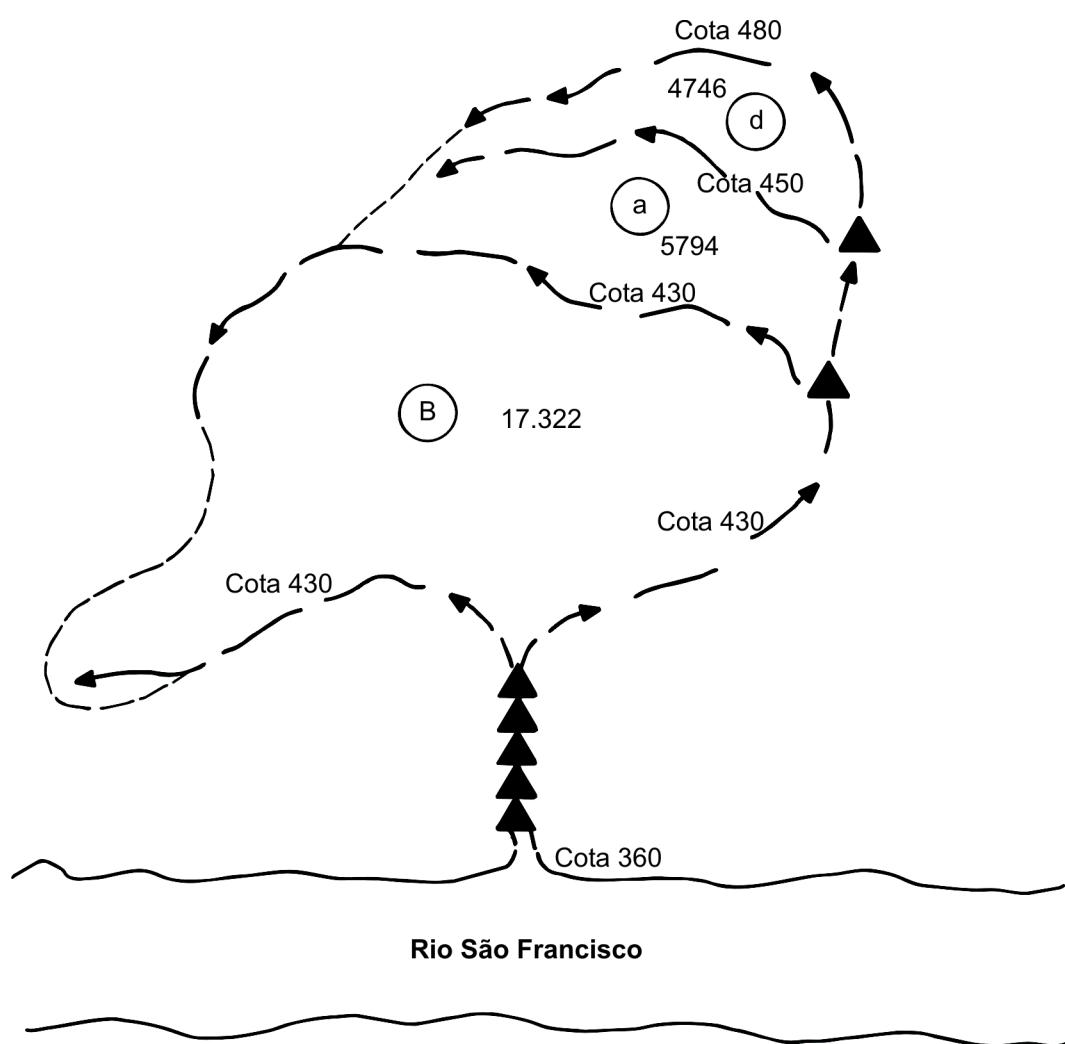


**Figura A.6.1 Projeto Salitre - Esquema Geral do Projeto e suas Alternativas**

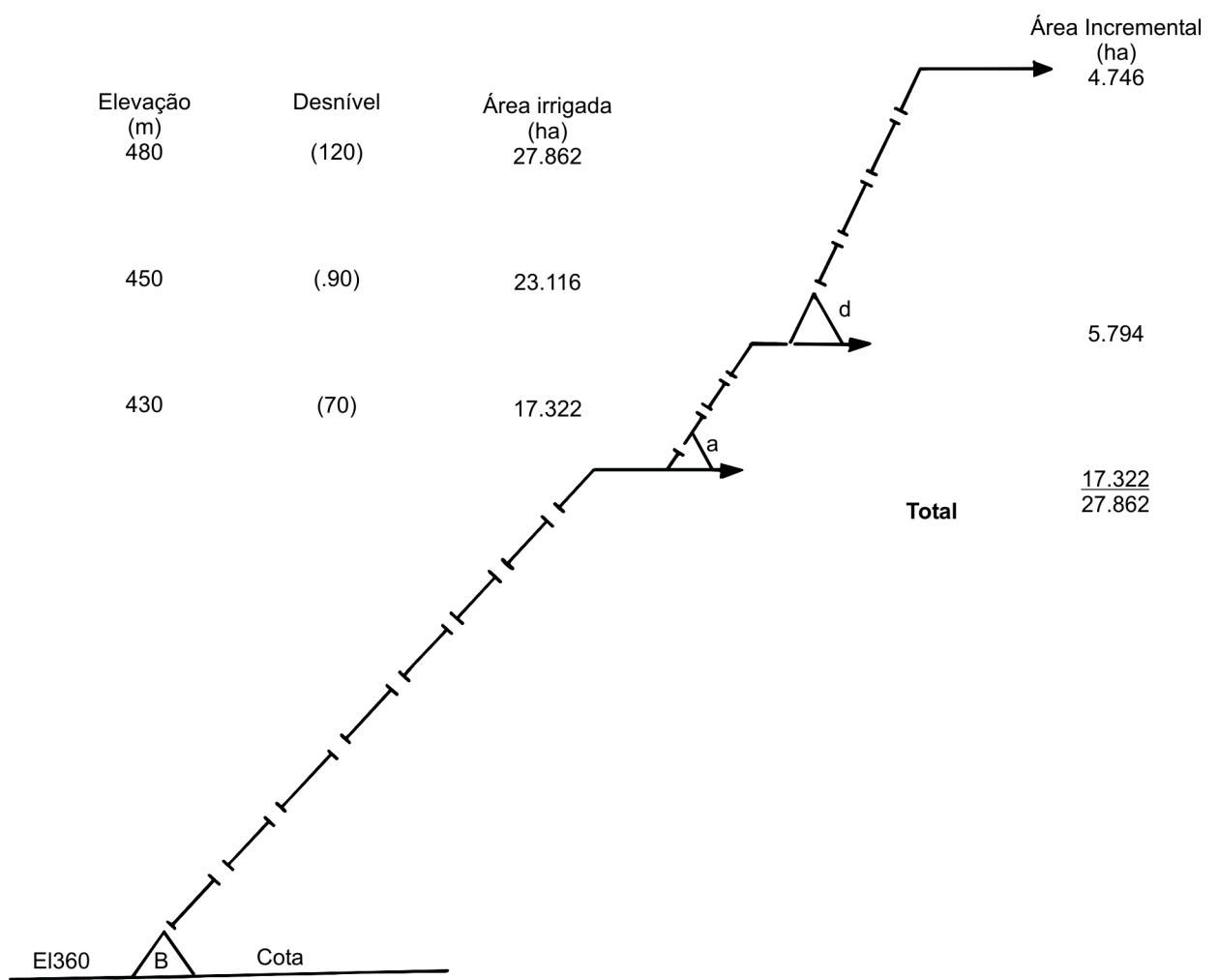


**Figura A6.2**

**Projeto Salitre. Incrementos a-e**



**Figura A.6.3 Projeto Salitre - Esquema do Plano Selecionado (Base + a + d)**



**Figura A.6.4 Esquema Plano Selecionado Projeto Salitre - Base + a + d**

**Tabela A6.1. Projeto Salitre - Investimentos Totais por Área Incremental (US\$ 1.000)**

DISCRIMINAÇÃO	VIDA ÚTIL	(BASE)	(1+a)	(1+a+b)	(1+a+b+c)	(1+a+b+c+d)	(1+a+b+c+d+e)
SISTEMA PRINCIPAL	-	52.268,00	71.200,00	92.998,00	120.583,00	135.161,00	171.317,00
REDE VIÁRIA	40	1.898,00	2.532,00	2.996,00	3.863,00	4.383,00	5.105,00
CAPTAÇÕES	25	59,00	78,00	92,00	119,00	148,00	157,00
CANAIS	40	19.521,00	27.581,00	40.186,00	52.320,00	57.585,00	71.182,00
TUBULAÇÕES	40	7.709,00	12.277,00	16.858,00	22.434,00	26.630,00	38.100,00
RESERVATÓRIOS	40	336,00	793,00	906,00	1.264,00	1.518,00	1.972,00
SIFÕES	40	300,00	677,00	309,00	766,00	797,00	948,00
ADUTORES	40	810,00	1.140,00	1.340,00	1.800,00	2.076,00	2.300,00
AQUEDUTOS	40	0,00	76,00	1.103,00	2.513,00	3.530,00	4.365,00
REDE DE TRANSMISSÃO	30	226,00	432,00	658,00	817,00	957,00	1.273,00
E.B. - CIVIL	40	9.511,00	10.679,00	11.520,00	12.971,00	13.665,00	16.046,00
E.B. - ELETROMECÂNICA	15	8.066,00	9.821,00	10.980,00	13.914,00	15.020,00	19.561,00
DRENAGEM	40	3.832,00	5.114,00	6.050,00	7.802,00	8.852,00	10.308,00
SISTEMA SECUNDÁRIO	-	16.828,00	22.456,00	26.567,00	34.255,00	38.866,00	45.262,00
OBRAS CIVIS	40	7.985,00	10.655,00	13.606,00	16.254,00	18.442,00	21.477,00
DRENAGEM	40	4.667,00	6.228,00	7.368,00	9.500,00	10.779,00	12.553,00
ESTRADAS	40	4.176,00	5.573,00	5.593,00	8.501,00	9.645,00	11.232,00
SISTEMA PARCELAR (ON-FARM)	-	32.479,00	43.344,00	51.280,00	66.120,00	75.018,00	87.364,00
DESMATAMENTO	40	4.302,00	5.741,00	6.792,00	8.758,00	9.936,00	11.572,00
CANAIS E ESTRUTURAS	20	23.055,00	30.767,00	36.400,00	46.934,00	53.251,00	62.014,00
SIFÕES E COMPORTAS	5	444,00	593,00	702,00	905,00	1.026,00	1.195,00
SISTEMATIZAÇÃO	40	4.678,00	6.243,00	7.386,00	9.523,00	10.805,00	12.583,00
ORGANIZAÇÃO	40	846,25	1.129,31	1.336,06	1.722,70	1.955,00	2.276,21
TOTAL DE INVESTIMENTOS	-	10.421,25	138.129,31	172.181,06	222.680,70	251.000,00	306.219,00
MAIS IMPREVISTOS & ENGR. 25%	-	128.026,00	172.661,00	215.226,00	278.351,00	313.750,00	382.774,00
ÁREA	-	17.322,00	23.116,00	27.348,00	35.262,00	40.008,00	46.592,00
INVESTIMENTO POR HA	-	7.391,00	7.469,00	7.870,00	7.894,00	7.842,00	8.215,00

**Tabela A6.2.** **Projeto Salitre - Alternativa 1 (Base)**  
**Estimativa de Custos**

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA (ha)	CUSTOS US\$
	17.322	
<b>SISTEMA PRINCIPAL</b>		
ESTRADAS		1.898.000
CAPTAÇÃO		59.000
CANAIS		19.521.000
TUBULAÇÕES		7.709.000
RESERVATÓRIOS		336.000
SIFÔES		300.000
CONDUTOS		810.000
<b>AQUEDUTOS</b>		
REDE DE TRANSMISSÃO		226.000
ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO		17.577.000
DRENAGEM		3.832.000
SISTEMAS SECUNDÁRIO & PARCELAR		49.307.000
ORGANIZAÇÃO		846.000
TOTAL DE INVESTIMENTOS		\$ 102.421.000
MAIS 25% IMPREVISTOS & ENG.		\$ 128.026.000
O, M&R		\$ 2.674.000
ENERGIA ELÉTRICA		4.860.000
TOTAL DE O, M, R & E		\$ 7.534.000

**Tabela A6.3.** **Projeto Salitre - Alternativa 1 (Base)**  
**Fluxo dos Custos**

ANOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-30	TOTAL
Hectares	0	3.464	13.858	17.322	17.322	17.322	17.322	17.322	17.322	17.322	17.322
Componentes US\$ EM MILHÕES											
Estradas	0,6	0,6	0,7								1,9
Captação	0,1										0,1
Canais	2,5	12,5	4,5								19,5
Tubulações	2,0	2,0	3,7								7,7
Reservatório	0,2	0,1									0,3
Sifões	0,3										0,3
Condutos	0,4	0,4									0,8
Aquedutos											-
Rede Transmissão	0,2	0,1									0,3
Estação Bombeamento	9,6	8,0									17,6
Drenagem			3,8								3,8
Secundária/Parc.	9,3	15,0	25,0								49,3
Organização	0,4	0,4									0,8
Total	25,6	39,1	37,7								102,4
Mais 25%	32,0	48,9	47,1								128,0
OM&R		0,5	2,2	2,7	2,7	3,1	2,7	2,7	2,7	2,7	
ENERGIA ELÉTRICA		1,0	4,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	
Total		1,5	6,2	7,6	7,6	8,0	7,6	7,6	7,6	7,6	
FLUXO DE CAIXA TOTAL	32,0	50,4	53,3	19,1	7,6	8,0	7,6	7,6	7,6	7,6	

REPOSIÇÃO 5 ANOS = 0,4 15 ANOS = 8,1 25 ANOS = 0,1

**Tabela A6.4.** **Projeto Salitre - Alternativa 1 (Base) Fluxo dos Benefícios**

ANO	HECTARES	1	2	3	4	5	6	7-30
1	3.464	0	1.039	2.078	3.118	3.464	3.464	3.464
2	10.394	0	0	3.118	6.236	9.355	10.394	10.394
3	3.464	0	0	0	1.039	2.078	3.118	3.464
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
TOT.	17.322		1.039	5.196	10.394	14.976	16.976	17.322
BENEFÍCIOS X 10 <sup>6</sup> US\$	0	2,2	11,4	22,7	32,5	37,0		37,8

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

**Tabela A6-5**

**Projeto Salitre - Alternativa 1 (Base)**  
**Análise Econômica (11%) (US\$ 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	32	.90090	28.829	.0	.000	-28.829
2	50.4	.81162	40.906	2.2	1.786	-39.120
3	53.3	.73119	38.973	11.4	8.336	-30.637
4	19.1	.65873	12.582	22.7	14.953	2.371
5	7.6	.59345	4.510	32.5	19.287	14.777
6	8	.53464	4.277	37.0	19.782	15.505
7	7.6	.48166	3.661	37.8	18.207	14.546
8	7.6	.43393	3.298	37.8	16.402	13.105
9	7.6	.39092	2.971	37.8	14.777	11.806
10	7.6	.35218	2.677	37.8	13.313	10.636
11	8	.31728	2.538	37.8	11.993	9.455
12	7.6	.28584	2.172	37.8	10.805	8.632
13	7.6	.25751	1.957	37.8	9.734	7.777
14	7.6	.23199	1.763	37.8	8.769	7.006
15	7.6	.20900	1.588	37.8	7.900	6.312
16	16.1	.18829	3.032	37.8	7.117	4.086
17	7.6	.16963	1.289	37.8	6.412	5.123
18	7.6	.15282	1.161	37.8	5.777	4.615
19	7.6	.13768	1.046	37.8	5.204	4.158
20	7.6	.12403	.943	37.8	4.688	3.746
21	8	.11174	.894	37.8	4.224	3.330
22	7.6	.10067	.765	37.8	3.805	3.040
23	7.6	.09069	.689	37.8	3.428	2.739
24	7.6	.08170	.621	37.8	3.088	2.467
25	7.6	.07361	.559	37.8	2.782	2.223
26	8	.06631	.531	37.8	2.507	1.976
27	7.6	.05974	.454	37.8	2.258	1.804
28	7.6	.05382	.409	37.8	2.034	1.625
29	7.6	.04849	.369	37.8	1.833	1.464
30	7.6	.04368	.332	37.8	1.651	1.319
Total	362.5	8.69379	165.796	1.013.0	232.854	67.059
Relação Benefício/Custo = 1.40:1.0						
Valor Presente Líquido 67.06						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela A6.6**
**Projeto Salitre - Alternativa 2 (Base + A)**  
**Estimativa de Custos**

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA (ha)	CUSTOS US\$
	23.116	
<b>SISTEMA PRINCIPAL</b>		
ESTRADAS		2.532.000
CAPTAÇÃO		78.000
CANAIS		27.581.000
TUBULAÇÕES		12.277.000
RESERVATÓRIOS		793.000
SIFÕES		677.000
CONDUTOS		1.140.000
AQUEDUTOS		76.000
REDE DE TRANSMISSÃO		432.000
ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO		20.500.000
DRENAGEM		5.114.000
SISTEMAS SECUNDÁRIO & PARCELAR		65.800.000
ORGANIZAÇÃO		1.129.000
TOTAL DE INVESTIMENTOS		138.129.000
MAIS 25% IMPREVISTOS & ENG.		172.661.000
O, M&R		3.571.000
ENERGIA ELÉTRICA		7.312.000
<b>TOTAL O, M, R &amp; E</b>		<b>10.883.000</b>

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

**Tabela A6.7. Projeto Salitre - Alternativa 2 (Base + A)**

ANOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-30	TOTAL
Hectares	0	4.623	18.493	23.116							23.116
Componentes US\$ EM MILHÕES											
Estradas	0,8	1,0	0,7	-	-						2,5
Captação	0,1	-	-	-	-						0,1
Canais	5,0	10,0	10,0	2,6	-						27,6
Tubulações	3,0	3,0	3,0	3,3	-						12,3
Reservatório	0,3	0,5	-	-	-						0,8
Sifões	0,3	0,4	-	-	-						0,7
Condutos	0,7	0,4	-	-	-						1,1
Aquedutos	0,1	-	-	-	-						0,1
Rede Transmissão	0,2	0,2	-	-	-						0,4
Estação Bombeamento	12,5	8,0	-	-	-						20,5
Drenagem	-	2,5	2,6	-	-						5,1
Secundária/Parc.	20,5	25,0	20,3	-	-						65,8
Organização	0,5	0,6	-	-	-						1,1
Total	44,0	51,6	36,6	5,9							138,1
Mais 25%	55,0	64,5	45,8	7,4							172,7
O, M&R	-	0,7	2,6	3,6	3,6	4,2	3,6	3,6	3,6	3,6	
ENERGIA ELÉTRICA	-	1,4	5,7	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	
TOTAL	-	2,1	8,3	10,9	10,9	11,5	10,9	10,9	10,9	10,9	
FLUXO DE CAIXA TOTAL	55,0	66,6	54,1	18,3	10,9	11,5	10,9	10,9	10,9	10,9	

REPOSIÇÃO 5 ANOS = 0,6 15 ANOS = 9,8 25 ANOS = 0,1

**Tabela A6.8. Projeto Salitre - Alternativa 2 (Base + A)  
Fluxo dos Benefícios**

ANO	HECTARES	1	2	3	4	5	6	7-30
1	4.623	0	1.387	2.774	4.161	4.623	4.623	4.623
2	13.870	0	0	4.161	8.322	12.483	13.870	13.870
3	4.623	0	0	0	1.387	2.774	4.161	4.623
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
TOTAL	23.116	0	1.387	6.935	13.870	19.880	22.654	23.116
BENEFÍCIOS X 10 <sup>6</sup> US\$		0	3,0	15,1	30,0	43,4	49,4	50,5

**Tabela A6.9**
**Projeto Salitre - Alternativa 2 (Base + A)**  
**Análise Econômica (11%) (US\$ 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	55	.90090	49.550	.0	.000	-49.550
2	66.6	.81162	54.054	3.0	2.435	-51.619
3	54.1	.73119	39.557	15.1	11.041	-28.516
4	18.3	.65873	12.055	30.0	19.762	7.707
5	10.9	.59345	6.469	43.4	25.756	19.287
6	11.5	.53464	6.148	49.4	26.411	20.263
7	10.9	.48166	5.250	50.4	24.276	19.026
8	10.9	.43393	4.730	50.4	21.870	17.140
9	10.9	.39092	4.261	50.4	19.703	15.442
10	10.9	.35218	3.839	50.4	17.750	13.911
11	11.5	.31728	3.649	50.4	15.991	12.342
12	10.9	.28584	3.116	50.4	14.406	11.291
13	10.9	.25751	2.807	50.4	12.979	10.172
14	10.9	.23199	2.529	50.4	11.693	9.164
15	10.9	.20900	2.278	50.4	10.534	8.256
16	21.3	.18829	4.011	50.4	9.490	5.479
17	10.9	.16963	1.849	50.4	8.549	6.700
18	10.9	.15282	1.666	50.4	7.702	6.036
19	10.9	.13768	1.501	50.4	6.939	5.438
20	10.9	.12403	1.352	50.4	6.251	4.899
21	11.5	.11174	1.285	50.4	5.632	4.347
22	10.9	.10067	1.097	50.4	5.074	3.976
23	10.9	.09069	.989	50.4	4.571	3.582
24	10.9	.08170	.891	50.4	4.118	3.227
25	10.9	.07361	.802	50.4	3.710	2.908
26	11.5	.06631	.763	50.4	3.342	2.580
27	10.9	.05974	.651	50.4	3.011	2.360
28	10.9	.05382	.587	50.4	2.713	2.126
29	10.9	.04849	.529	50.4	2.444	1.915
30	10.9	.04368	.476	50.4	2.202	1.725
Total	490.2	8.69379	218.738	1,350.5	310.353	91.615
Relação Benefício/Custo = 1.42:1.0						
Valor Presente Líquido 91.62						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela A6.10. Projeto Salitre - Alternativa 3 (Base + A + B)**

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA (ha)	CUSTOS US\$
	27.348	
<b>SISTEMA PRINCIPAL</b>		
ESTRADAS		2.996.000
CAPTAÇÃO		92.000
CANAIS		40.186.000
TUBULAÇÕES		16.858.000
RESERVATÓRIOS		906.000
SIFÔES		309.000
CONDUTOS		1.340.000
AQUEDUTOS		1.103.000
REDE DE TRANSMISSÃO		658.000
ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO		22.500.000
DRENAGEM		6.050.000
SISTEMAS SECUNDÁRIO & PARCELAR		77.847.000
ORGANIZAÇÃO		1.336.000
TOTAL DE INVESTIMENTOS		172.181.000
MAIS 25% IMPREVISTOS & ENG.		215.226.000
O, M&R		4.285.000
ENERGIA ELÉTRICA		8.907.000
<b>TOTAL O, M, R &amp; E</b>		<b>13.192.000</b>

**Tabela A6.11. Projeto Salitre - Alternativa 3 (Base + A + B) - Fluxo dos Custos**

<b>ANOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10-30</b>	<b>TOTAL</b>
Hectares	-	5.470	13.674	21.878	27.348	27.348	27.348	27.348	27.348	27.348	27.348
US\$ EM MILHÕES											
Estradas	1,0	1,0	1,0	-	-						3,0
Captação	0,1	-	-	-	-						0,1
Canais	8,0	12,0	12,2	8,0	-						40,2
Tubulações	4,0	4,9	6,0	2,0	-						16,9
Reservatório	0,2	0,3	0,3	0,1	-						0,9
Sifões	0,1	0,1	0,1	-	-						0,3
Condutos	0,3	0,3	0,4	0,3	-						1,3
Aquedutos	0,2	0,4	0,3	0,2	-						1,1
Rede Transmissão	0,4	0,2	0,1	-	-						0,7
Estação Bombeamento	10,0	11,5	1,0	-	-						22,5
Drenagem	-	2,0	2,0	2,1	-						6,1
Secundária/Parc.	15,0	24,0	26,0	12,8	-						77,8
Organização	0,7	0,6	-	-	-						1,3
Total	40,0	57,3	49,4	25,5	0	-	-	-	-	-	172,2
Mais 25%	50,0	71,6	61,8	31,9	-	-	-	-	-	-	215,3
O, M&R	-	0,9	2,2	3,4	4,3	5,0	4,3	4,3	4,3	4,3	
ENERGIA ELÉTRICA	-	1,8	4,5	7,1	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	
TOTAL	-	2,7	6,7	10,5	13,2	13,9	13,2	13,2	13,2	13,2	
FLUXO DE CAIXA	50,0	74,3	68,5	42,4	13,2	13,9	13,2	13,2	13,2	13,2	

REPOSIÇÃO 5 ANOS = 0,7 15 ANOS = 11,0 25 ANOS = 0,1

**Tabela A6.12. Projeto Salitre - Alternativa 3 (Base + A + B) - Fluxo dos Benefícios**

<b>ANO</b>	<b>HECTARES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8-30</b>
1	0								
2	5.470	0	1.641	3.282	4.923	5.470	5.470	5.470	5.470
3	8.204	0	0	2.461	4.922	7.384	8.204	8.204	8.204
4	8.204	0	0	0	2.461	4.922	7.384	8.204	8.204
5	5.470	0	0	0	0	1.641	3.282	4.923	5.470
6									
7									
8									
9									
10									
TOTAL	27.348	0	1.641	5.743	12.306	19.417	24.340	26.801	27.348
BENEFÍCIOS X 10 <sup>6</sup> US\$		0	3,6	12,6	26,9	42,4	53,1	58,5	59,7

**Tabela A6.13**
**Projeto Salitre - Alternativa 3 (Base + A + B)**  
**Análise Econômica (11%) (US\$ 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	50	.90090	45.045	.0	.000	-45.045
2	74.3	.81162	60.304	3.6	2.922	-57.382
3	68.5	.73119	50.087	12.6	9.213	-40.874
4	42.4	.65873	27.930	29.6	19.498	-8.432
5	13.2	.59345	7.834	42.4	25.162	17.329
6	13.9	.53464	7.432	53.1	28.389	20.958
7	13.2	.48166	6.358	58.5	28.177	21.819
8	13.2	.43393	5.728	59.7	25.905	20.178
9	13.2	.39092	5.160	59.7	23.338	18.178
10	13.2	.35218	4.649	59.7	21.025	16.377
11	13.9	.31728	4.410	59.7	18.942	14.532
12	13.2	.28584	3.773	59.7	17.065	13.292
13	13.2	.25751	3.399	59.7	15.374	11.974
14	13.2	.23199	3.062	59.7	13.850	10.788
15	13.2	.20900	2.759	59.7	12.478	9.719
16	24.9	.18829	4.688	59.7	11.241	6.553
17	13.2	.16963	2.239	59.7	10.127	7.888
18	13.2	.15282	2.017	59.7	9.123	7.106
19	13.2	.13768	1.817	59.7	8.219	6.402
20	13.2	.12403	1.637	59.7	7.405	5.768
21	13.9	.11174	1.553	59.7	6.671	5.118
22	13.2	.10067	1.329	59.7	6.010	4.681
23	13.2	.09069	1.197	59.7	5.414	4.217
24	13.2	.08170	1.079	59.7	4.878	3.799
25	13.2	.07361	.972	59.7	4.394	3.423
26	13.9	.06631	.922	59.7	3.959	3.037
27	13.2	.05974	.789	59.7	3.567	2.778
28	13.2	.05382	.710	59.7	3.213	2.503
29	13.2	.04849	.640	59.7	2.895	2.255
30	13.2	.04368	.577	59.7	2.608	2.031
Total	592.9	8.69379	260.095	1,572.9	351.063	90.968
Relação Benefício/Custo = 1.35:1.0						
Valor Presente Líquido 90.97						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela A6.14. Projeto Salitre - Alternativa 4 (Base + A + B + C)**  
**Estimativa de Custos**

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA (ha)	CUSTOS US\$
	35.262	
<b>SISTEMA PRINCIPAL</b>		
ESTRADAS		3.863.000
CAPTAÇÃO		119.000
CANAIS		52.320.000
TUBULAÇÕES		22.434.000
RESERVATÓRIOS		1.264.000
SIFÕES		766.000
CONDUTOS		1.800.000
AQUEDUTOS		2.513.000
REDE DE TRANSMISSÃO		817.000
ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO		26.885.000
DRENAGEM		7.802.000
SISTEMAS SECUNDÁRIO & PARCELAR		100.375.000
ORGANIZAÇÃO		1.723.000
TOTAL DE INVESTIMENTOS		222.681.000
MAIS 25% IMPREVISTOS & ENG.		278.351.000
O, M&R		5.529.000
ENERGIA ELÉTRICA		12.780.000
<b>TOTAL O, M, R &amp; E</b>		<b>18.309.000</b>

**Tabela A6.15. Projeto Salitre - Alternativa 4 (Base + A + B + C)  
Fluxo dos Custos**

ANOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-30	TOTAL
Hectares	-	5.289	10.579	17.631	28.210	35.262	35.262	35.262	35.262	35.262	35.262
Componentes US\$ EM MILHÕES											
Estradas	0,9	1,0	1,0	1,0							3,9
Captação	0,1	-	-	-	-	-					0,1
Canais	10,0	12,0	15,0	15,0	0,3	-					52,3
Tubulações	5,0	5,0	5,0	5,0	2,4	-					22,4
Reservatório	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	-					1,3
Sifões	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-					0,8
Condutos	0,7	0,7	0,4	-	-	-					1,8
Aquedutos	0,7	0,6	0,6	0,6	-	-					2,5
Rede Transm.	0,2	0,4	0,2	-	-	-					0,8
Estação Bombea.	16,1	10,8	-	-	-	-					26,9
Drenagem	-	2,0	2,0	2,0	1,8	-					7,8
Secundária/Parc.	20,4	20,0	20,0	20,0	20,0	-					100,4
Organização	-	0,9	0,8	-	-	-					1,7
Total	54,5	53,9	45,5	44,1	24,7	0					222,7
Mais 25%	68,1	67,4	56,9	55,1	30,9	0					278,4
O, M&R	-	0,8	1,6	2,8	4,4	6,4	5,5	5,5	5,5	5,5	
ENERGIA ELÉTRICA	-	1,9	3,8	6,4	10,2	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	
TOTAL	-	2,7	5,4	9,2	14,6	19,2	18,3	18,3	18,3	18,3	
FLUXO DE CAIXA	68,1	70,1	62,3	64,3	45,5	19,2	18,3	18,3	18,3	18,3	

REPOSIÇÃO 5 ANOS = 0,9 15 ANOS = 13,9 25 ANOS = 0,1

**Tabela A6.16. Projeto Salitre - Alternativa 4 (Base + A + B + C)  
Fluxo dos Benefícios**

ANO	HECTARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9-30
1										
2	5.289	0	1.587	3.173	4.760	5.289	5.289	5.289	5.289	5.289
3	5.290	0	0	1.587	3.173	4.760	5.290	5.290	5.290	5.290
4	7.052	0	0	0	2.116	4.231	6.347	7.052	7.052	7.052
5	10.579	0	0	0	0	3.174	6.347	9.521	10.579	10.579
6	7.052	0	0	0	0	0	2.116	4.231	6.347	7.052
7										
8										
9										
10										
TOTAL	35.262	0	1.587	4.760	10.049	17.454	25.389	31.383	34.557	36.262
BENEFÍCIOS X 10 <sup>6</sup> US\$		0	3,4	10,4	21,9	38,1	55,4	68,5	75,4	77,0

**Tabela A6-17**
**Projeto Salitre - Alternativa 4 (Base + A + B + C)**  
**Análise Econômica (11%) (US\$ 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	68.1	.90090	61.351	.0	.000	-61.351
2	70.1	.81162	56.895	3.4	2.760	-54.135
3	62.3	.73119	45.553	10.4	7.604	-37.949
4	64.3	.65873	42.356	21.9	14.426	-27.930
5	45.5	.59345	27.002	38.1	22.610	-4.392
6	19.2	.53464	10.265	55.4	29.619	19.354
7	18.3	.48166	8.814	68.5	32.994	24.179
8	18.3	.43393	7.941	75.4	32.718	24.777
9	18.3	.39092	7.154	77.0	30.101	22.947
10	18.3	.35218	6.445	77.0	27.118	20.673
11	19.2	.31728	6.092	77.0	24.431	18.339
12	18.3	.28584	5.231	77.0	22.010	16.779
13	18.3	.25751	4.713	77.0	19.829	15.116
14	18.3	.23199	4.246	77.0	17.864	13.618
15	18.3	.20900	3.825	77.0	16.093	12.269
16	33.1	.18829	6.232	77.0	14.498	8.266
17	18.3	.16963	3.104	77.0	13.062	9.957
18	18.3	.15282	2.797	77.0	11.767	8.971
19	18.3	.13768	2.520	77.0	10.601	8.082
20	18.3	.12403	2.270	77.0	9.551	7.281
21	19.2	.11174	2.145	77.0	8.604	6.459
22	18.3	.10067	1.842	77.0	7.751	5.909
23	18.3	.09069	1.660	77.0	6.983	5.324
24	18.3	.08170	1.495	77.0	6.291	4.796
25	18.3	.07361	1.347	77.0	5.668	4.321
26	19.2	.06631	1.273	77.0	5.106	3.833
27	18.3	.05974	1.093	77.0	4.600	3.507
28	18.3	.05382	.985	77.0	4.144	3.159
29	18.3	.04849	.887	77.0	3.734	2.846
30	18.3	.04368	.799	77.0	3.364	2.564
Total	786.2	8.69379	328.333	1,967.1	415.902	87.569
Relação Benefício/Custo = 1.27:1.0						
Valor Presente Líquido 87.57						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela A6.18.**      **Projeto Salitre - Alternativa (Base + A + B + C + D)**  
**Estimativa de Custos**

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA (ha)	CUSTOS US\$
	40.008	
<b>SISTEMA PRINCIPAL</b>		
ESTRADAS		4.383.000
CAPTAÇÃO		148.000
CANAIS		57.585.000
TUBULAÇÕES		26.630.000
RESERVATÓRIOS		1.518.000
SIFÔES		797.000
CONDUTOS		2.067.000
AQUEDUTOS		3.530.000
REDE DE TRANSMISSÃO		957.000
ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO		28.685.000
DRENAGEM		8.852.000
SISTEMAS SECUNDÁRIO & PARCELAR		113.884.000
ORGANIZAÇÃO		1.955.000
TOTAL DE INVESTIMENTOS		251.000.000
MAIS 25% IMPREVISTOS & ENG.		313.750.000
O, M&R \$		5.612.000
ENERGIA ELÉTRICA		15.947.000
<b>TOTAL O, M, R &amp; E</b>		<b>21.559.000</b>

Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

**Tabela A6.19.**

**Projeto Salitre - Alternativa 5 (Base + A + B + C + D)**  
**Fluxo dos Custos**

ANOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-30	TOTAL
Hectares	-	4.800	10.000	18.000	28.000	36.000	40.008	40.008	40.008	40.008	40.008
Componentes US\$ EM MILHÕES											
Estradas	0,9	0,9	1,2	1,1	0,4	-	-	-	-	-	4,5
Captação	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Canais	10,0	12,0	15,0	12,0	8,0	0,6	-	-	-	-	57,6
Tubulações	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1,6	-	-	-	-	26,6
Reservatório	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-	1,5
Sifões	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-	0,8
Condutos	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	0,3	-	-	-	-	2,1
Aquedutos	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,5	-	-	-	-	3,5
Rede Transmissão	0,3	0,3	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	1,0
Estação Bombeamento	16,5	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	28,7
Drenagem	-	2,2	2,2	2,2	2,2	-	-	-	-	-	8,8
Secundária/Parc.	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	13,9	-	-	-	-	113,9
Organização	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
Total	55,0	54,8	45,2	42,1	37,1	16,9	-	-	-	-	251,0
Mais 25%	68,8	68,5	56,5	52,6	46,4	21,1	-	-	-	-	313,9
O, M&R	-	0,8	1,6	2,8	4,1	5,0	5,6	5,6	5,6	5,6	
ENERGIA ENERGIA	-	1,9	4,0	7,2	11,1	14,3	15,9	15,9	15,9	15,9	
TOTAL	-	2,7	5,6	10,0	15,2	19,3	21,5	21,5	21,5	21,5	
FLUXO DE CAIXA	68,8	71,2	62,1	62,6	61,6	40,4	21,5	21,5	21,5	21,5	

REPOSIÇÃO 5 ANOS = 1,0 15 ANOS = 15,8 25 ANOS = 0,1

**Tabela A6.20.**

**Projeto Salitre - Alternativa 5 (Base + A + B + C + D)**  
**Fluxo dos Benefícios**

ANO	HECTARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-30
1											
2	4.800	0	1.440	2.880	4.320	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800
3	5.200	0	0	1.560	3.120	4.800	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200
4	8.000	0	0	0	2.400	4.800	7.200	8.000	8.000	8.000	8.000
5	10.000	0	0	0	0	3.000	6.000	9.000	10.000	10.000	10.000
6	8.000	0	0	0	0	0	2.400	4.800	7.200	8.000	8.000
7	4.008	0	0	0	0	0	0	1.202	2.405	3.607	4.008
8											
9											
10											
TOTAL	40.008	0	1.440	4.440	9.840	17.280	25.600	33.002	37.605	39.607	40.008
BENEFÍCIOS X 10 <sup>6</sup> US\$	0	3,1	9,7	21,4	37,7	55,8	72,0	82,1	86,4	87,3	

**Tabela A6.21**
**Projeto Salitre - Alternativa 5 (Base + A + B + C + D)**  
**Análise Econômica (11%) (US\$ 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	68.8	.90090	61.982	.0	.000	-61.982
2	71.2	.81162	57.788	3.1	2.516	-55.271
3	62.1	.73119	45.407	9.7	7.093	-38.314
4	62.6	.65873	41.237	21.4	14.097	-27.140
5	61.6	.59345	36.557	37.7	22.373	-14.183
6	40.4	.53464	21.599	55.8	29.833	8.233
7	21.5	.48166	10.356	72.0	34.679	24.324
8	21.5	.43393	9.329	82.1	35.625	26.296
9	21.5	.39092	8.405	86.4	33.776	25.371
10	21.5	.35218	7.572	87.3	30.746	23.174
11	22.5	.31728	7.139	87.3	27.699	20.560
12	21.5	.28584	6.146	87.3	24.954	18.808
13	21.5	.25751	5.537	87.3	22.481	16.944
14	21.5	.23199	4.988	87.3	20.253	15.265
15	21.5	.20900	4.494	87.3	18.246	13.752
16	38.3	.18829	7.212	87.3	16.438	9.226
17	21.5	.16963	3.647	87.3	14.809	11.162
18	21.5	.15282	3.286	87.3	13.341	10.056
19	21.5	.13768	2.960	87.3	12.019	9.059
20	21.5	.12403	2.667	87.3	10.828	8.161
21	22.5	.11174	2.514	87.3	9.755	7.241
22	21.5	.10067	2.164	87.3	8.788	6.624
23	21.5	.09069	1.950	87.3	7.917	5.968
24	21.5	.08170	1.757	87.3	7.133	5.376
25	21.5	.07361	1.583	87.3	6.426	4.843
26	22.5	.06631	1.492	87.3	5.789	4.297
27	21.5	.05974	1.284	87.3	5.215	3.931
28	21.5	.05382	1.157	87.3	4.699	3.541
29	21.5	.04849	1.042	87.3	4.233	3.191
30	21.5	.04368	.939	87.3	3.814	2.874
Total	902.5	8.69379	364.188	2,201.5	455.576	91.388
Relação Benefício/Custo = 1.25:1.0						
Valor Presente Líquido 91.39						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela A6.22. Projeto Salitre - Alternativa 6 (Base + A + B + C + D + E)**  
**Estimativa de Custos**

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA (ha)	CUSTOS US\$
	46.592	
<b>SISTEMA PRINCIPAL</b>		
ESTRADAS		5.105.000
CAPTAÇÃO		157.000
CANAIS		71.182.000
TUBULAÇÕES		38.100.000
RESERVATÓRIOS		1.972.000
SIFÕES		948.000
CONDUTOS		2.300.000
AQUEDUTOS		4.365.000
REDE DE TRANSMISSÃO		1.273.000
ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO		35.607.000
DRENAGEM		10.308.000
SISTEMAS SECUNDÁRIO & PARCELAR		132.626.000
ORGANIZAÇÃO		2.276.000
TOTAL DE INVESTIMENTOS		306.219.000
MAIS 25% IMPREVISTOS & ENG.		382.774.000
O, M&R		7.302.000
ENERGIA ELÉTRICA		20.248.000
<b>TOTAL O, M, R &amp; E</b>		<b>27.550.000</b>

## Planejamento Geral de Projetos de Irrigação

**Tabela A6.23.**

**Projeto Salitre - Alternativa 6 (Base + A + B + C + D + E)**  
**Fluxo dos Custos**

ANOS	1	2	3	4	5	6*	7	8	9	10-30	TOTAL
Hectares		4.800	10.000	18.000	28.000	36.000	40.008	46.592			46.592
Componentes											
Estradas	0,9	0,9	1,2	1,1	1,0	-	-	-			5,1
Captação	0,2	-	-	-	-	-	-	-			0,2
Canais	10,0	10,0	11,0	11,0	11,0	10,0	8,2	-			71,2
Tubulações	5,1	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	-			38,1
Reservatório	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	-			2,0
Sifões	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-	-			0,9
Condutos	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	-	-			2,3
Aquedutos	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	-			4,3
Rede Transmissão	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	-	-			1,3
Estação Bombeamento	22,7	12,9	-	-	-	-	-	-			35,6
Drenagem	-	2,2	2,2	2,2	2,2	1,5	-	-			10,3
Secundária/Parc.	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	18,6	-			132,6
Organização	1,2	1,1	-	-	-	-	-	-			2,3
Total	60,5	53,1	40,7	40,7	40,6	37,5	33,1	-			306,2
Mais 25%	75,6	66,4	50,9	50,8	50,8	46,9	41,4	-			382,8
OM&R	-	0,7	1,4	2,8	4,2	5,5	6,4	7,3	7,3	7,3	
ENERGIA ELÉTRICA	-	2,0	4,2	6,1	12,0	15,6	17,4	20,2	20,2	20,2	
TOTAL	-	2,7	5,6	8,9	16,2	21,1	23,8	27,5	27,5	27,5	
FLUXO DE CAIXA	75,6	69,1	56,5	59,7	67,0	68,0	65,2	27,5	27,5	27,5	
REPOSIÇÃO						1,2					

REPOSIÇÃO 5 ANOS = 1,2 15 ANOS = 19,6 25 ANOS = 0,2

**Tabela A6.24.**

**Projeto Salitre - Alternativa 6 (Base + A + B + C + D + E)**  
**Fluxo dos Benefícios**

ANO	HECTARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-30
1		0										
2	4.800	0	1.440	2.880	4.320	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800
3	5.200	0	0	1.560	3.120	4.680	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200
4	8.000	0	0	0	2.400	4.800	7.200	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
5	10.000	0	0	0	0	3.000	6.000	9.000	10.000	10.000	10.000	10.000
6	8.000	0	0	0	0	0	2.400	4.800	7.200	8.000	8.000	8.000
7	4.008	0	0	0	0	0	0	1.202	2.405	3.607	4.008	4.008
8	6.584	0	0	0	0	0	0	0	1.975	3.950	5.926	6.584
9												
10												
TOTAL	46.592	0	1.440	4.440	9.840	17.280	25.600	33.002	39.580	43.557	45.934	46.592
BENEFÍCIOS X 10 <sup>6</sup> US\$		0	3,1	9,7	21,4	37,7	55,8	72,0	86,4	95,0	100,0	101,7

**Tabela A6.25**
**Projeto Salitre - Alternativa 6 (Base + A + B + C + D + E)**  
**Análise Econômica (11%) (US\$ 10<sup>6</sup>)**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	75.6	.90090	68.108	.0	.000	-68.108
2	69.1	.81162	56.083	3.1	2.516	-53.567
3	56.5	.73119	41.312	9.7	7.093	-34.220
4	59.7	.65873	39.326	21.4	14.097	-25.229
5	67	.59345	39.761	37.7	22.373	-17.388
6	69.2	.53464	36.997	55.8	29.833	-7.164
7	65.2	.48166	31.404	72.0	34.679	3.275
8	27.5	.43393	11.933	86.4	37.491	25.558
9	27.5	.39092	10.750	95.0	37.138	26.387
10	27.5	.35218	9.685	100.0	35.218	25.533
11	28.7	.31728	9.106	101.7	32.268	23.162
12	27.5	.28584	7.861	101.7	29.070	21.209
13	27.5	.25751	7.082	101.7	26.189	19.108
14	27.5	.23199	6.380	101.7	23.594	17.214
15	27.5	.20900	5.748	101.7	21.256	15.508
16	48.3	.18829	9.095	101.7	19.149	10.055
17	27.5	.16963	4.665	101.7	17.252	12.587
18	27.5	.15282	4.203	101.7	15.542	11.339
19	27.5	.13768	3.786	101.7	14.002	10.216
20	27.5	.12403	3.411	101.7	12.614	9.203
21	28.7	.11174	3.207	101.7	11.364	8.157
22	27.5	.10067	2.768	101.7	10.238	7.470
23	27.5	.09069	2.494	101.7	9.223	6.729
24	27.5	.08170	2.247	101.7	8.309	6.063
25	27.5	.07361	2.024	101.7	7.486	5.462
26	28.7	.06631	1.903	101.7	6.744	4.841
27	27.5	.05974	1.643	101.7	6.076	4.433
28	27.5	.05382	1.480	101.7	5.474	3.994
29	27.5	.04849	1.333	101.7	4.931	3.598
30	27.5	.04368	1.201	101.7	4.443	3.241
Total	1.119.2	8.69379	426.997	2.515.1	505.662	78.665
Relação Benefício/Custo = 1.18:1.0						
Valor Presente Líquido 78.67						

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela A6.26. Projeto Salitre - Plano Selecionado  
Alternativa 7 (Base + A + D) - Estimativa de Custos**

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA (ha)	CUSTOS US\$
	27.862	
<b>SISTEMA PRINCIPAL</b>		
ESTRADAS		3.052.000
CAPTAÇÃO		107.000
CANAIS		32.846.000
TUBULAÇÕES		16.473.000
RESERVATÓRIOS		1.047.000
SIFÕES		708.000
CONDUTOS		1.416.000
AQUEDUTOS		1.093.000
REDE DE TRANSMISSÃO		572.000
ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO		22.300.000
DRENAGEM		6.164.000
SISTEMA SECUNDÁRIO & PARCELAR		79.309.000
ORGANIZAÇÃO		1.361.000
TOTAL DE INVESTIMENTOS		166.448.000
MAIS 25% IMPREVISTOS & ENG.		208.060.000
O, M&R		3.654.000
ENERGIA ELÉTRICA		10.479.000
<b>TOTAL O, M, R &amp; E</b>		<b>14.133.000</b>

**Tabela A6.27. Projeto Salitre - Plano Selecionado  
Alternativa 7 (Base + A + D) (27.362 Ha) - Fluxo dos Custos**

ANOS	1	2	3	4	5	6*	7	8	9	10-30	TOTAL
Hectares	0	4.623	18.493	23.116	27.862	27.862	27.862	27.862	27.862	27.862	27.862
US\$ EM MILHÕES											
Estradas	1,0	1,0	1,1	-							3,1
Captação	0,1	-	-	-							0,1
Canais	5,0	12,0	12,0	3,8							32,8
Tubulações	4,0	5,0	5,0	2,5							16,5
Reservatório	0,4	0,6	-	-							1,0
Sifões	0,3	0,4	-	-							0,7
Condutos	0,7	0,7	-	-							1,4
Aquedutos	0,1	0,2	0,6	0,2							1,1
Rede Transmissão	0,2	0,2	0,2	-							0,6
Estação Bombeamento	12,0	8,0	2,3	-							22,3
Drenagem	-	2,5	2,6	1,1							6,2
Secundária/Parc.	20,5	25,0	20,3	13,5							79,3
Organização	0,5	0,6	0,3	-							1,4
Total	44,8	56,2	44,4	21,1							166,5
Mais 25%	56,0	70,3	55,5	26,3							208,1
0, M&R	0,0	0,7	2,6	3,7	3,7	4,4	3,7	3,7	3,7	3,7	
ENERGIA ELÉTRICA	0,0	2,1	7,4	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	
TOTAL	0,0	2,8	10,0	14,2	14,2	14,9	14,2	14,2	14,2	14,2	
FLUXO DE CUSTO	56,0	73,1	65,5	40,5	14,2	14,9	14,2	14,2	14,2	14,2	

REPOSIÇÃO 5 ANOS = 0,7 15 ANOS = 11,7 25 ANOS = 0,1

**Tabela A6.28. Projeto Salitre - Plano Selecionado - Alternativa 7 (Base + A + D) (27.862 ha) - Fluxo dos Benefícios**

ANO	HECTARES	1	2	3	4	5	6	7	8-30
1	4.623	0	1.387	2.774	4.161	4.623	4.623	4.623	4.623
2	13.870	0	0	4.161	8.322	12.483	13.870	13.870	13.870
3	4.623	0	0	0	1.387	2.774	4.161	4.623	4.623
4	4.746	0	0	0	0	1.424	2.848	4.271	4.746
5									
6									
7									
8									
9									
10									
TOTAL	27.862	0	1.387	6.935	13.870	21.304	25.502	27.387	27.862
BENEFÍCIOS X 10 <sup>6</sup> US\$		0	3,0	15,1	30,2	46,5	55,7	59,8	60,8

10<sup>6</sup> = 1.000.000

**Tabela 6.29.**

**Projeto Salitre - Alternativa 7 (Base + A + D)**  
**Análise Econômica - Cálculo da Relação Benefício/Custo e Valor Líquido Atual (Us\$ 1.000.000) Taxa de Juros = 11.0 % a.a.**

Ano	Custos	Fator de Valor Presente	Valor Presente Custos	Benefícios	Valor Presente Benefícios	Valor Presente Líquido
1	56.0	.90090	50.450	.0	.000	-50.450
2	73.1	.81162	59.330	3.0	2.435	-56.895
3	65.5	.73119	47.893	15.1	11.041	-36.852
4	40.2	.65873	26.481	30.2	19.894	-6.587
5	14.2	.59345	8.427	46.5	27.595	19.168
6	14.9	.53464	7.966	55.7	29.779	21.813
7	14.2	.48166	6.840	59.8	28.803	21.964
8	14.2	.43393	6.162	60.8	26.383	20.221
9	14.2	.39092	5.551	60.8	23.768	18.217
10	14.2	.35218	5.001	60.8	21.413	16.412
11	14.9	.31728	4.728	60.8	19.291	14.563
12	14.2	.28584	4.059	60.8	17.379	13.320
13	14.2	.25751	3.657	60.8	15.657	12.000
14	14.2	.23199	3.294	60.8	14.105	10.811
15	14.2	.20900	2.968	60.8	12.707	9.740
16	26.6	.18829	5.009	60.8	11.448	6.440
17	14.2	.16963	2.409	60.8	10.314	7.905
18	14.2	.15282	2.170	60.8	9.292	7.122
19	14.2	.13768	1.955	60.8	8.371	6.416
20	14.2	.12403	1.761	60.8	7.541	5.780
21	14.9	.11174	1.665	60.8	6.794	5.129
22	14.2	.10067	1.429	60.8	6.121	4.691
23	14.2	.09069	1.288	60.8	5.514	4.226
24	14.2	.08170	1.160	60.8	4.968	3.807
25	14.2	.07361	1.045	60.8	4.475	3.430
26	14.9	.06631	.988	60.8	4.032	3.044
27	14.2	.05974	.848	60.8	3.632	2.784
28	14.2	.05382	.764	60.8	3.272	2.508
29	14.2	.04849	.689	60.8	2.948	2.260
30	14.2	.04368	.620	60.8	2.656	2.036
Total	619.2	8.69379	266.607	1.608.7	361.629	95.022
Relação Benefício/Custo = 1.36 : 1.0						
Valor Presente Líquido 95.02						

 $10^6 = 1.000.000$

**Tabela A6.30. Projeto Salitre - Resumo da Análise Incremental**

PROJETO	ÁREA (ha)	VALOR PRESENTE DOS CUSTOS (10 US\$) <sup>6</sup>	VALOR PRESENTE DOS BENEFÍCIOS (10 US\$) <sup>6</sup>	VALOR PRESENTE* LÍQUIDO (US\$ X 10) <sup>6</sup>	B/C
Alternativa					
1 BASE	17322	165,8	232,9	67,1	1,40
Incremento (a)	5794	52,9	77,4	24,5	1,46
2 BASE + a	23116	218,7	310,3	91,6	1,42
Incremento (b)	4232	41,4	40,7	-0,7	0,98
3 BASE + a + b	27348	260,1	351,1	91,0	1,35
Incremento (c)	7914	68,2	64,8	-3,4	0,95
4 BASE + a + b + c	35262	328,3	415,9	87,6	1,27
Incremento (d)	4746	35,9	39,7	3,8	1,11
5 BASE + a + b + c + d	40008	364,2	455,6	91,4	0,25
Incremento (e)	6584	62,8	50,1	-12,7	0,80
6 BASE + a + b + c + d + e	46592	427,0	505,7	78,7	1,18
7 BASE + a + d	27862	266,6	361,6	95,0	1,36

\* Benefícios Líquidos Maximizados