

Parte II

Estudo de Viabilidade

**ESTUDO PREPARATÓRIO
PARA
O PROJETO DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO
E
MITIGAÇÃO DE DESASTRES NA BACIA DO RIO ITAJAÍ**

RELATÓRIO FINAL

**VOLUME I: RELATÓRIO PRINCIPAL
Parte II ESTUDO DE VIABILIDADE**

Índice

	<u>Page</u>
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO.....	1-1
1.1 Antecedentes do Estudo de Viabilidade	1-1
1.2 Cronograma do Estudo de Viabilidade.....	1-1
1.3 Mudança da instituição coordenadora do Estudo por parte do lado brasileiro.....	1-2
1.4 Relatório do Estudo de Viabilidade.....	1-2
 CAPÍTULO 2 ESTUDO DE VIABILIDADE DAS MEDIDAS DE CONTENÇÃO DA ÁGUA DE CHUVAS NAS ARROZEIRAS	 2-1
2.1 Contexto do Plano	2-1
2.1.1 Antecedentes.....	2-1
2.1.2 Síntese do Plano.....	2-2
2.2 Projeto de contenção das chuvas nas arrozeiras	2-4
2.2.1 Contexto do projeto	2-4
2.2.2 Estrutura Organizacional de Execução das obras	2-7
2.2.3 Guia da execução da obra.....	2-9
 CAPÍTULO 3 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A SOBRE-ELEVAÇÃO DAS BARRAGENS DE CONTENÇÃO DE ENCHENTES EXISTENTES E MODIFICAÇÃO DA OPERAÇÃO.....	 3-1
3.1 Antecedentes da Sobre-elevação das Barragens.....	3-1
3.2 Investigação de Campo	3-1
3.3 Projeto de Viabilidade para as Estruturas Civas	3-5
3.3.1 Critérios para o projeto	3-5
3.3.2 Projeto de Viabilidade.....	3-5
3.4 Projeto de Viabilidade das Comportas do Conduto.....	3-7
3.4.1 Investigação de campo das comportas de conduto existentes	3-7
3.4.2 Critérios de projeto	3-8
3.4.3 Estudo sobre a necessidade de reparação das comportas dos condutos.....	3-8
3.5 Modificação da Operação de barragem.....	3-8

3.5.1	Abordagem Básica.....	3-8
3.5.2	Método de controle das enchentes.....	3-8
3.5.3	Operação para as Enchentes Extraordinárias.....	3-11
3.6	Aumento da Capacidade de Descarga da Vazão Defluente das Barragens Sul e Oeste.....	3-12
CAPÍTULO 4 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A MODIFICAÇÃO DA OPERAÇÃO DAS BARRAGENS DE USINAS HIDRELÉTRICAS EXISTENTES		
4.1	Antecedentes da Modificação	4-1
4.2	Características Gerais das Duas Barragens	4-1
4.3	Estudo sobre a descarga preventiva.....	4-3
4.3.1	Operação Atual para as Enchentes.....	4-3
4.3.2	Modificação da Operação das Barragens para a Descarga Preventiva	4-3
4.4	Proposição da Organização de Funcionamento.....	4-6
CAPÍTULO 5 ESTUDO DE VIABILIDADE DAS COMPORTAS NO RIO ITAJAÍ MIRIM.....		
5.1	Características de Enchentes e Capacidade de Escoamentos Atual do Rio Itajaí Mirim.....	5-1
5.1.1	Características Topográficas do Rio Itajaí Mirim.....	5-1
5.1.2	Características das Enchentes do Rio Itajaí Mirim.....	5-1
5.1.3	Determinação da Capacidade de Escoamento do Rio Itajaí Mirim	5-3
5.2	Determinação da Capacidade de Escoamento do Rio Itajaí Mirim.....	5-6
5.2.1	Função das Comportas.....	5-6
5.2.2	Operação das Comportas	5-6
5.2.3	Efeito das comportas para enchente provável de 10 anos	5-9
5.2.4	Proposições de estrutura organizacional para a operação de comportas	5-12
5.3	Projeto de Viabilidade das Comportas	5-12
5.3.1	Condições Geológicas	5-12
5.3.2	Critérios e Condições de Projeto	5-14
5.3.3	Projeto de Viabilidade.....	5-14
5.3.4	Drenagem Local	5-22
CAPÍTULO 6 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA O FORTALECIMENTO DO SISTEMA DE PREVISÃO E DE ALERTA DE ENCHENTES EXISTENTE		
6.1	Resumo do Estudo de Viabilidade.....	6-1
6.2	Verificação do Método de Previsão de Enchentes Existente	6-1
6.2.1	Verificação do grau de adequação da Equação de Previsão de Enchentes Existente em Blumenau.....	6-1
6.2.2	Verificação da Equação de Previsão de Enchentes Existente em Rio do Sul.....	6-4
6.2.3	Sistema de Previsão de Enchentes em Itajaí.....	6-5

6.3	Estimativa de Custo para o Fortalecimento do Sistema de Previsão e Alarme de Enchentes	6-6
CAPÍTULO 7 ESTUDO DE VIABILIDADE DE MEDIDAS ESTRUTURAIS PARA ESCORREGAMENTOS E ALTAS VAZÕES SÓLIDAS.....7-1		
7.1	Geral.....	7-1
7.2	Tipos de Escorregamento e Seleção do Tipo de Medida Estrutural	7-2
7.2.1	Classificação do Tipo de Escorregamento	7-2
7.2.2	Seleção da Medida Contra Colapso de Encostas a Montante.....	7-3
7.2.3	Seleção da Medida Estrutural Contra Colapso de Encosta a Jusante	7-4
7.2.4	Seleção de Medidas Contra Colapso da Margem de Rios	7-6
7.2.5	Seleção de Medidas Contra Deslizamentos	7-8
7.3	Projeto de Viabilidade de Medidas Estruturais para os Locais Selecionados	7-11
CAPÍTULO 8 ESTUDO DE VIABILIDADE DE SISTEMA DE ALERTA PARA ESCORREGAMENTO/INUNDAÇÃO BRUSCA.....8-1		
8.1	Geral.....	8-1
8.2	Monitoramento de Chuvas e Transmissão/Armazenamento de Dados	8-1
8.3	Crítérios de Índice Pluviométrico para Atenção/Alerta.....	8-1
8.4	Gerenciamento de Informação, Cálculo do Índice Pluviométrico, Emissão de Sinal de Atenção/Alerta.....	8-2
8.5	Ordem de Evacuação e Educação para Prevenção de Desastres	8-2
8.6	Regulação do Tráfego Rodoviário para Evitar Riscos	8-3
CAPÍTULO 9 CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E SOCIAIS9-1		
9.1	Considerações Ambientais e Sociais dos Projetos Selecionados	9-1
9.1.1	Introdução.....	9-1
9.1.2	Revisão do Exame Ambiental Inicial (IEE) no Estudo do Plano Diretor	9-2
9.1.3	Esboço das Descrições dos TDR para o Estudo EIA/RIMA	9-6
9.2	Aquisição de terras e reassentamentos necessários nos Projetos Prioritários	9-8
9.2.1	Resultados do levantamento de campo das áreas objeto da sobre-elevação das barragens	9-8
9.2.2	Medidas necessárias para minimizar os possíveis impactos da sobre-elevação da barragem Sul	9-10
9.2.3	Medidas de mitigação dos possíveis impactos causados pela sobre-elevação da barragem Oeste	9-10
9.2.4	Processo de reassentamento na Barragem Oeste e Programa de Reassentamento Proposto.....	9-12
9.3	Legislação Ambiental, Programa Geral de Reassentamento e Programa de Monitoramento Pós-Reassentamento no Brasil	9-15
9.3.1	Legislação relacionada com a Compensação	9-15
9.3.2	Comparação entre as Diretrizes da JICA para as Considerações Ambientais e Sociais e a Legislação Relevante no Brasil	9-16
9.3.3	Procedimento Geral para Reassentamento no Brasil.....	9-18

9.3.4	Procedimentos gerais para a compensação no Brasil	9-19
9.3.5	Programa típico de monitoramento de reassentamento no Brasil.....	9-25

Tabelas

	<u>Page</u>
Tabela 1.4.1	Registro das Reuniões com as instituições correlatas durante a Fase 21-2
Tabela 2.1.1	Área da sub-bacia, área das arrozeiras e sua porcentagem em relação à área da Bacia.....2-3
Tabela 2.1.2	Projeto de Contenção de Enchentes nas arrozeiras – ações a serem implementadas.....2-3
Tabela 2.2.1	Agronômica – Quantidade de obras necessárias2-6
Tabela 2.2.2	Custo de Execução do Projeto de entaipamento e recuperação da mata ciliar2-7
Tabela 2.2.3	Quantidade de máquinas necessárias (em média) para a obra de entaipamento2-8
Tabela 2.2.4	Despesas médias para a recuperação da mata ciliar2-9
Tabela 2.2.5	Maquinários e instalações necessárias2-11
Tabela 2.2.6	Maquinários e Materiais.....2-16
Tabela 4.2.1	Características Gerais da Barragem Rio Bonito.....4-1
Tabela 4.2.2	Características Gerais da Barragem Pinhal4-2
Tabela 4.3.1	Volume Necessário para o Controle de Enchentes através da Descarga preventiva nas Duas Barragens.....4-4
Tabela 5.2.1	Área de Inundação ao longo do Mirim Antigo.....5-10
Tabela 5.3.1	Propriedades de Engenharia Determinadas para Cada Estrato para a Comporta à Montante.....5-12
Tabela 5.3.2	Propriedades de Engenharia Determinadas para Cada Estrato para a Comporta à Jusante5-14
Tabela 5.3.3	Principais Características das Comportas.....5-15
Tabela 5.3.4	Comparação das Instalações de Drenagem das Águas do Rio Canhanduba.....5-22
Tabela 6.2.1	Comparação entre o Nível de Água Real e o Previsto pela Presente Equação em Blumenau.....6-2
Tabela 6.3.1	Quantidade e Localização das Novas Estações de Medição6-6
Tabela 6.3.2	Especificação dos Equipamentos6-6
Tabela 6.3.3	Estimativa de Custo para as Estações de Medição Propostas6-7
Tabela 6.3.4	Custo dos Serviços de Consultoria para o Desenvolvimento do Sistema6-7
Tabela 6.3.5	Custos Diretos para o Fortalecimento do Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes Existente.....6-8
Tabela 7.2.1	Tipos de Escorregamento7-2
Tabela 7.2.2	13 Áreas Prioritárias Seleccionadas e Tipos de Escorregamento.....7-2
Tabela 7.2.3	Obras de medidas estruturais para o colapso da encosta do lado montanha7-3

Tabela 7.2.4	Medidas Seleccionadas para Colapso de Encostas a Montante	7-4
Tabela 7.2.5	Comparação de alternativas de Medidas de Solo Reforçado para as Encostas.....	7-5
Tabela 7.2.6	Medidas Estruturais contra Colapso de Encosta a Jusante	7-5
Tabela 7.2.7	Medidas seleccionadas para colapso de encosta a jusante	7-5
Tabela 7.2.8	Relação Altura – Vazão de Descarga nos Locais Estudados	7-6
Tabela 7.2.9	Velocidade do fluxo de projeto.....	7-6
Tabela 7.2.10	Condições aplicáveis de tipos de revestimentos de rios	7-7
Tabela 7.2.11	Resultado da Seleção para a Prioridade Nº 2 SC 470 Margem de rio em Gaspar.....	7-7
Tabela 7.2.12	Resultado da Seleção para a Prioridade Nº 3 Av. Pres. Castelo Branco em Blumenau	7-8
Tabela 7.2.13	Medidas seleccionadas contra colapso de margens de rios	7-8
Tabela 7.2.14	Determinação do Fator de Segurança Inicial (FSI)	7-9
Tabela 7.2.15	Determinação do Fator de Segurança de Projeto (FSP)	7-9
Tabela 7.2.16	Encostas estudadas e Fator de Segurança Inicial e de Projeto	7-9
Tabela 7.2.17	Medidas Estruturais Gerais para Deslizamentos	7-10
Tabela 7.2.18	Lista de Medidas Estruturais e Resultado da Análise de Estabilidade	7-11
Tabela 7.2.19	Efeitos do rebaixamento do lençol através da instalação de drenagem.....	7-11
Tabela 9.1.1	IEE results of selected components.....	9-5
Tabela 9.1.2	Cronograma Tentativo do EIA/RIMA.....	9-7
Tabela 9.1.3	Custo Estimado do ESTUDO EIA	9-8
Tabela 9.2.1	Características gerais das medidas alternativas.....	9-11
Tabela 9.2.2	Estimativa de Custos	9-11
Tabela 9.2.3	Detalhamento dos Custos da Aquisição de terras e da Compensação pelas Residências.....	9-12
Tabela 9.3.1	Comparação entre as Diretrizes da JICA para as Considerações Ambientais e Sociais e a Legislação Relevante no Brasil.....	9-17
Tabela 9.3.2	Estimativa de Custo para as Cartas Compromisso.....	9-21

Figuras

	<u>Page</u>
Figura 1.2.1	Cronograma Geral do Trabalho no presente Estudo.....1-1
Figura 2.1.1	Rizicultura irrigada e a função de contenção da água de chuva como controle de enchentes
	2-2
Figura 2.2.1	Metodologia de Contenção de enchentes nas arrozeiras
	2-4
Figura 2.2.2	Atenuação de enchentes nas arrozeiras
	2-4
Figura 2.2.3	Seção transversal da Taipa das arrozeiras
	2-5
Figura 2.2.4	Quadras de Arrozeiras em AGRONÔMICA
	2-6
Figura 2.2.5	Estrutura Organizacional de Implementação do Projeto
	2-7
Figura 2.2.6	Fluxograma de Implementação do Projeto.....
	2-8
Figura 2.2.7	Metodologia de Gerenciamento do Projeto.....
	2-9

Figura 3.2.1	Mapa de Localização dos furos de sondagem na Barragem Oeste	3-1
Figura 3.2.2	Mapa de Localização das Perfurações na Barragem Sul.....	3-2
Figura-3.2.3	M Mapa Geológico da Barragem Oeste	3-3
Figura-3.2.4	Mapa Geológico da Barragem Sul	3-4
Figura 3.3.1	Seção transversal padrão para sobre-elevação da Barragem Oeste.....	3-5
Figura 3.3.2	Medidas propostas contra o tombamento na seção do vertedouro da Barragem Oeste	3-6
Figura 3.3.3	Dissipador de energia proposto na Barragem Oeste.....	3-6
Figura 3.3.4	Comparação da Profundidade de Transbordamento da Vazão de Projeto no Vertedouro da Barragem Sul.....	3-7
Figura 3.3.5	Seção do Vertedouro proposto na Barragem Oeste	3-7
Figura 3.5.1	Método de Controle de Enchentes na Barragem Oeste	3-9
Figura 3.5.2	Método de Controle de Enchentes na Barragem Sul.....	3-9
Figura 3.5.3	Curva cota-volume e curva-chave relacionando o Nível de Água e o volume de Armazenamento, Vazão defluente da Barragem Oeste	3-10
Figura 3.5.4	Curvas de Classificação relacionando o Nível de Água e o volume de Armazenamento, Vazão de Saída da Barragem Sul.....	3-10
Figura 3.5.5	Fluxograma da Operação das Comportas (no caso da Barragem Oeste)	3-11
Figura 3.6.1	Chuva e Nível da Água da Barragem Sul de Agosto e Setembro de 2011.....	3-13
Figura 3.6.2	Desenho técnico da barragem Oeste após a sobre-elevação (1/2).....	3-16
Figura 3.6.3	Desenho técnico da barragem Oeste após a sobre-elevação (2/2).....	3-17
Figura 3.6.4	Desenho técnico da barragem Sul após a sobre-elevação	3-18
Figura 4.2.1	Características Gerais das Duas Barragens	4-1
Figura 4.3.1	Operação das Barragens do Rio Bonito e do Pinhal para Controle de Enchentes	4-4
Figura 4.3.2	Ilustração do método da descarga preventiva.....	4-5
Figura 4.3.3	Localização do Radar Meteorológico e sua Área de Cobertura	4-5
Figura 4.3.4	Fluxograma da Decisão da Descarga preventiva.....	4-6
Figura 4.4.1	Proposta da Organização para a Operação da Barragem.....	4-7
Figura 5.1.1	Distribuição das Cotas de Elevação na Cidade de Itajaí	5-2
Figura 5.1.2	Causas da Inundação ao longo do Mirim Antigo	5-3
Figura 5.1.3	Hidrogramas da Enchente provável de 10 anos dos Rios Itajaí-açu e Itajaí Mirim	5-3
Figura 5.1.4	Nível da água para cada vazão na margem do Canal	5-4
Figura 5.1.5	Nível da água para cada vazão no Mirim Antigo	5-5
Figura 5.1.6	Níveis da Água das Enchentes prováveis de 10 e 50 anos no Canal.....	5-5
Figura 5.1.7	Níveis da Água das Enchentes prováveis de 10 e 50 anos no Mirim Antigo.....	5-6
Figura 5.2.1	Mapa de Localização das Comportas no Mirim Antigo.....	5-6
Figura 5.2.2	Operação das Comportas (1/3)	5-7
Figura 5.2.2	Operação das Comportas (2/3)	5-7
Figura 5.2.2	Operação das Comportas (3/3)	5-7

Figura 5.2.3	Localização das Estações de medição do Nível da água e chuva Instaladas no Município de Itajaí	5-8
Figura 5.2.4	Relação do Nível da água e Vazão na estação de medição DO-06.....	5-8
Figura 5.2.5	Operação das Comportas para Enchente provável de 10 anos	5-9
Figura 5.2.6	Efeito das Comportas para Enchente provável de 10 anos.....	5-9
Figura 5.2.7	Área de Inundação Estimada ao longo do Mirim Antigo com e sem as Comportas	5-10
Figura 5.2.8	Área de inundação estimada ao longo do trecho jusante do Mirim Antigo de cada enchente provável	5-11
Figura 5.2.9	Proposta da estrutura organizacional para a operação de comportas	5-12
Figura 5.3.1	Perfil Geológico de Engenharia da Comporta no Itajaí Mirim (acima: montante, abaixo: jusante).....	5-13
Figura 5.3.2	Nível da água de Projeto para as Comportas.....	5-14
Figura 5.3.3	Planta Geral da Comporta à Montante (1/2)	5-16
Figura 5.3.3	Planta Geral da Comporta à Montante (2/2)	5-17
Figura 5.3.4	Planta Geral da Comporta à Jusante (1/3).....	5-18
Figura 5.3.4	Planta Geral da Comporta à Jusante (2/3).....	5-19
Figura 5.3.4	Planta Geral da Comporta à Jusante (3/3).....	5-20
Figura 5.3.5	Trecho Objeto do Dique de proteção contra o refluxo na Comporta à Jusante	5-21
Figura 5.3.6	magem das Estacas-Prancha como Dique de proteção contra o Refluxo	5-21
Figura 5.3.7	Necessidade de Drenagem na Área à Montante da BR-101.....	5-23
Figura 6.2.1	Diagrama Esquemático das Estações de Medição.....	6-1
Figura 6.2.2	Comparação entre o Nível de Água Real e o Previsto pela Presente Equação em Blumenau.....	6-2
Figura 6.2.3	Comparação entre o Nível de Água Real e o Previsto pela Equação de Correlações Múltiplas em Blumenau	6-3
Figura 6.2.4	Comparação entre a Enchente Real, a Previsão pela Equação Presente e a Previsão pela Equação de Correlações Múltiplas.....	6-3
Figura 6.2.5	Comparação entre o Nível de Água Médio Diário Real e o Previsto em Rio do Sul.....	6-4
Figura 7.2.1	Fluxograma de Seleção de Medida Estrutural para Deslizamento.....	7-10
Figura 7.3.1	Planta da medida estrutural para a prioridade Nº 1 Escorregamento na SC 302 Taió - Passo Manso-5.....	7-13
Figura 7.3.2	Corte da medida estrutural para a prioridade Nº 1 Escorregamento na SC 302 Taió - Passo Manso-5	7-14
Figura 8.2.1	Fluxograma para Determinação da Localização dos Pluviômetros Automáticos	8-1
Figura 8.5.1	Ordem de Evacuação e Educação para Desastres	8-3
Figura 9.1.1	A mudança de elevação com a sobre-elevação e a aquisição de terras realizada	9-3
Figura 9.2.1	Seção típica de Novo Traçado de Rodovia.....	9-12

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 Antecedentes do Estudo de Viabilidade

A Equipe do Estudo da JICA apresentou o Relatório Intermediário para o Governo do Estado de Santa Catarina em 10 de dezembro de 2010, de acordo com o Escopo de Trabalhos predefinido para o presente Estudo. O Relatório Intermediário descreveu o Plano Diretor de Prevenção de Desastres na Bacia do Rio Itajaí que foi formulado na primeira fase de levantamento de campo que se iniciou em 25 de março de 2010.

Como detalhado no Capítulo 16 da Parte I do Estudo do Plano Diretor, o Governo do Estado decidiu implementar o plano diretor para enchente provável de 50 anos, como meta final do nível de segurança contra enchentes. Tendo em vista o enorme investimento necessário e o longo período de realização, o Governo do Estado decidiu implementar o plano diretor por etapas, gradualmente aumentando o nível de segurança contra enchentes. O Governo do Estado decidiu adotar um nível de segurança para enchente provável de 10 anos para a primeira etapa de implementação. Na mesma linha, os seguintes projetos prioritários que estão sujeitos ao estudo de viabilidade na segunda fase do Estudo Preparatório foram finalmente selecionados pelo Governo do Estado para a primeira etapa de implementação.

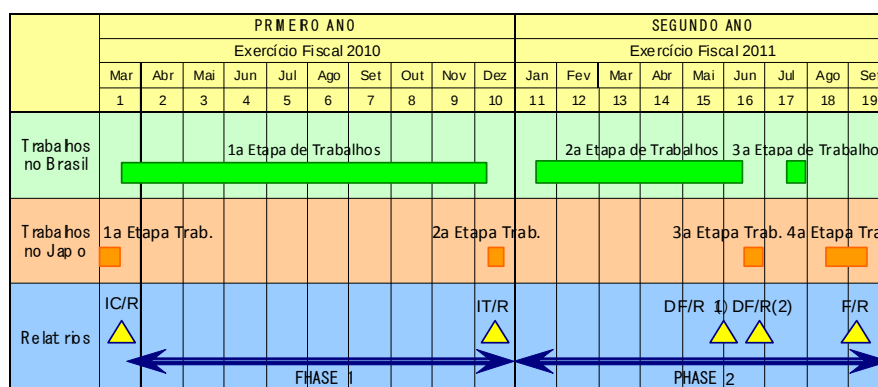
- Contenção da água de chuvas em arrozais
- Sobre-elevação das barragens de controle de enchentes existentes e mudança no método de operação das comportas (2 barragens)
- Utilização da barragem de geração de energia hidrelétrica existente para o controle de enchentes (2 barragens)
- Fortalecimento do sistema de alerta de enchentes existente (FFWS)
- Instalação de duas comportas no Rio Itajaí Mirim na cidade de Itajaí

Juntamente com o acima descrito, os dois projetos a seguir foram escolhidos para a primeira etapa de implementação para a concretização do plano diretor de prevenção de desastres causados por sedimentos.

- Estabilização de encostas das rodovias em 13 locais
- Instalação do sistema de alerta contra desastres causados por escorregamentos e contra enchentes bruscas.

1.2 Cronograma do Estudo de Viabilidade

O estudo de viabilidade foi iniciado em fevereiro de 2011 conforme o cronograma de trabalho mostrado na Figura 1.2.1 a seguir. Os levantamentos de campo no presente Estudo terminaram em julho de 2011. A segunda fase do Estudo está programada para durar no total aproximadamente 8 meses.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura 1.2.1 Cronograma Geral do Trabalho no presente Estudo.

1.3 Mudança da instituição coordenadora do Estudo por parte do lado brasileiro

Em janeiro de 2011, foi dado o início da nova estrutura de governo com o novo Governador que assumiu o governo do Estado de Santa Catarina. Nesta linha, a Defesa Civil foi promovida a uma Secretaria de Estado em Santa Catarina. Em abril de 2011, um novo Secretário de Estado da Defesa Civil assumiu oficialmente o cargo mediante a aprovação da Assembleia Legislativa do Estado. Relacionado com esta mudança, a instituição coordenadora do presente Estudo deixou de ser a FAPESC e assumiu em seu lugar a Secretaria Estadual de Defesa Civil. Entretanto, a FAPESC participa no processo de planejamento do estudo de viabilidade.

1.4 Relatório do Estudo de Viabilidade

O Relatório do Estudo de Viabilidade foi preparado como resultado da segunda fase do presente Estudo, descrevendo os resultados globais do estudo de viabilidade dos projetos prioritários selecionados.

Além disso, do mesmo modo como na primeira fase da elaboração do plano diretor, foram realizadas discussões com várias instituições do Governo do Estado e das prefeituras municipais, assim como workshops e seminários técnicos durante a segunda fase, como mostrado na Tabela 1.4.1 abaixo.

Tabela 1.4.1 Registro das Reuniões com as instituições correlatas durante a Fase 2

No.	Data	Local	Organização / Entrevistado	Pauta
1	28/2/2011	EPAGRI	Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil), Sato (Diretor da JICA Brasil, Takeda (JICA Brasil)	Visita de cortesia ao Novo Secretário e Apresentação do Estudo
2	28/2/2011	Gabinete do governador do Estado de SC	Raimundo Colombo (Governador), Eduardo Pinho Moreira (Vice-Governador)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
3	28/2/2011	Secretaria da Fazenda	Ubiratan S. Rezende (Secretário da Fazenda), Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
4	28/2/2011	Secretaria de Assuntos Internacionais	Marcelo J. Trevisan (Secretário de Assuntos Internacionais), Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
5	01/03/2011	Secretaria de Assuntos Estratégicos	Paulo Eli, Consultor Geral de Ass.Extrat. Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S e do Orçamento para o novo Projeto
6	01/03/2011	Secretaria da Administração	Milton Martini (Secretário da Administração), Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
7	01/03/2011	Secretaria do Planejamento	Tulio Tavares Santos (Secretário Adjunto do Planejamento), Norton (Diretor), Celia (Diretor de Desenvolvimento das Cidades e Ex-Prefeito de Gravatal), Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
8	02/03/2011	FAPESC	Sergio Luiz Gargioni (Presidente), Mário (Diretor Pesquisa), Veran (Gerente), Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
9	02/03/2011	FATMA	Murilo Xavier (Presidente), Heriberto Hulse Neto (Diretor de Licenciamento)	Apresentação do sumário do M/P e F/S, Como obter uma Licença
10	10/03/2011	DEINFRA	Wojcikiewicz (Diretor), Roberto Alexandre Zattar (Diretor), Antônio Romeo Branco Farias (Diretor)	Levantamento topográfico e sondagem geotécnica e apresentação do plano
11	10/03/2011	Deinfra (Divisão de Operações)	Celso Luiz Muller de Faria (Diretor), Adolar Ferreira Filho	Levantamento topográfico e sondagem geotécnica e apresentação do plano
12	10/03/2011	Parcerias Público-Privadas de SC	Enio Branco (Presidente), Glauco Filho (Diretor)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S, Projetos Privados
13	10/03/2011	Secretaria da Agricultura e Pesca	João Rodrigues (Secretário), Luiz Ademir Hessmann (Presidente da Epagri)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;

No.	Data	Local	Organização / Entrevistado	Pauta
14	16/03/2011	SDR Ituporanga	Adelmo Cesar Santana (Secretário), Daniel Rogelio Schemitt (Presidente da Câmara municipal), Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
15	16/03/2011	SDR Rio do Sul	Ítalo Goral (Secretário), Garibaldi Antônio Ayroso (Vice-Prefeito), Outros Prefeitos e funcionários no total de 20 pessoas, Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
16	16/03/2011	SDR Taió	Hugo Lembeck (Secretário), Ademar Dalfovo (Prefeito), Presidente da AMMAVI, Outros Prefeitos e funcionários no total de 20 pessoas, Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
17	16/03/2011	SDR Ibirama	Osvaldo Tadeu Beltramini (Secretário), Outros Prefeitos e funcionários no total de 8 pessoas e Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
18	17/03/2011	SDR Timbó	Rogério Raul Theiss (Secretário) e Prefeitos da região e Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
19	17/03/2011	SDR Blumenau	Cesar Botelho (Secretário), Rufinus Seibt (Vice-Prefeito), Prefeito de Pomerode, Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
20	17/03/2011	SDR Brusque	Sandra Regina Eccel (Secretária), Paulo Roberto Eccel (Prefeito), Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
21	17/03/2011	SDR Itajaí	Fabricio Satiro de Oliveria (Gerente Geral), Raquel Fabiane Mafra (SDS Comunidade de Itajaí) e Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
22	22/03/2011	EPAGRI	Paulo Arruda (Diretor)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
23	22/03/2011	DEINFRA	Paulo Meller (Presidente), William Ernst Wojcikiewics (Diretor) e Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Contramedidas para Rodovias
24	21/03/2011	Assembleia Legislativa SC	Kennedy Nunes (Deputado Estadual, Presidente da Comissão de Defesa Civil), Reginete Panceri (Coordenadora projeto)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S;
25	23/03/2011	Cidade de Itajaí	Jandir Bellini (Prefeito), João Omar Macagnan (Secretário de Planejamento), Everlei Pereira (Coordenador DC), Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S e esquemas para o controle de enchentes
26	30/03/2011	Cidade de Blumenau	João Paulo Kleinübing (Prefeito) e Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S e medidas para escorregamentos nas rodovias
27	30/03/2011	Cidade de Rio do Sul	Milton Hobus (Prefeito) e Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S e Comitê do Itajaí
28	31/03/2011	SDS	Paulo Bornhausen (Secretário), Edison Pereira de Lima (Diretor de Recursos Hídricos) e Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e do F/S e Estação hidrológica e meteorológica
29	06/04/2011	CELESC	Antônio Gavazzoni (Presidente), Michel Becker (Diretor) e André Resende (Diretor) e Geraldo Althoff (Secretário da Defesa Civil)	Apresentação do sumário do M/P e escolha dos projetos para F/S e solicitação da cooperação ao projeto.
30	19/04/2011	Defesa Civil de Rio do Sul	Eng. André	Previsão de enchentes e apresentação do resultado da avaliação.
31	19/04/2011	CEOPS/FURB (Blumenau)	Prof. Hélio Santos	Previsão de enchentes e apresentação do resultado da avaliação.

No.	Data	Local	Organização / Entrevistado	Pauta
32	29/04/2011	UNIDAVI	Participantes: 70 pessoas	Workshop sobre a operação da barragem e sistema de alerta para enchentes
33	05/05/2011	Defesa Civil (Itajaí)	Coordenador Everlei Pereira	Explicação das estações hidrológicas e meteorológicas
34	06/05/2011	Secretaria da Defesa Civil	Diretores e Gerentes da Defesa Civil	Seminário de início das atividades da Defesa Civil (nova estrutura e mandato)
35	10/05/2011	Secretaria da Defesa Civil	Reginete Panceri (Coordenadora) Frederico (Gerente)	Explicação sobre o sistema de alerta e discussão
36	13/05/2011	CELESC	Daniel Pedro Medeiros Jose Belmonte Verzola	Sobre o funcionamento das comportas das barragens
37	03/06/2011	CRAVIL	Harry Dorow (Presidente) Moacir Warmling (Agrônomo) Almir Krueger (Epagri)	Metodologia de contenção da água de chuvas nas arrozeiras
38	03/06/2011	Epagri (Itajaí)	José Alberto Noldin (Chefe do Centro Experimental)	Centro experimental da Epagri (Contenção da água de chuvas nas arrozeiras)
39	08/06/2011	EPAGRI	Participantes: 200 pessoas	III Seminário técnico
40	09/06/2011	ACE – Associação dos Engenheiros	Participantes: 30 pessoas	Explicação do projeto JICA
41	09/06/2011	AMAVI	Wilando Kurth (Pesquisador ambiental)	Visão do Comitê do Itajaí e avaliação ambiental
42	09/06/2011	SDR Blumenau	Professora Sheila	Programa de recuperação da mata ciliar do Comitê do Itajaí
43	13/06/2011	DEINFRA (Barragem Sul)	Administrador José Antônio Lenzi	Levantamento cadastral dentro do reservatório
44	21/06/2011	Defesa Civil (Itajaí)	Coordenador Everlei Pereira	Explicação das estações hidrológicas e meteorológicas

Fonte: Equipe de Estudo da JICA



Workshop sobre a Operação das Barragens e o sistema de alerta para enchentes (FFWS) em Rio do Sul em 29 de abril de 2011



Seminário Técnico em Florianópolis em 8 de junho de 2011

CAPÍTULO 2 ESTUDO DE VIABILIDADE DAS MEDIDAS DE CONTENÇÃO DA ÁGUA DE CHUVAS NAS ARROZEIRAS

2.1 Contexto do Plano

2.1.1 Antecedentes

As arrozeiras na bacia hidrográfica, espacialmente distribuída numa área de 26.295 hectares, estendem-se desde a região do alto vale até a foz, entre os municípios de Taió e Rio do Sul, região de Timbó e região da foz entre os municípios de Gaspar e Itajaí. As áreas de arrozeiras não ultrapassam 1,8% da ocupação total da bacia, porém, tem grande importância como elemento regulador de enchente, pois, se encontram distribuídas nas margens do rio, desempenhando importante papel de atenuantes das enchentes. Porém suas potencialidades ainda não foram exploradas dentro desse cenário. No Brasil, as exigências ambientais em todas as áreas produtivas têm se tornado cada vez mais rigorosas, inclusive na área de produção agrícola. As principais normas reguladoras no setor agropecuário são:

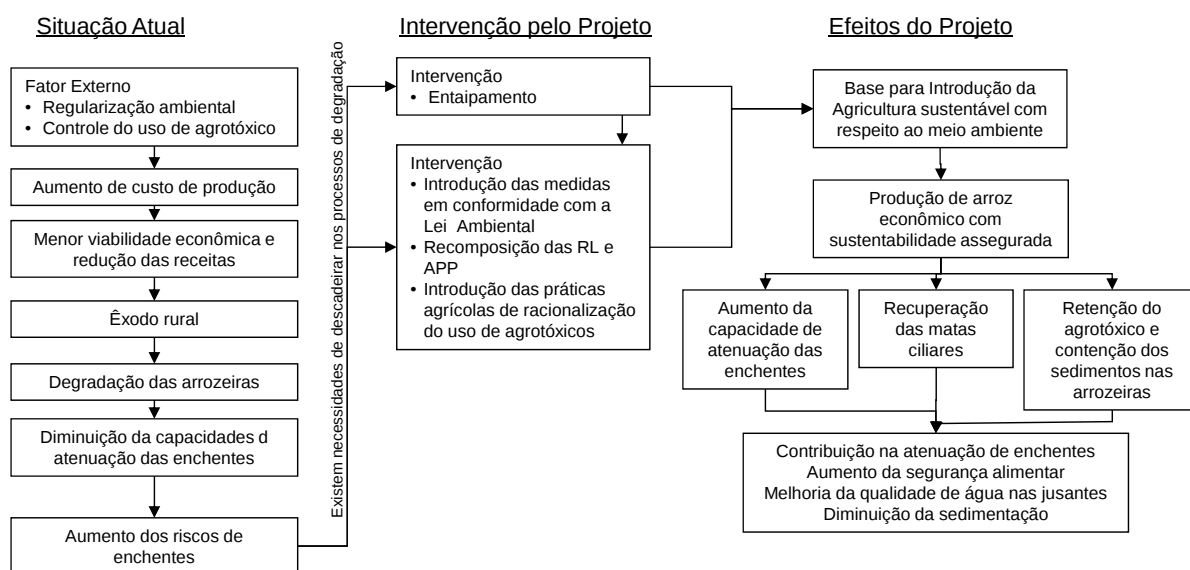
- Regularização Fundiária em conformidade com o Código Florestal (exigências quanto à reserva legal (RL) e às áreas de preservação permanente (APP), inclusive de matas ciliares);
- Regulamentação do uso de defensivos agrícolas.

No Código florestal, é exigida a obtenção da “Certidão de Regularidade Fundiária” para toda propriedade rural que requerem as normalizações da APP e da RL. Além disso, na área da produção agropecuária, as exigências dos consumidores em relação aos alimentos mais seguros têm aumentado, requerendo as certificações e rastreabilidade da cadeia produtiva, desde a semeadura até a comercialização.

Esta tendência à rigidez no controle ambiental e exigência da qualidade nas cadeias produtivas implica em aumento da complexidade na produção e elevação dos custos, fomentando o êxodo rural, em função da inviabilização da economia agrícola. Do ponto de vista de gerenciamento da bacia, como a maioria dos rizicultores são de pequena escala, os agricultores que não tem capacidade para acompanhar as exigências ambientais e de qualidade, correm o risco de terem que abandonar o cultivo do mesmo, fato esse que contribuirá significativamente na diminuição da capacidade de retenção das águas de chuvas pelo desaparecimento das taipas.

Portanto, para manter e melhorar a capacidade de contenção das chuvas nas arrozeiras é necessário realizar intervenções e estratégias adequadas de plantio, para que os produtores continuem produzindo o arroz na referida Bacia.

O projeto de entaipamento das arrozeiras, além de contribuir na atenuação de enchentes, permitirá aos agricultores modernizar o seu sistema produtivo, ajustando-se ao código florestal, bem como realizando atividades necessárias, tais como levantamentos topográficos, recuperações das matas ciliares e introdução do sistema de produção integrada de arroz. Na Figura seguinte, a ilustração das inter-relações entre a rizicultura e o projeto de atenuação de enchentes através do entaipamento das arrozeiras:



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 2.1.1 Rizicultura irrigada e a função de contenção da água de chuva como controle de enchentes:

2.1.2 Síntese do Plano

(1) Objetivo do Plano

Este plano, baseado nas considerações acima, tem a finalidade de ampliar a capacidade de contenção de água de chuvas com arrozeiras com a elevação das alturas de taipas e paulatinamente sendo introduzida melhoria da tecnologia da produção de arroz com melhor qualidade e maior segurança alimentar. Como medidas, serão desenvolvidas as seguintes ações:

Aumento da capacidade de atenuação das enchentes	• Elevação de alturas das taipas de arrozeiras
Uso do solo adequado à Legislação Ambiental	• Recuperação da mata ciliar • Incentivo ao uso do solo em conformidade com a Legislação Ambiental
Oferta de alimentos seguros	• Incentivo à introdução do sistema de Produção Integrada de Arroz - PIA

Com a implementação das medidas acima mencionadas, serão produzidos os seguintes efeitos:

Entaipamento das Arrozeiras	• Aumento da capacidade de conter as águas de chuvas nas arrozeiras (foi estimado aumento de 40.000.000 à 1.000.000.000 m ³ de contenção) • Retenção dos defensivos utilizados dentro dos campos das arrozeiras • Redução da degradação de solo causado pela erosão
Recuperação da mata ciliar	• Transformação da região em zona produtora de arroz em conformidade com o Código Ambiental • Estabilização das margens dos rios • Construção das bases para aquisição da “Certidão de Regularidade Fundiária”
Incentivo ao uso do solo em conformidade com a Legislação Ambiental	• Ausência de multas • Melhoria de acessibilidade aos financiamentos agrícolas oficiais
Fomento do PIA	• Oferta de alimentos saudáveis e seguros • Estabilidade financeira dos produtores através da produção de arroz com valor agregado

(2) Âmbito do Plano

O âmbito do plano é a área das arrozeiras que se estendem na bacia do Itajaí. Na Tabela seguinte, ilustra-se a área da bacia dos rios tributários, a área das arrozeiras e a porcentagem em relação à área

total da Bacia do Rio Itajaí.

Tabela 2.1.1 Área da sub-bacia, área das arrozeiras e sua porcentagem em relação à área da Bacia.

Localidades	Bacia do Rio Itajaí (km ²)	Área de Arrozeiras (km ²)	Porcentagem
Total	15.221,0	262,95	1.73%
Itajaí do Oeste	3.014,9	99,45	3.30%
Itajaí do Sul	2.026,7	19,64	0.97%
Itajaí do Norte	3.353,8	10,64	0.32%
Benedito	1.500,3	30,20	2.01%
Luiz Alves	580,0	19,64	3.39%
Itajaí-açú	3.358,6	60,80	1.81%
Itajaí Mirim	1.678,9	22,57	1.34%

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(3) Metodologia de implementação do Projeto de Atenuação de Enchentes com o Entaipamento

Considerando que a intervenção depende dos rizicultores, o projeto por meio do entaipamento das arrozeiras visa beneficiar os dois lados, tanto da produção, como do controle de enchentes, sem penalizar somente os produtores, mas explorando a potencialidade das mesmas nas atenuações de enchentes e melhorias da infraestrutura produtiva. O PIA (sistema de Produção Integrada de Arroz Irrigado) será implementado como medida compensatória para que os produtores possam melhor se adequar às exigências ambientais, o que garantirá os meios financeiros, facilitando assim a obtenção do CRF – Certificado de Regularização Fundiária.

Para isso, o governo de Estado deverá financiar as obras de entaipamento e os produtores irão executar essas obras em suas propriedades. A participação do governo de Estado e dos produtores na elevação das taipas será conforme abaixo:

Tabela 2.1.2 Projeto de Contenção de Enchentes nas arrozeiras – ações a serem implementadas

Ações	Governo de Estado	Produtores
Formulação do Plano	- Apoio à estruturação de consenso entre os produtores e criação da organização comunitária. - Apoio à regularização fundiária de terrenos dos produtores participantes e obtenção do C.R.F. - Levantamento Topográfico. - Formulação do Plano (quantidade de obras, cronograma e forma de participação).	- Estruturação de consenso entre os produtores e criação da organização comunitária. - Realização dos registros de cadastros das propriedades dos produtores participantes - Acordo entre os produtores na realização do Plano. - Determinação das responsabilidades a serem desempenhadas pelos produtores participantes.
Entaipamento das Arrozeiras	- Envio de Consultores - Definição das metodologias de implementação do projeto. - Desembolso de custo de construção (80%) - Supervisão das obras	- Execução das obras - Pagamento de custo de beneficiários (20%)
Recuperação das Matas ciliares		- Colocação desse material nas margens do Rio - Plantio dessas mudas
Adequação à Legislação Ambiental	- Certificação do registro de propriedade - Medição das propriedades - Averbação de APP e R.L - Definição da faixa de APP	- Recadastramento da propriedade - Certidão de Regularidade Fundiária
Produção Integrada de Arroz - PIA	Orientação técnica para a PIA	Introdução da agricultura baseado no PIA

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Com aproximadamente 2.000 agricultores, as arrozeiras estendem-se por toda a bacia, portanto, a forma do contrato é um fator complicador na implantação deste plano. Em função dessas características e havendo muitas etapas a serem realizadas para a sua concretização, sugere-se que a execução seja

efetivada da seguinte maneira:

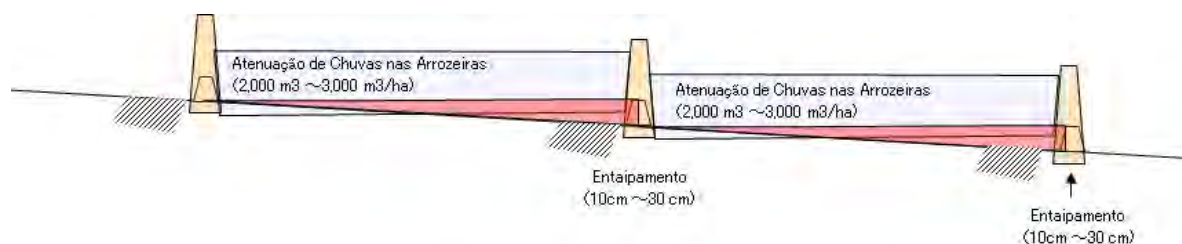
Governo	Produtores
- Disponibilização de serviços e consultorias para a implementação do Plano - Custo das obras de elevação das taipas (80%)	- Execução das obras de elevação das taipas. - Provisão de área de matas ciliares - Custo das obras de elevação das taipas (20%)

2.2 Projeto de contenção das chuvas nas arrozais

2.2.1 Contexto do projeto

(1) Esquema de atenuação de enchentes

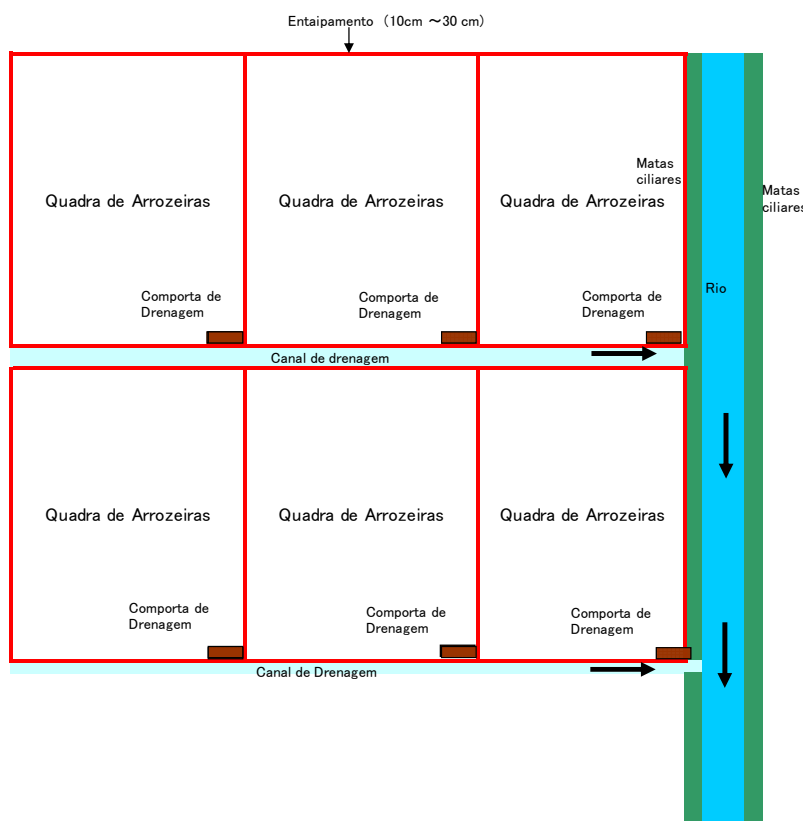
Prevê-se executar os entaipamentos do atual 10 cm para 30 cm, esperando aumentar a capacidade de atenuação das chuvas para mais 2.000 ~3.000 m³ por hectares, conforme ilustrado na Figura seguinte:



Fonte : Equipe de Estudo da JICA

Figura 2.2.1 Metodologia de Contenção de enchentes nas arrozais

As obras de entaipamentos serão executadas nas linhas que dividem as quadras de arrozais, conforme ilustrado na Figura seguinte (linha vermelha). Para não causar prejuízo na produção do arroz, será instalada comporta simples que possibilita o controle dos efeitos de enchentes, especialmente nas épocas da floração do arroz, período de maior risco da perda de produção.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

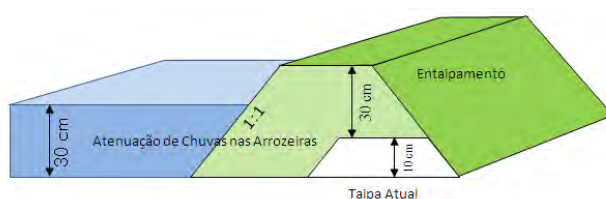
Figura 2.2.2 Atenuação de enchentes nas arrozais

(2) Definição da profundidade de enchentes e altura do entaipamento

A rizicultura permite realizar o controle das enchentes, através das inundações das quadras de arrozais com o adequado manejo das águas. Porém existem épocas vulneráveis, como o período de 20 dias antes da floração, onde a cultura pode ser prejudicada pelo excesso da água. Portanto, a altura adequada de entaipamento será definida considerando-se a altura das arrozais, minimizando assim os possíveis prejuízos causados por essas inundações. Quanto à profundidade de enchentes será:

- Estabelecido como 30 cm de profundidade da água, antes do plantio;
- Período de 20 dias antes da floração e formação de espiga, a profundidade normal será 20 cm e profundidade máxima será de 30 cm;
- Após a sementeira, considerando que a planta jovem não suporta por muito tempo ficar submersa, não deverá deixá-la submersa por mais de 4 dias consecutivos.

A altura da elevação das taipas recomendada é de 30 cm, para possibilitar a instalação de comporta e garantir a profundidade de até 30 cm de água.



Fonte : Equipe de Estudos da JICA

Figura 2.2.3 Seção transversal da Taipa das arrozais

A quantidade de obra necessária para os entaipamentos são os seguintes:

Atualmente, $(0,5+0,7): 2 \times 0,1 \text{ m} = 0,06 \text{ m}^3$
 Após a elevação: $(0,5+1,3): 2 \times 0,4 \text{ m} = 0,36 \text{ m}^3$
 Diferença entre esses dados: $0,30 \text{ m}^3$

(3) Âmbito do Projeto

O âmbito do Projeto serão as áreas onde existem possibilidades adequadas de expansão de arrozais dentro de todas as áreas de arrozais expandidas na Bacia. Como a primeira fase, considera-se 5.000 ha das arrozais expandidas na bacia. As áreas objetivas de projeto serão selecionadas na Etapa de estudo básico. Estabelece-se as seguintes metas:

Áreas de Arrozais: 26.295 ha

Áreas objetivo do Projeto: 20.000 ha

Áreas objetivo na Primeira fase do Projeto: 5.000 ha

(4) Dimensão do entaipamento e a Quantidade de Obras necessárias

As dimensões das obras foram estimadas, tomando-se a região de Agrônômica como amostragem. As quantidades estimadas de obras são:

Tabela 2.2.1 Agrônômica – Quantidade de obras necessárias

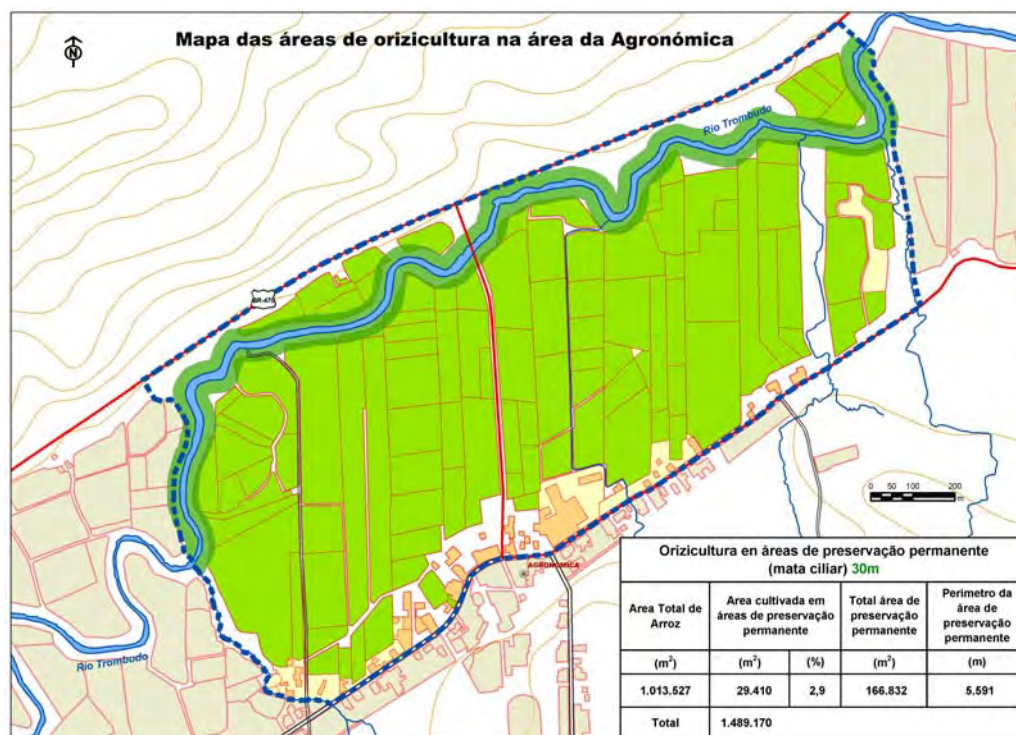
Descrição	Atual	Projetada	Custo/ha
Área Total			
Área das arrozais	101.4 ha		
Extensão das taipas	29.4 km		
Número de quadras	106		
Área de mata ciliar		0,03 ha/ha	R\$ 5.000/ha
Comprimento das taipas por hectare	m/ha	300 m/ha	
Obras das taipas		90 m ³ /ha	R\$ 3.150/ha
Extensão média de cada quadra	ha	1 ha	
Comportas necessárias		1 por ha	R\$ 250/ha

Descrição	Atual	Projetada	Custo/ha
Mata ciliar em relação à área	16.6 ha	0.16 ha/ha	
Extensão da mata ciliar	5.600 m	55 m/ha	

Nota: O custo de obras das taipas foram estimadas (90 m³/ha x R\$ 35/m³ = R\$ 3.150/ha) e de matas ciliares foram estimadas (Plantio de mudas 1.000 x R\$ 3,0/mudas + Cerca)

Fonte : Equipe de Estudo da JICA

Na Figura abaixo a ilustração da área de arrozzeiras na região de Agronômica.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 2.2.4 Quadras de Arrozzeiras em AGRONÔMICA

Os custos estimativos do projeto, incluindo os levantamentos topográficos, formulação do plano, licenciamento ambiental e as regularizações ambientais são:

Tabela 2.2.2 Custo de Execução do Projeto de entaipamento e recuperação da mata ciliar

Obras/ações			Custo Unitário	Valor Total (R\$1,000)
Medidas de contenção de cheias nas arrozzeiras	5.000	ha	3.400	17.000
Recuperação de matas ciliares	200	ha	5.000	1.000
Subtotal				18.000
Elaboração do projeto e gerenciamento da obra	20.000	ha	100	2.000
Projeto Executivo e apoio gerencial para licitação	5.000	ha	200	1.000
Supervisão das Obras	5.000	ha	600	3.000
Levantamento Topográfico	5.000	ha	100	500
Processo de emissão do C.R.F.	500	Famílias	100	500
Licenciamento Ambiental	5.000	ha	2 00	1,000
Treinamento e Capacitação	500	Famílias	1.000	500
Total				26.500

Nota: O custo de medidas de contenção de cheias nas arrozzeiras foi estimado na seguinte forma: Obras de Taipas (R\$ 3.150/ha) + Comporta (R\$250/unidade). O Custo de recuperação de matas ciliares foi estimado na seguinte forma: Mudanças (1.000 x R\$3,0/unidade) + Cerca de 300 m (R\$ 2.000)

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Método de Execução das Obras

As obras de elevação/preparo das taipas serão executadas em grupo/associação. Descreve-se abaixo, a metodologia para sua implementação:

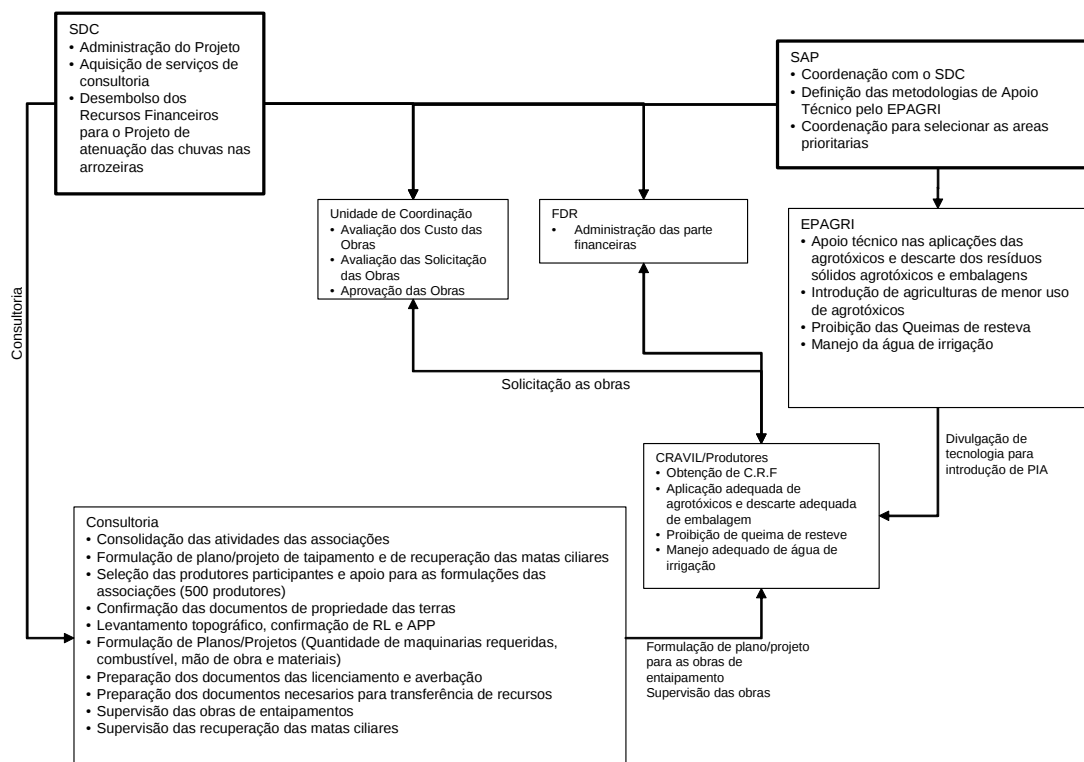
- Promoção do entendimento dos produtores na consolidação de objetivos
- Apoio ao levantamento topográfico e projetos;
- Estimativa do custo de execução de obras
- Solicitação a Unidade de Coordenação para as execução de obras
- Solicitação ao FDR
- Avaliação do Projeto, aprovação e a assinatura do contrato de execução das obras entre o FDR e os produtores
- Execução das obras pelos produtores
- Desembolso dos custos de implementação de obras (80% do custo de obras)

Promover o entendimento dos produtores na consolidação de objetivos, elaboração dos projetos e apoio às medições. Este tipo de assessoria será realizado através de contratação de consultoria. O lugar da retirada da terra para as taipas será determinado pela própria população local. As obras de entaipamento serão realizadas diretamente em forma de contratação direta pelos produtores.

2.2.2 Estrutura Organizacional de Execução das obras

(1) Procedimentos

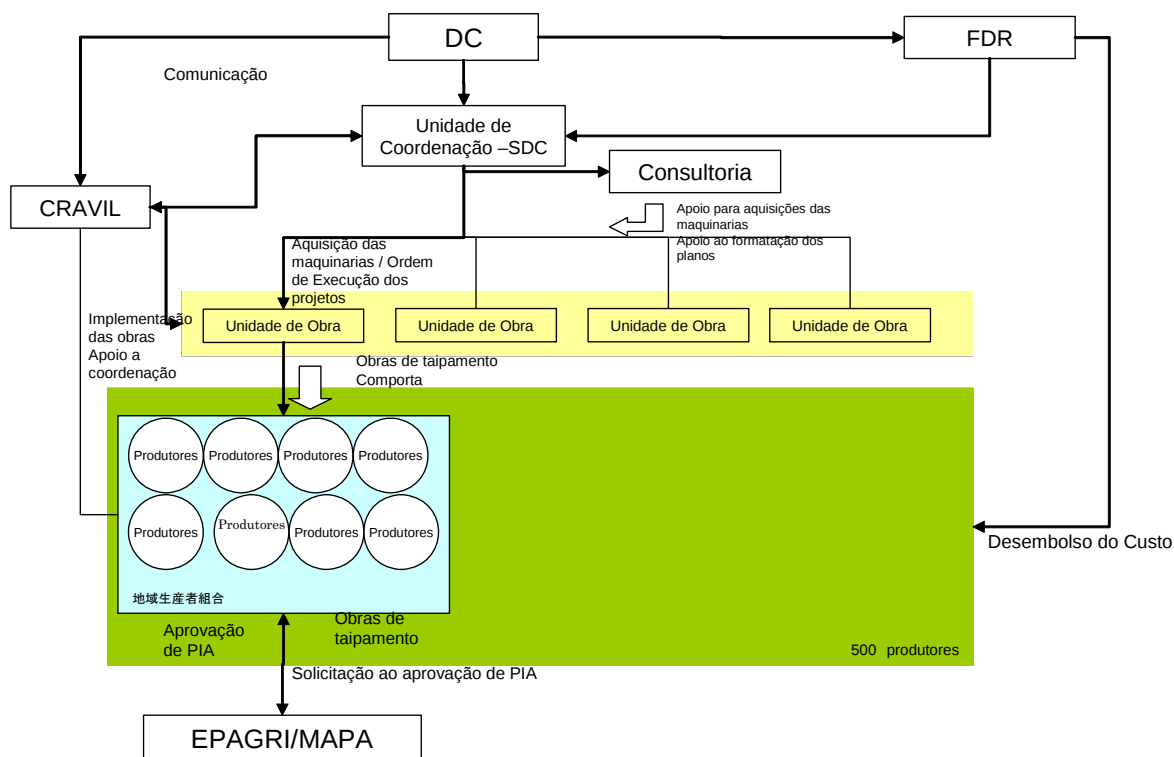
A execução das obras terá como base, o uso racional e econômico dos recursos financeiros, com ampla participação dos produtores na obra. O governo do Estado financiará os materiais e maquinários necessários para a execução das obras, bem como oferecerá serviços de consultoria e treinamento, conforme o fluxograma abaixo:



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 2.2.5 Estrutura Organizacional de Implementação do Projeto

O órgão executor deste projeto será a Secretaria de Estado da Defesa Civil - SDC. Para a implementação deste projeto, serão contratadas as empreiteiras e consultorias.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 2.2.6 Fluxograma de Implementação do Projeto

(2) Serviço de Consultoria

Atribuições da consultoria nesta operação, implementa-se nas três fases:

Formulação de Plano de atenuação de chuvas nas arrozeiras

- Determinar o procedimento geral de execução do projeto;
- Determinar as unidades de obras (com base nas unidades de cada empreendimento);
- Preparação dos documentos necessários de obras e documentos de aplicação dos recursos a Unidade de Coordenação;
- Seleção de produtores participantes (aproximadamente 500 produtores);
- Verificação da situação fundiária dos participantes (meta final: atingir o número de 500 famílias de agricultores);
- Levantamento topográfico e verificação de RL, APP (meta final: área de 5.000 hectares);
- Determinar as medidas para regularização da RL e APP;
- Obtenção da licença ambiental (para cada atividade do projeto);
- Cálculo de estimativa de custo;
- Apoio às preparações dos documentos de aplicação ao Unidade de Coordenação e ao FDR
- Orientação da elevação das taipas (entaipamento);
- Gerenciamento das medidas para regularização da APP.

(3) Apoio técnico para a introdução do PIA

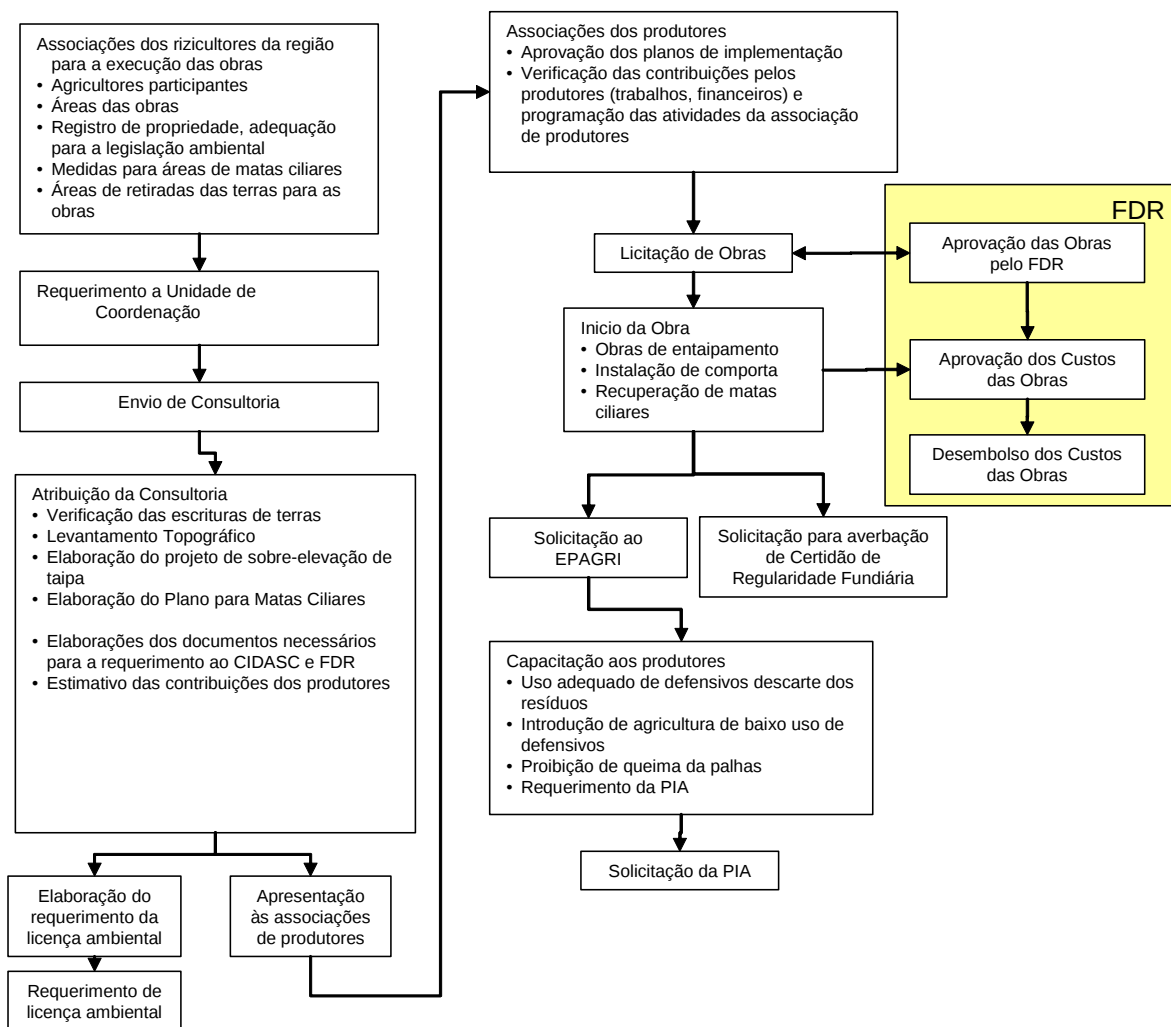
Com o apoio da EPAGRI e da Secretaria de Agricultura e Pesca, serão implementadas as seguintes

atividades, necessárias para a introdução do PIA:

- Manejo correto de uso dos defensivos agrícolas e processo de destinação das embalagens vazias;
- Introdução da agricultura com baixo uso de defensivos agrícolas;
- Proibição da queima da palha;
- Gerenciamento de recursos hídricos.

2.2.3 Guia da execução da obra

O processo de implementação do Projeto de contenção das enchentes nas arrozeiras será da seguinte forma:



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 2.2.7 Processo de Implementação do Projeto

(1) Assembléia dos rizicultores da região para a execução das obras

A assembleia dos rizicultores da região, com o objetivo de obter apoio dos municípios, será estabelecida ao nível de cada município, vila ou sistema de irrigação já estabelecido e será a unidade responsável pela implementação das obras. Assim, cada unidade dessas assembleias serão futuramente as unidades de implementação das obras de entaipamento, administrando o sistema e efetuando o ressarcimento do financiamento.

É recomendável que cada unidade tenha no mínimo 10 famílias, para que haja um trabalho harmônico

nas obras. Cada assembleia terá que decidir sobre os seguintes assuntos:

- Os participantes do projeto;
- A área onde será executado o projeto;
- Procedimento para os registros de terra (para adequação à Legislação Ambiental);
- Medidas a serem tomadas com respeito à mata ciliar;
- Local de onde se retirará a terra;
- Métodos de gerenciamento, supervisão e escolha da liderança da associação;

(2) Requerimento do Empreendimento à Unidade de Coordenação do Projeto e ao FDR

No Projeto de contenção das enchentes nas arrozeiras, cada associação fará solicitação à Unidade Coordenadora do Projeto para sua implementação. A Unidade coordenadora estabelecerá a ordem de serviço de cada obra e sua execução, tendo em vista os requerimentos feitos por cada região e área. Caberá também a Unidade coordenadora, o envio de consultores de acordo com os requerimentos encaminhados por cada área. O Consultor apoiará as preparações dos documentos necessários para as solicitações das implementações das obras para à Unidade de Coordenação e ao FDR.

(3) Obras de Entaipamentos e Recuperação das Matas Ciliares

Para executar as obras de entaipamentos e recuperação das matas ciliares deverão ser realizadas as seguintes ações:

- Verificação dos registros fundiários;
- Realizar a medição (levantamento topográfico);
- Elaborar o projeto dos Entaipamentos;
- Elaborar o projeto da mata ciliar;
- Estimação do custo
- Determinar itens necessários para a execução dos trabalhos pelo produtor (mão de obra).

A área de medição será basicamente aquelas previstas para as áreas de elevação das taipas. As terras que estiverem fora do Projeto, os custos para medição serão por conta dos proprietários. Quanto às matas ciliares, através da verificação dos registros fundiários, serão divididas em áreas de responsabilidade individual e comunitária. Quanto ao planejamento da retirada de terra, será pauta da resolução nas assembleias de cada unidade, bem como o local de onde será retirada e os meios de prover os recursos para tal.

Quanto à recomposição da mata ciliar, deve-se não apenas prever as espécies e variedades das mudas, sua produção e seu plantio, mas também de onde virão os recursos para tanto.

(4) Requerimento para obtenção da autorização ambiental

Elaborar a documentação e requerimentos necessários para a obtenção da licença ambiental, junto à Fundação do Meio Ambiente-FATMA.

(5) Últimas confirmações das Assembleias das associações de rizicultores

Através da convocação dessas assembleias, verificar os seguintes pontos:

- Valor da despesa de cada produtor e forma de pagamento do financiamento;
- Métodos para recuperação da Mata ciliar e seus limites;
- Preparação dos documentos de Aplicação para solicitação das obras

(6) Avaliação/aprovação das aplicações das implementações de obras apresentadas pelos produtores à Unidade de Coordenação e o FDR

A Unidade de Coordenação, baseado nas aplicações apresentadas pelos produtores, avaliará e aprovará as aplicações viáveis.. Após essa aprovação, serão encaminhadas ao FDR e será preparada o contrato de implementação da obra, estabelecendo as responsabilidades dos produtores e cronogramas de obras. Para a execução das obras haverá auxílio dos consultores. As associações responsáveis pelas obras deverão esclarecer muito bem as incumbências de cada produtor previamente, antes de executar o empreendimento.

(7) Início das obras

A elevação das taipas e a recomposição da mata ciliar serão realizadas pelos produtores. O órgão responsável identificará as responsabilidades dos produtores, além de esclarecer as responsabilidades dos produtores nas contenção das chuvas nas arrozeiras. O custo das obras deverão ser solicitados ao FDR para seu desembolso.

(8) Avaliação de Custo de Obra e Desembolso

O FDR, apos realizar as avaliações dos documentos de solicitação, da visita ao campo e verificações dos custos, desembolsará aos produtores. O valor do desembolso é de 80% do custo.

(9) Treinamento dos produtores

Para maximizar os efeitos das obras nesta bacia, além da melhoria da qualidade da água, os produtores receberão os seguintes treinamentos:

- Uso adequado de defensivos agrícolas e destinação correta das embalagens vazias;
- Introdução à agricultura com baixo uso de defensivos agrícolas;
- Proibição de queima da palha e do resteva;
- Prática da agricultura com baixo uso de defensivos agrícolas;
- Gerenciamento dos recursos hídricos.

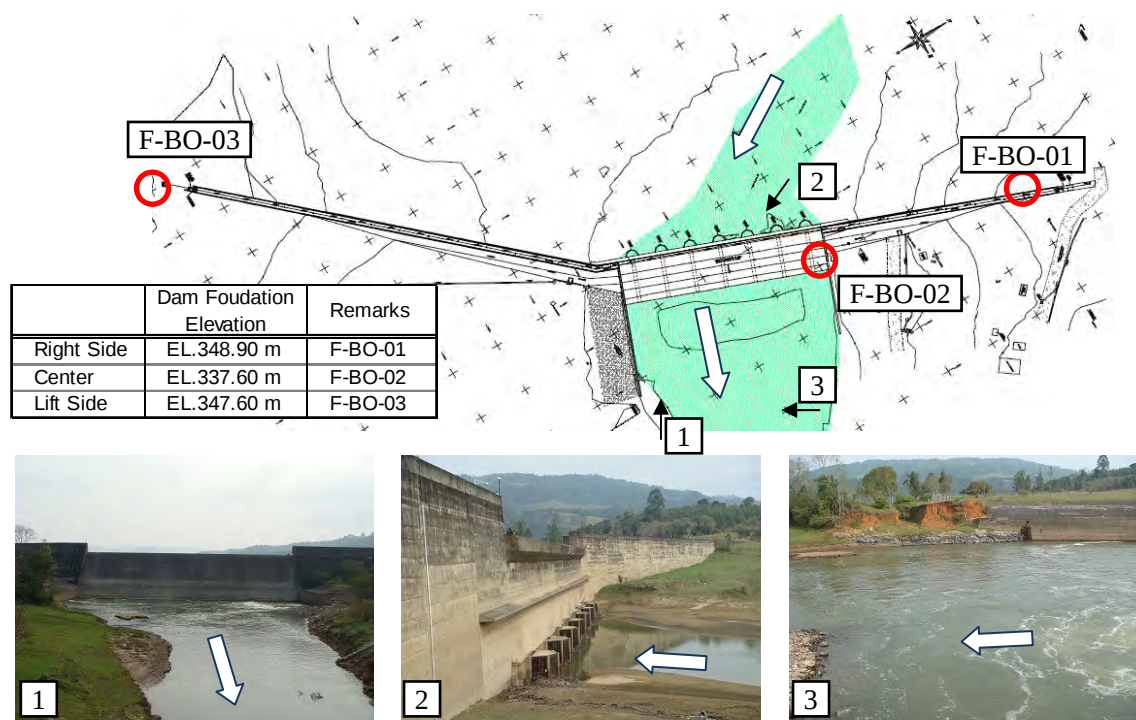
CAPÍTULO 3 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A SOBRE-ELEVAÇÃO DAS BARRAGENS DE CONTENÇÃO DE ENCHENTES EXISTENTES E MODIFICAÇÃO DA OPERAÇÃO

3.1 Antecedentes da Sobre-elevação das Barragens

A sobre-elevação das barragens Oeste e Sul haverá necessidade para se alcançar os níveis de segurança para as enchentes prováveis de 25 e 50 anos. Para as enchentes prováveis pequenas tais como enchente provável de 10 anos, as duas barragens tem a capacidade para conter as enchentes com o fechamento total das comportas. Entretanto, esta operação das comportas aumenta o risco de transbordamento do vertedouro. Portanto, a sobre-elevação das barragens se torna necessária para reduzir o risco de transbordamento. Por esta razão, a sobre-elevação destas barragens foi proposta no Plano Diretor.

3.2 Investigação de Campo

O levantamento topográfico, necessário para o estudo de viabilidade do projeto de sobre-elevação das barragens, foi realizado nas duas barragens para confirmar as principais dimensões estruturais. Além disso, foi realizada a sondagem geotécnica para estimar o perfil das fundações das barragens. Foram realizadas perfurações em três (3) locais na barragem Oeste e um (1) local na barragem Sul, como mostrado a seguir.

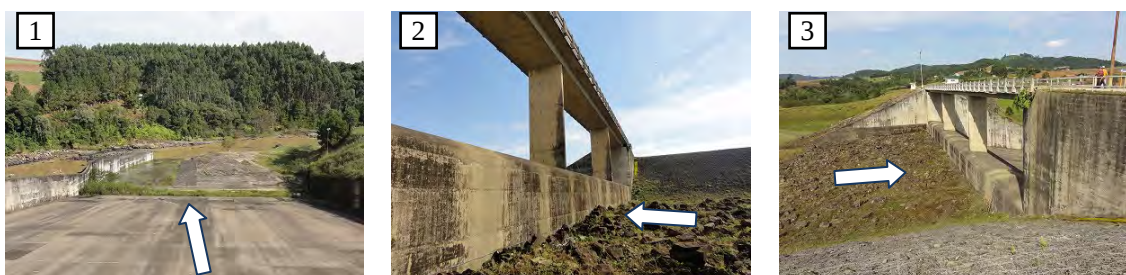
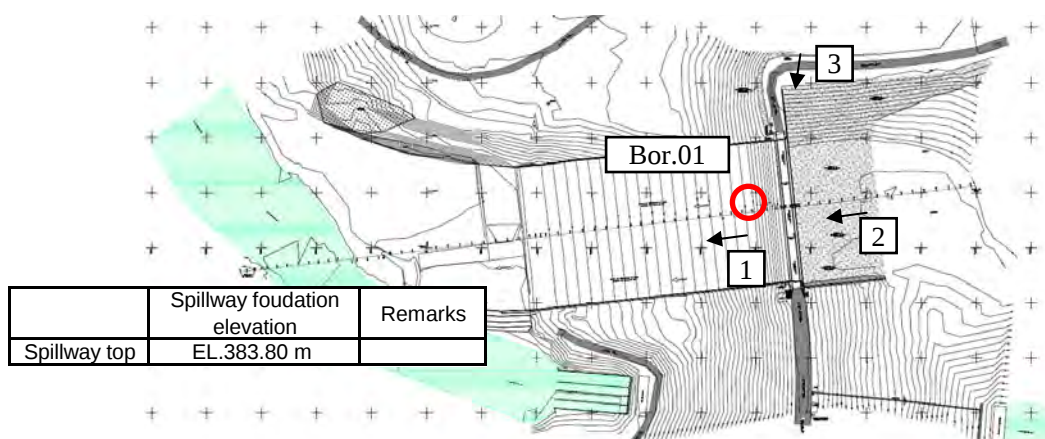


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.2.1 Mapa de Localização dos furos de sondagem na Barragem Oeste

(1) Geologia de engenharia da barragem Oeste

A localização dos furos de sondagens e dos afloramentos, a estrutura geológica e a distribuição geológica são mostradas na Figura 3.2.3. As sondagens geotécnicas, antes de atingir o leito rochoso, foram realizadas no lado esquerdo do corpo de concreto da barragem (Nº: FB-O-01, profundidade total: 30,6 m), na base central da barragem (Nº: F-BO-02, 26,0 m) e no lado direito do corpo de concreto da barragem (Nº: F-BO-03, 25,5 m) pelo método de sondagem SPT. Com base nos resultados da sondagem e na pesquisa detalhada de campo, a resistência à compressão não confinada do leito rochoso recente foi estimada em 30 MN/m^2 , classificada como rocha com resistência média. Na zona de rupturas, o espaçamento das fendas é maior do que 5 cm. A resistência ao cisalhamento foi estimada em $\tau = 1,0 + \sigma \tan 38^\circ$ (MN/m^2), baseado nos resultados existentes do teste de cisalhamento com a rocha similar.



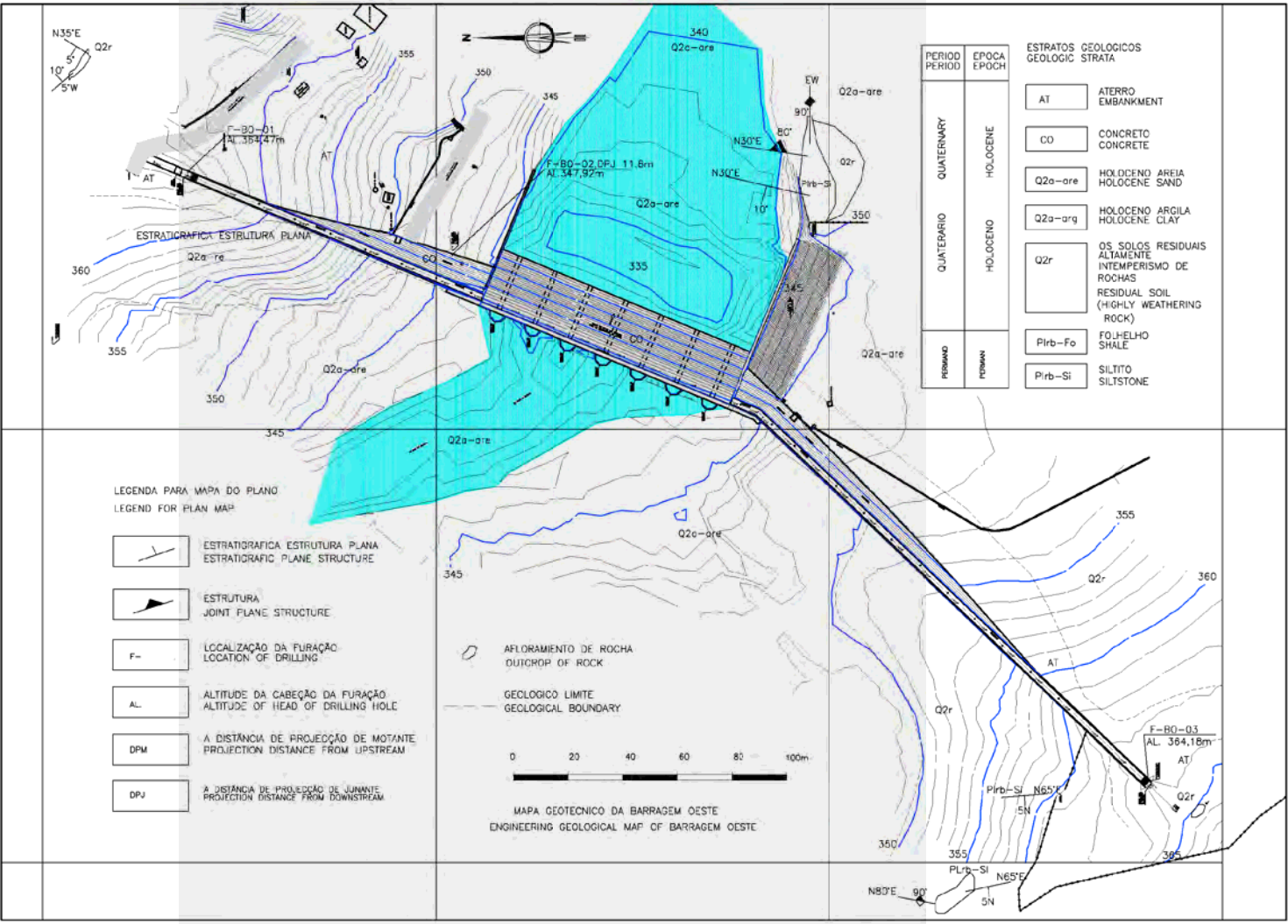
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.2.2 Mapa de Localização das Perfurações na Barragem Sul**(2) Geologia de engenharia da barragem Sul**

A localização dos furos de sondagem e dos afloramentos, a estrutura geológica e a distribuição geológica são mostradas na Figura 3.2.4. A sondagem geotécnica foi realizada no topo do vertedouro (Nº: F-BS-01, profundidade total: 20,0 m) para verificar a qualidade do concreto e a condição do leito rochoso.

A resistência à compressão não confinada do leito rochoso recente foi estimada em aproximadamente 30 MN/m^2 , rocha com forte resistência. Na zona de rupturas, o espaçamento das fendas é maior do que 5 cm. A resistência ao cisalhamento foi estimada em $\tau = 1,0 + \sigma \tan 38^\circ$ (MN/m^2), baseado nos resultados existentes de teste de cisalhamento com rocha similar.

Os detalhes dos dados geológicos observados in loco e os resultados da sondagem estão descritos no Relatório Anexo C, Geologia.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.2.3 M Mapa Geológico da Barragem Oeste

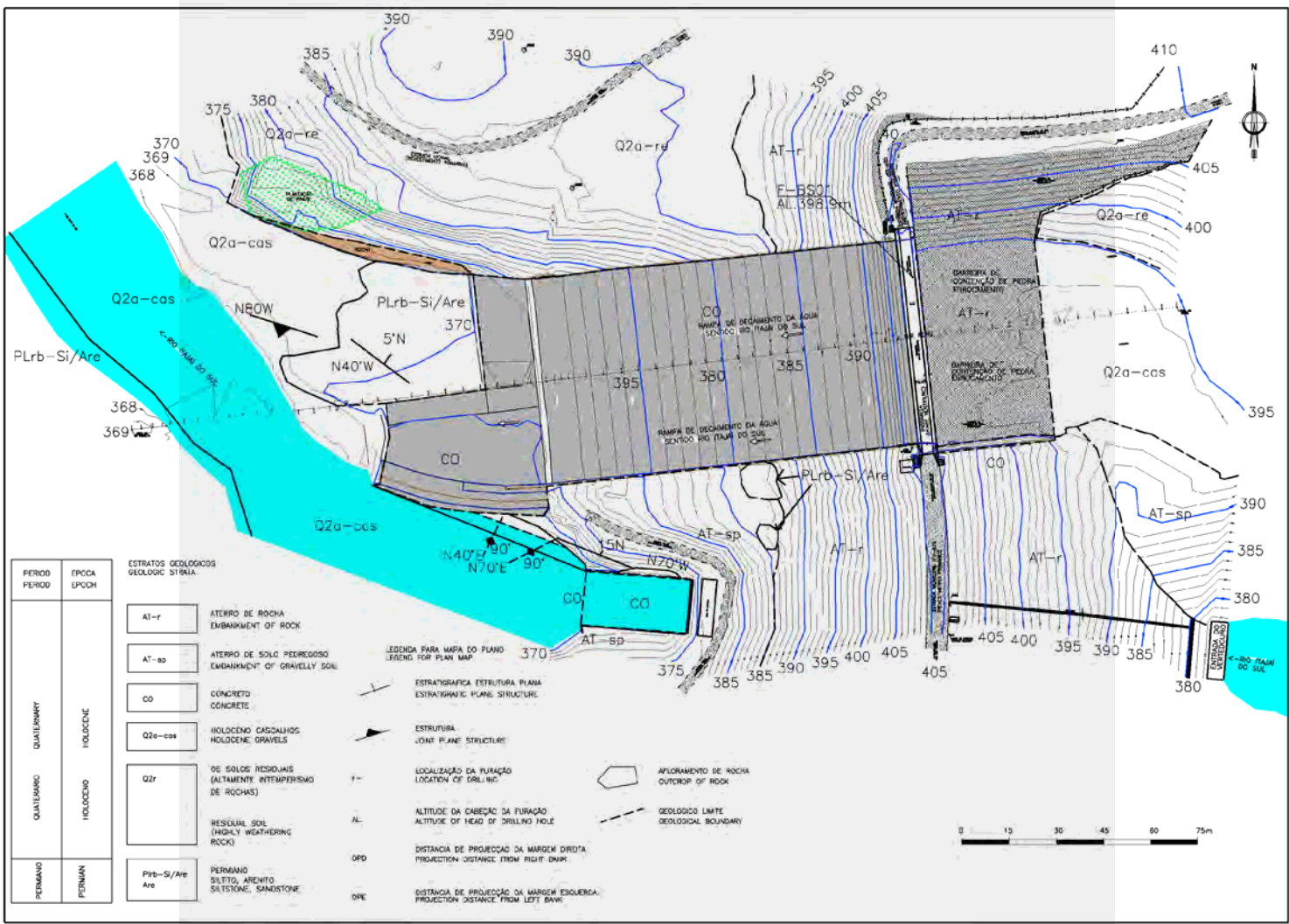


Figura 3.2.3 Mapa Geológico da Barragem Sul

3.3 Projeto de Viabilidade para as Estruturas Civas

3.3.1 Critérios para o projeto

Os seguintes critérios e normas foram aplicados para o projeto. O projeto de viabilidade foi executado com base na primeira norma brasileira, apoiada por outras normas.

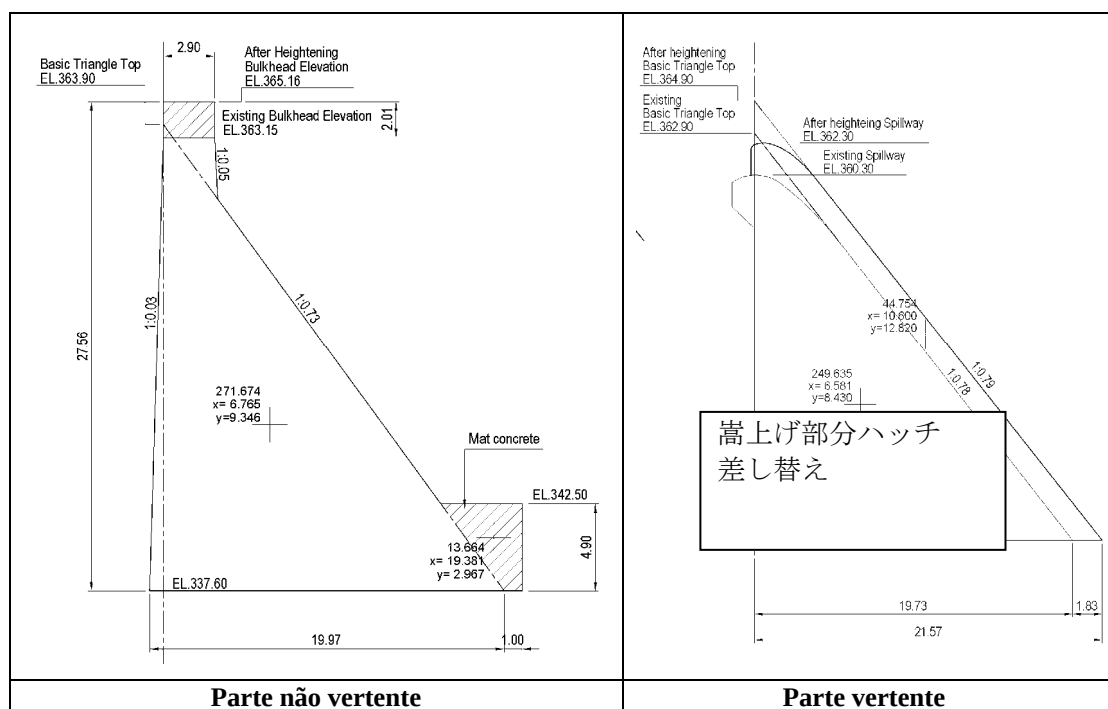
- i) CRITÉRIOS DE PROJETO CIVIL DE USINAS HIDRELÉTRICAS, Eletrobras, Outubro/2003.
- ii) Norma Técnica para Instalações Fluviais e Obras de Proteção de Encostas (SABO), Ministério da construção do Japão, 1997.
- iii) Projeto de Barragens Pequenas, Diretoria de Recuperação, Departamento do Interior, EUA, 1987.

3.3.2 Projeto de Viabilidade

(1) Barragem Oeste

1) Seção não vertente e seção do vertedouro

Considerando o levantamento topográfico e o cálculo hidráulico da vazão de projeto, aparentemente a seção não vertente do corpo da barragem pode ser sobre-elevada em 2,01 m, embora a seção do vertedouro deva ser sobre-elevada em 2,0 m. A Figura 3.3.1 mostra as seções projetadas. Conforme a ilustração, a forma da crista do vertedouro tem ângulo relativamente agudo por causa do ângulo da crista.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.3.1 Seção transversal padrão para sobre-elevação da Barragem Oeste

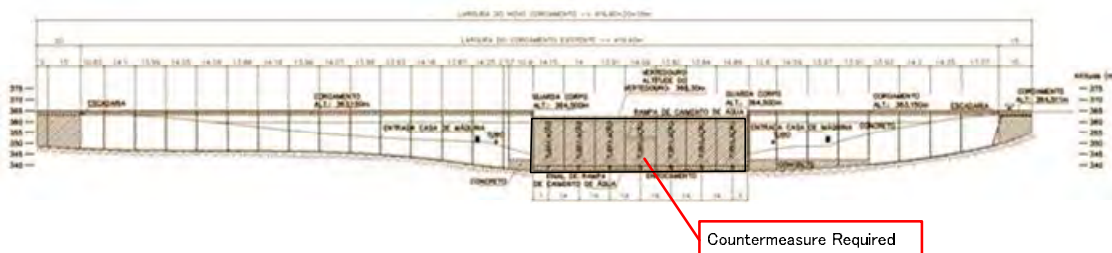
2) Análise de estabilidade contra tombamento devido à sobre-elevação

Seção não vertente

A análise de estabilidade foi realizada para confirmar a estabilidade contra o tombamento devido à sobre-elevação, dividindo a seção não vertente em várias subseções. Aparentemente todas as subseções satisfazem o fator de segurança de 1.10 que é requerido para a estrutura contra o tombamento.

Seção do Vertedouro

Um revestimento de concreto no talude de jusante foi proposto em toda a seção do vertedouro. O talude de jusante foi definido como sendo 1:0,78.

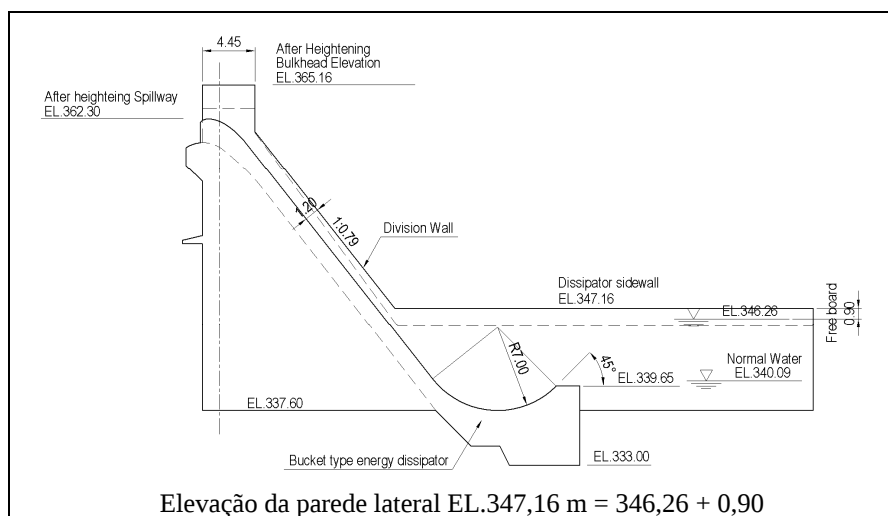


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.3.2 Medidas propostas contra o tombamento na seção do vertedouro da Barragem Oeste

3) Dissipador de Energia

Foi previsto dissipador de energia na barragem Oeste. O dissipador de energia é geralmente instalado na saída do vertedouro para amortecer a energia cinética da água que transborda do vertedouro. A sobre-elevação do vertedouro poderá causar energia cinética maior porque a altura da lâmina da água se torna mais alta. Do ponto de vista hidráulico, foi proposta a instalação do dissipador. O dissipador proposto é do tipo soleira côncava considerando que o nível de água do rio imediatamente à jusante da barragem é sempre alto o suficiente como ilustrado a seguir.

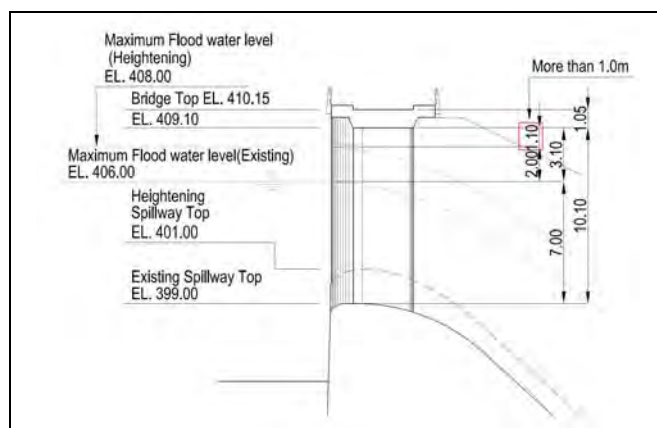


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.3.3 Dissipador de energia proposto na Barragem Oeste

(2) Barragem Sul

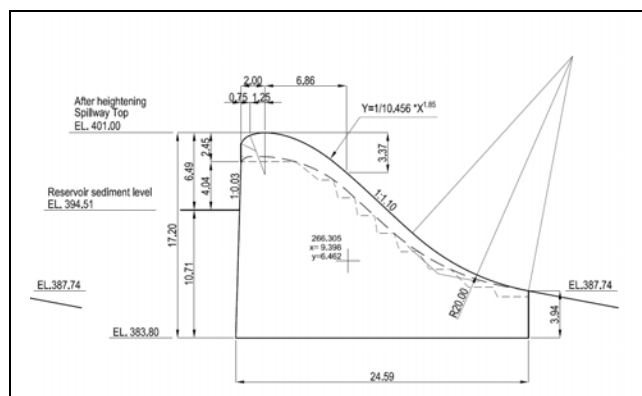
Na barragem Sul, é proposta a sobre-elevação apenas da seção do vertedouro em 2,0 m, pois, a borda livre é suficiente em relação ao coroamento da barragem mesmo com a sobre-elevação, conforme ilustrado na Figura 3.3.6. Conforme a ilustração, a profundidade máxima de transbordamento da vazão de projeto de $2.570 \text{ m}^3/\text{s}$ (= enchente com retorno em 10.000 anos) é 7,0 m com o vertedouro atual. Entretanto, mesmo com a sobre-elevação do vertedouro em 2,0 m, haveria mais de 1,0 m de espaço de borda livre.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.3.4 Comparação da Profundidade de Transbordamento da Vazão de Projeto no Vertedouro da Barragem Sul

A Figura 3.3.5 ilustra o perfil da sobre-elevação projetada do vertedouro. Os cálculos de projeto estão detalhados no Relatório Anexo C.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.3.5 Seção do Vertedouro proposto na Barragem Oeste

3.4 Projeto de Viabilidade das Comportas de Conduto

3.4.1 Investigação de campo das comportas de conduto existentes

(1) Objetivos da investigação de campo

Considerando que as comportas de conduto das barragens Oeste e Sul foram construídas há mais de 40 anos, existe a preocupação de que a resistência das comportas do conduto tenha enfraquecido devido ao longo período de corrosão.

Os critérios de projeto, assim como as condições de projeto, o material utilizado e as dimensões não estão claros porque não há memorial de cálculo do projeto executivo da fase de construção disponível no momento. Portanto, a investigação de campo foi realizada para os seguintes fins:

- i. Esclarecer as condições atuais das comportas e do sistema de operação,
- ii. Para medir a espessura da chapa da tampa e do tubo de conduto das comportas e
- iii. Para entrevistar o gerente de campo com relação ao sistema de operação e aos registros de manutenção.

(2) Resultados da investigação de campo

Embora a manutenção das comportas de conduto de ambas as barragens tenha sido feita nos anos 80, não há indícios de corrosão e a situação do conduto é bem sólida. O resultado de medição da espessura da chapa das comportas indica que os valores da corrosão devem estar entre 0,1 a 0,2 mm. Portanto, foi concluído que a perda por corrosão é pequena.



Foto: Condição atual das comportas (Esquerda: Barragem Oeste, Direita: Barragem Sul)

3.4.2 Critérios de projeto

Para efetuar a avaliação do projeto da comporta, em relação à resistência das comportas e tubos de conduto existentes, foi utilizada a norma brasileira ABNT NBR 8883:2008.

3.4.3 Estudo sobre a necessidade de reparação das comportas dos condutos

Mesmo com a elevação do nível da água de 2,0 m, as comportas existentes têm resistência suficiente de acordo com os cálculos efetuados, pois a velocidade de corrosão é lenta e a tolerância da espessura que foi projetada contra uma corrosão de longa duração, estimado em cerca de 1,0 mm, ainda mantem-se resistentes mesmo passados 40 anos. Portanto, as instalações existentes são satisfatórias mesmo com a sobre-elevação da barragem.

3.5 Modificação da Operação de barragem

3.5.1 Abordagem Básica

(1) Local de referência para a operação das barragens

A sobre-elevação da barragem Oeste e a modificação da operação das barragens solucionam os problemas de enchente provável de 10 anos na cidade de Taió, mas não garante a segurança contra a enchente provável de 5 anos na cidade de Rio do Sul, sem o armazenamento temporário na bacia (barragens de pequeno porte). Portanto, a cidade de Taió poderá ser selecionada como local de referência para a modificação do manual de operação da Barragem Oeste.

Por outro lado, o atual nível de segurança na cidade de Ituporanga é maior do que enchente provável de 10 anos. No entanto, nível de segurança em Rio do Sul ao longo do Rio Itajaí do Sul é inferior do que enchente provável de 10 anos. Portanto, a cidade de Rio do Sul ao longo do Rio Itajaí do Sul deve ser selecionada como local de referência para a modificação do manual de operação da Barragem Sul.

(2) Meta para a proteção de enchente

No Plano Diretor, a sobre-elevação das barragens foi planejada para a enchente provável de 50 anos. Mas a segurança do rio Itajaí-açu à jusante de Rio do Sul deve ser provisoriamente assegurada para a enchente provável de 10 anos através da implementação dos projetos da 1ª fase. Portanto, o manual de operação deve ser preparado para a enchente provável de 10 anos. Há possibilidade de a vazão de enchente transbordar pelo vertedouro da barragem durante a enchente provável maior do que 10 anos, porém, haverá melhoria em relação à situação atual que ocorre transbordamento de pelo menos uma vez, mesmo com enchente equivalente de 5 anos de recorrência.

3.5.2 Método de controle das enchentes

(1) Método de Controle da Enchente na Barragem Oeste

Se todas as comportas forem totalmente abertas durante enchente provável de 10 anos, a vazão máxima de

enchente na cidade de Taió é estimada em $520 \text{ m}^3/\text{s}$. Esta vazão excede a atual capacidade de escoamento de $440 \text{ m}^3/\text{s}$ na cidade de Taió. Portanto, haverá necessidade de reduzir $80 \text{ m}^3/\text{s}$ da vazão de pico para enchente provável de 10 anos na Barragem Oeste. Além disso, é recomendável que as comportas sejam totalmente fechadas durante a enchente por maior tempo possível, esperando-se um efeito na cidade de Rio do Sul e a simplificação da operação.

O critério para a operação das comportas será: quando a vazão afluente de enchente no reservatório atingir $300 \text{ m}^3/\text{s}$ deverá fechar totalmente as comportas, considerando 20% da capacidade de armazenamento como reserva, tendo em vista a incerteza decorrente da variação na distribuição da chuva e a ocorrência de enchentes extraordinárias.

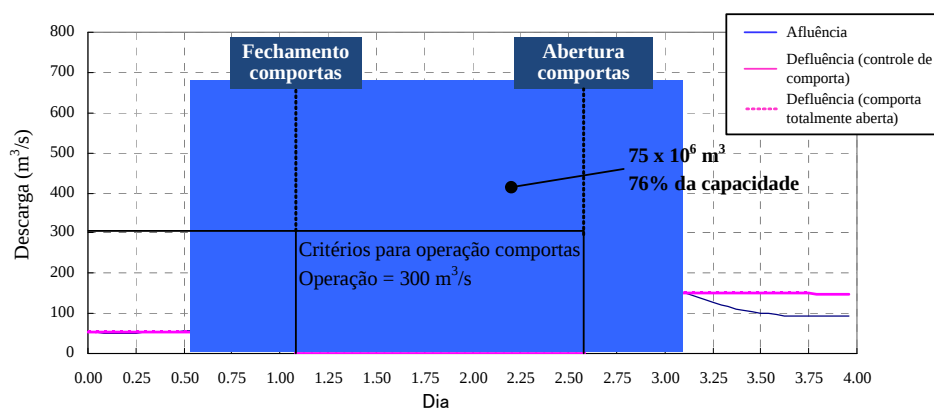


Figura 3.5.1 Método de Controle de Enchentes na Barragem Oeste

(2) Método de Controle de Enchente na Barragem Sul

Se todas as comportas forem totalmente abertas durante a enchente provável de 10 anos, a vazão máxima da enchente na cidade de Rio do Sul no Rio Itajaí do Sul é estimada em $570 \text{ m}^3/\text{s}$. Esta vazão excede a atual capacidade de escoamento de $440 \text{ m}^3/\text{s}$ na cidade de Rio do Sul. Portanto, haverá necessidade de reduzir $130 \text{ m}^3/\text{s}$ do pico da vazão para a enchente provável de 10 anos na Barragem Sul.

O critério de operação das comportas será: quando a vazão afluente de enchente no reservatório atingir o valor de $150 \text{ m}^3/\text{s}$ deverá fechar totalmente as comportas e abrir todas as comportas após a passagem de enchente. Como o volume de armazenamento para a enchente provável de 10 anos é $73 \times 10^6 \text{ m}^3$, a capacidade de reserva equivalente a 34% será preservada devido à incerteza da variação da distribuição de chuva e a ocorrência de enchentes extraordinárias.

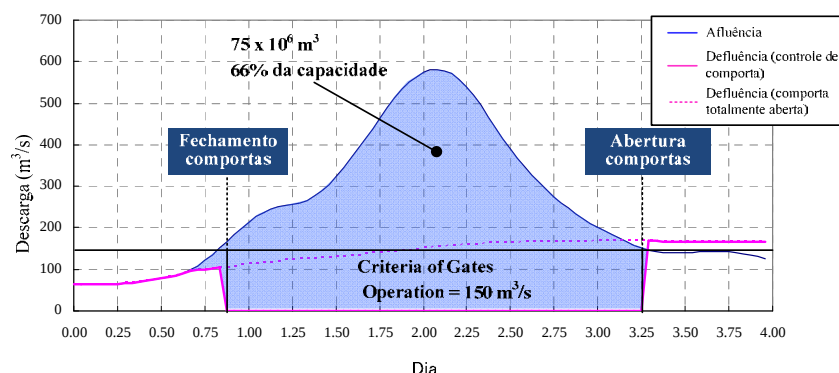


Figura 3.5.2 Método de Controle de Enchentes na Barragem Sul

(3) Método de Operação das Comportas

O método de operação das comportas mencionado acima é simples, porém, o operador das comportas deverá conhecer a vazão afluente do reservatório. Essa vazão afluente será estimada através da seguinte

equação.

$$Q_{in} = \frac{\Delta V}{\Delta t} + \bar{Q}_{out}$$

onde, Q_{in} : vazão afluente na barragem (m^3/s)

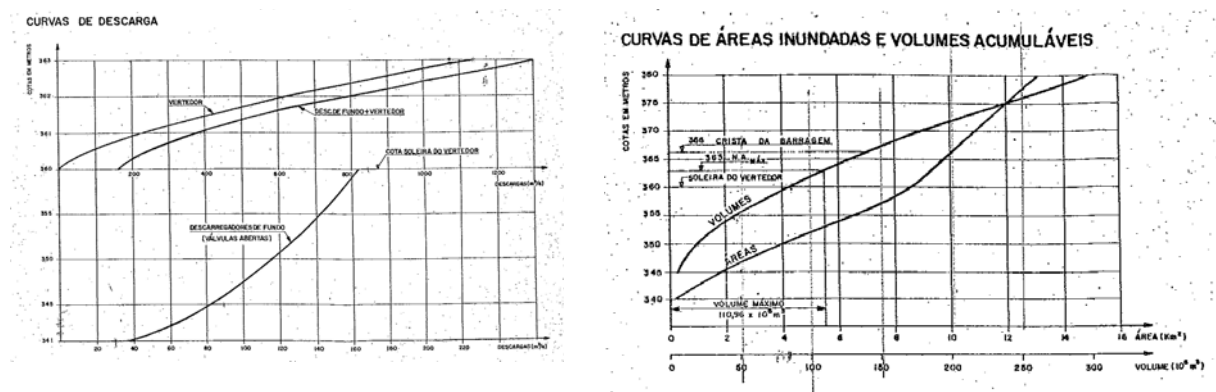
ΔV : aumento do volume de armazenamento no reservatório durante Δt (m^3)

$\bar{Q}_{out}$: vazão defluente média durante Δt (m^3/s)

O operador das comportas deve obter dados precisos sobre o nível de água no reservatório e sobre a vazão defluente que escoar pelos condutos, a cada 30 minutos ou 1 hora, para poder operar as comportas adequadamente. O operador de comportas também deve preparar a curva cota-volume que se obtém através da relação entre o nível de água do reservatório e o volume de armazenamento, e a curva-chave que se obtém através da relação entre o nível de água no reservatório, a abertura das comportas e a taxa da vazão defluente.

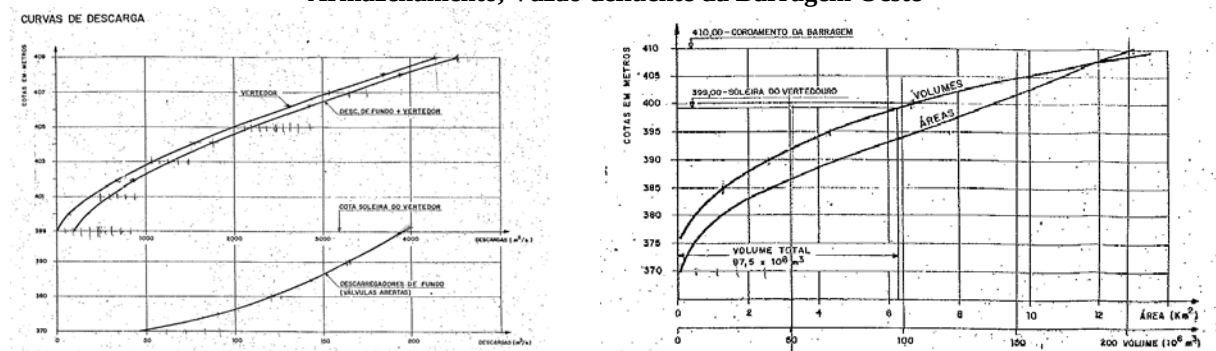
As Figuras 3.5.3 e 3.5.4 demonstram essas curvas das Barragens Oeste e Sul. Mas essas figuras não consideraram a abertura das comportas, e os dados utilizados para o cálculo são antigos, portanto haverá necessidade de confirmar através dos desenhos finais (as-built) do fabricante ou com o projeto executivo de conclusão das obras. Portanto, estas curvas deverão ser revisadas na fase de elaboração do projeto executivo de sobre-elevação das barragens.

Além disso, o nível da água do reservatório e a vazão afluente também não são atualizadas, portanto, existe necessidade de realizar a revisão da capacidade do reservatório periodicamente, efetuando o levantamento topográfico, baseado nos dados de aerofotogrametria em andamento.



Fonte: Desenhos (Obras Existentes de Controle de Enchentes, Barragem Oeste), CAEEB MME/DNAEE

Figura 3.5.3 Curva cota-volume e curva-chave relacionando o Nível de Água e o volume de Armazenamento, Vazão defluente da Barragem Oeste



Fonte: Desenhos (Obras Existentes de Controle de Enchentes, Barragem Sul), CAEEB MME/DNAEE

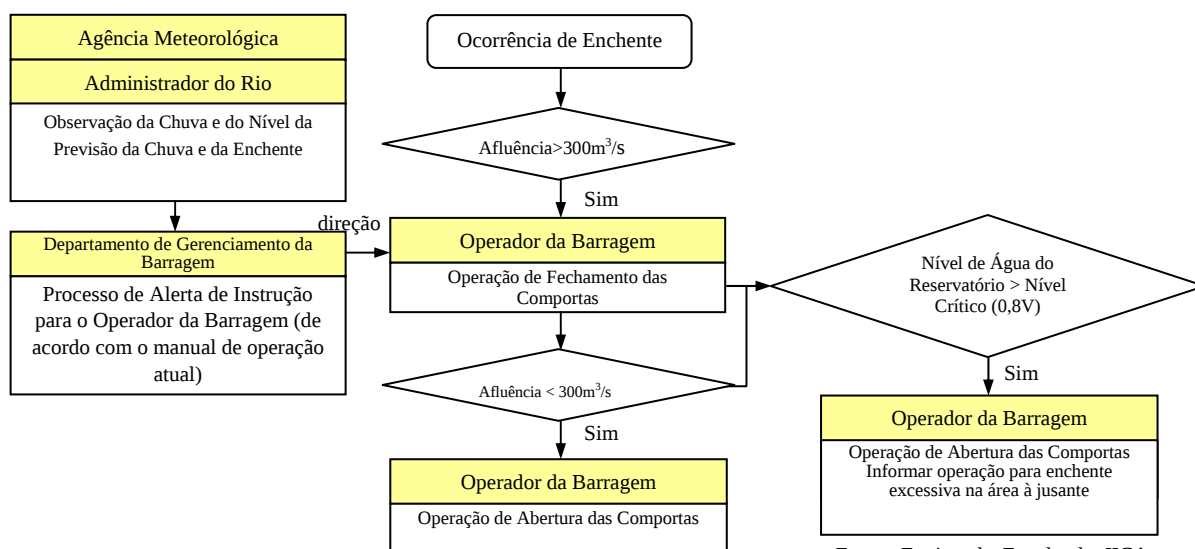
Figura 3.5.4 Curva cota-volume e curva-chave relacionando o Nível de Água e o volume de Armazenamento, Vazão defluente da Barragem Sul

A execução do projeto de sobre-elevação e o gerenciamento das barragens será da competência do DEINFRA. O controle das barragens está sendo realizado por 1 pessoa residente atualmente e o Gerente do DEINFRA que é o responsável pela operação se desloca para o local e passa as instruções de operação quando ocorre enchente. A confirmação do nível do reservatório é realizada visualmente na régua. A operação da barragem deverá ser realizada através da identificação da vazão afluente, portanto, o ideal é operar a barragem, identificando o nível da água do reservatório medido a cada 1 hora, determinando a vazão de afluência e informação da situação de jusante.

3.5.3 Operação para as Enchentes Extraordinárias

Se enchente extraordinária que excede a enchente de projeto (doravante denominada “enchente em excesso”) atingir a barragem durante a operação da barragem, o operador deverá suspender a operação normal do controle de enchentes. A enchente em excesso pode causar o transbordamento do vertedouro e aumento rápido no nível de água no rio à jusante. O operador deve se esforçar para mitigar a taxa de aumento do nível de água e reduzir os danos na área à jusante, conforme o resumo a seguir.

- i. Deverão abrir todas as comportas vagarosamente e na ordem, quando o nível da água do reservatório alcançar o nível crítico. Geralmente adota-se como nível crítico o nível de água considerando 80% da capacidade do reservatório. Esta operação pode mitigar a taxa de aumento do nível de água na área à jusante, quando a água armazenada transbordar do vertedouro.
- ii. O operador deve comunicar a operação de abertura das comportas e a possibilidade de transbordamento antecipadamente através das sirenes de alerta para as pessoas que vivem ao longo do rio à jusante, de Taió a Rio do Sul.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 3.5.5 Fluxograma da Operação das Comportas (no caso da Barragem Oeste)

3.6 Aumento da Capacidade de Descarga da Vazão Defluente das Barragens Sul e Oeste

Em Setembro de 2011, após as atividades do Estudo de Viabilidade (Fevereiro a Julho de 2011), ocorreu enchente de grande porte. Em setembro de 2011, na fase da apresentação do Relatório Final Preliminar, foi efetuado o levantamento da condição de descarga da vazão defluente das barragens Sul e Oeste e proposta a construção adicional dos condutos, conforme a explanação abaixo, como medidas de solução dos problemas existentes.

De acordo com a informação da Secretaria de Estado da Defesa Civil, na enchente ocorrida em 09/2011, a chuva acumulada que caiu em toda a Bacia do Rio Itajaí foi de 200 mm em 4 dias. No presente estudo foram estabelecidos os tempos de recorrências baseados nas chuvas de 4 dias como sendo 188 mm para enchente provável de 25 anos e 209 mm para enchente provável de 50 anos. Portanto, podemos estimar que a chuva que caiu em 09/2011 equivale à enchente provável de 30 a 40 anos. Os níveis da água do Rio Itajaí-açu em Blumenau nas enchentes de 1983 e 1984 (enchente provável em torno de 70 anos) foram 15,8 m e 15,5 m respectivamente (medição dos níveis na estação hidrológica), na enchente de 1992 (enchente provável em torno de 30 anos) foi 10,6 m e na enchente de 2001 (enchente provável de 7 anos) foi 11,0 m e na enchente de 2011 foi 12,8 m, portanto, a avaliação acima é plausível.

Na estação pluviométrica da Barragem Sul foi registrado 220 mm acumulado em 4 dias, entre os dias 6 a 9 de setembro, porém, há registro de 300 mm na montante da barragem nesse período, de acordo com a informação do DEINFRA, portanto, podemos imaginar que choveu muito intensamente na bacia do Rio Itajaí a montante da barragem. Houve transbordamento na Barragem Sul e Barragem Oeste.



Situação de transbordamento da barragem Oeste



Fonte: DEINFRA

Situação de inundação em Taió



Área afetada em Rio do Sul



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Area afetada em Rio do Sul



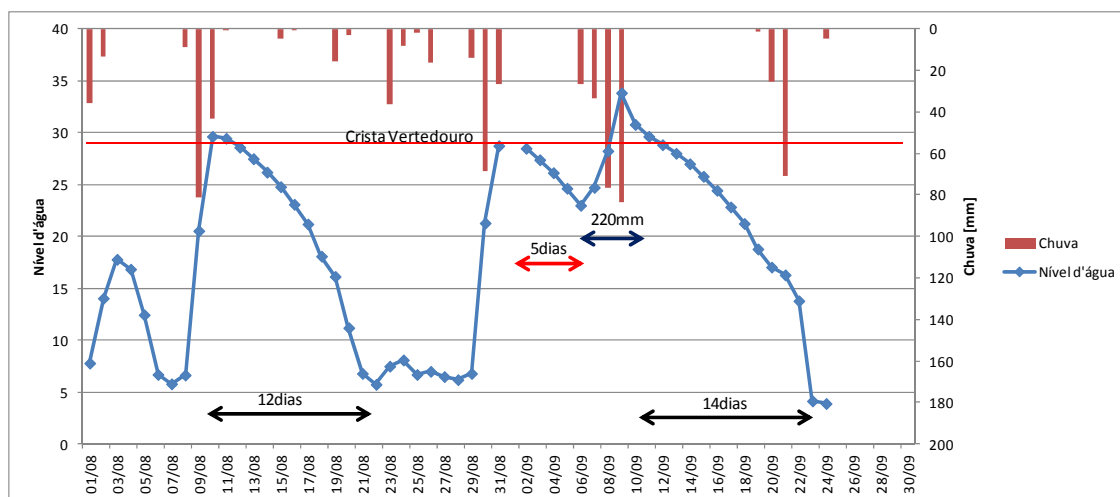
Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Marca das enchentes em Rio do Sul (em frente à Prefeitura)

Abaixo, a ilustração dos dados diários de chuvas e níveis da água dos meses de agosto e setembro, obtidos no escritório da barragem Sul.

- Volume de chuva concentrada nos dias 10 e 30 de agosto e entre os dias 06 a 09 de setembro;
- Houve necessidade de 12 dias na enchente de 10/08 e 14 dias na enchente de 06/09 para reduzir o nível da água do reservatório;
- Atingiu o pico de enchente em 06/09 após 5 dias da última enchente ocorrida em 30/08 quando o nível do reservatório ainda estava com o nível da água bem alto;
- O nível máximo atingido acima da crista do vertedouro da Barragem Sul foi 5,08 m, estima-se que o volume da vazão defluente foi $1600\text{m}^3/\text{s}$, considerando a descarga do vertedouro e dos 5 condutos forçados.

O transbordamento foi inevitável em função de 2 picos de enchentes quase que sucessivos (intervalo de 5 dias), no entanto, as capacidades de descarga da vazão defluente das barragens Sul e Oeste que são $190\text{m}^3/\text{s}$ e $160\text{m}^3/\text{s}$ respectivamente (nível máximo de reservatório) são baixas em relação à área de captação ($1,042\text{km}^2$ e $1,273\text{km}^2$ respectivamente).



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura 3.6.1 Chuva e Nível da Água da Barragem Sul de Agosto e Setembro de 2011

A casa de máquinas e a galeria de acesso que fica sobre o conduto de descarga foram danificadas na última enchente ocorrida, impossibilitando o acesso às comportas. No entanto, o restabelecimento do funcionamento das comportas foi realizado imediatamente, possibilitando a operação e o acesso às comportas, porém, a destruição da galeria de acesso e do conduto de descarga é um problema sério que compromete a segurança de toda a barragem.

De acordo com a informação do Administrador da barragem Sul, o motivo da destruição do conduto de descarga poderá ser conforme abaixo:

- As ondas causadas pela turbulência das águas de transbordamento do vertedouro destruíram a parede inferior da casa de máquinas, avançaram para dentro da casa das máquinas e destruíram a porta que fica a montante e colidindo por último com o corpo da barragem.
- O piso de concreto da galeria de acesso que se localiza sobre o conduto de descarga foi destruído em função da pressão da água exercida de baixo para cima durante a descarga da vazão de enchente.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

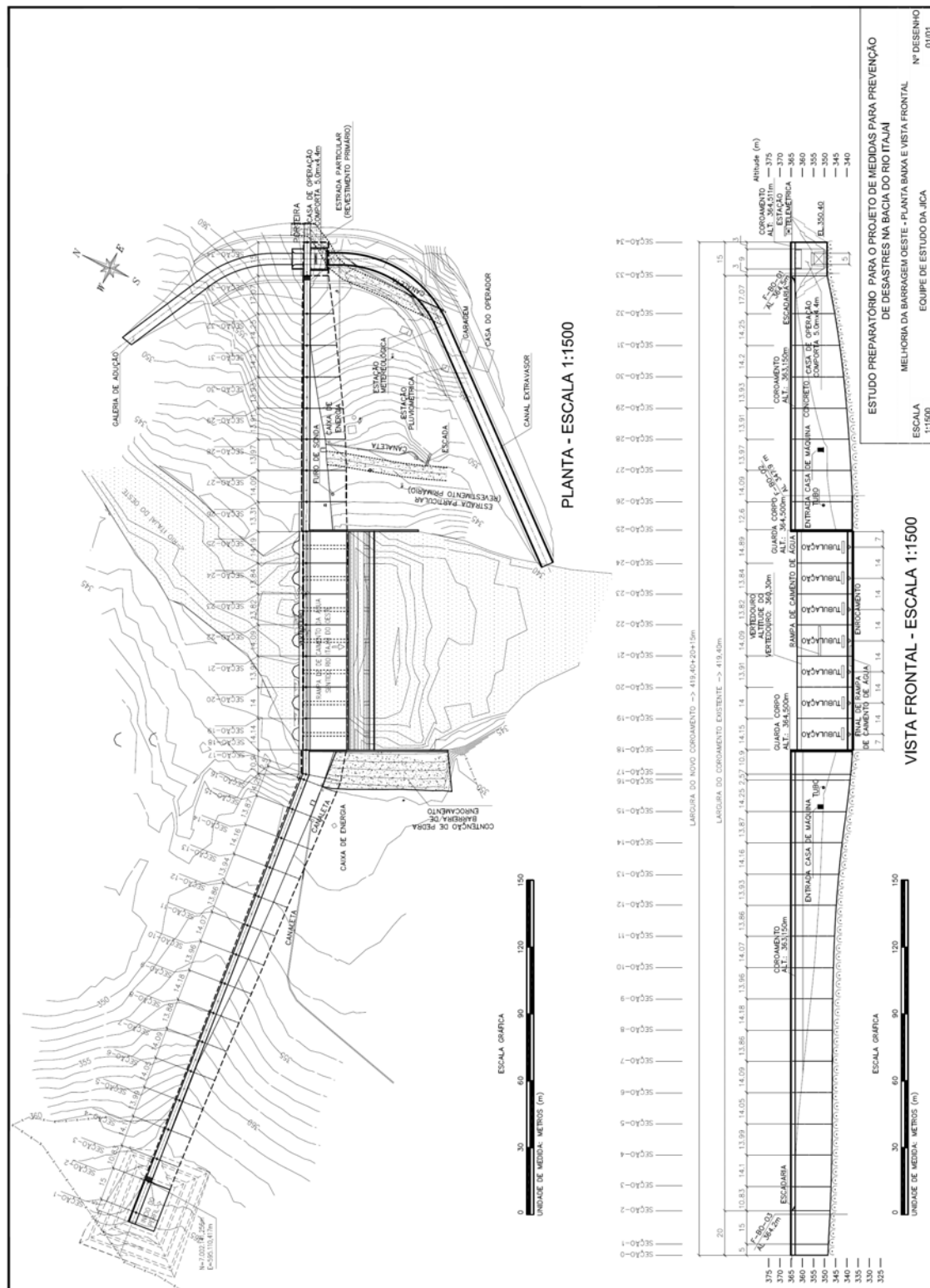
Situação após a destruição da casa de máquina e do conduto de descarga que se localiza na parte subterrânea da barragem Sul

Na 4ª reunião com a contraparte brasileira, com a concordância do representante do DEINFRA, foi decidida a construção de novo conduto de descarga da vazão defluente que irão proporcionar a melhoria do controle da enchente e a segurança do corpo da barragem.

O conduto adicional de descarga da barragem Sul será construído, passando um túnel subterrâneo no morro à margem direita por fora do vertedouro. O conduto adicional de descarga da barragem Oeste será construído na margem esquerda do reservatório, no corpo da barragem durante a sobre-elevação do vertedouro. Foi proposta a construção dos condutos levando em consideração que o aumento da capacidade com os condutos adicionais **a) irá dobrar a velocidade atual para redução do nível de reservatório, b) servirão de instalações alternativas dos condutos existentes.**

- Barragem Oeste:** instalar o conduto de descarga com a comporta de regulação da enchente na ombreira direita do corpo da barragem no ato da sobre-elevação da barragem e efetuar a descarga através do canal aberto, direcionando-o para o bloco dissipador de energia.
 - Vazão de projeto: $180\text{m}^3/\text{s}$
 - Comporta de regulação: largura = $5,0\text{ m} \times \text{altura} = 4,4\text{ m}$
 - Elevação da soleira da comporta: EL 350,4 m

- Canal adutor de jusante: largura = 5,0 m × comprimento = 180 m
- ii) **Barragem Sul:** Instalar o conduto de descarga em forma de túnel subterrâneo na margem direita. A regulação da vazão de enchente será efetuada na tomada da água do conduto e a descarga será realizada através do aqueduto subterrâneo a jusante da barragem (conduto não forçado).
- Vazão de projeto: 200m³/s
 - Comporta de regulação: largura = 3,9 m × altura = 3,9 m
 - Elevação da soleira da comporta: EL.380 m
 - Aqueduto subterrâneo: comprimento = 430 m, túnel seção ferradura 2R (D = 6.0m), declividade do canal 1/60.



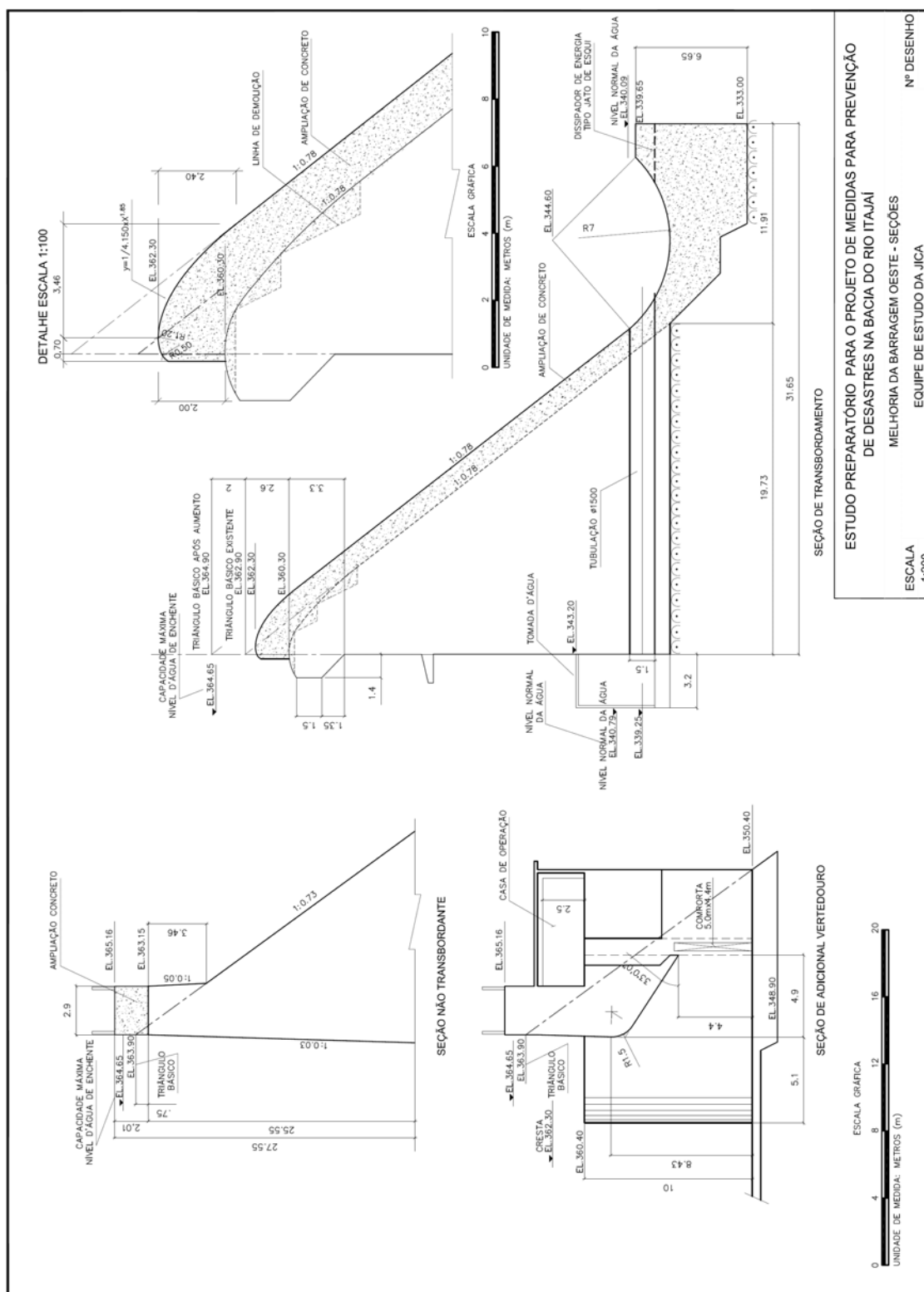
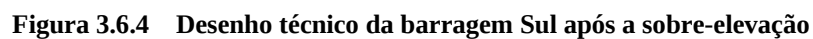


Figura 3.6.3 Desenho técnico da barragem Oeste após a sobre-elevação (2/2)



CAPÍTULO 4 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A MODIFICAÇÃO DA OPERAÇÃO DAS BARRAGENS DE USINAS HIDRELÉTRICAS EXISTENTES

4.1 Antecedentes da Modificação

No plano diretor, foi proposta a utilização das barragens Rio Bonito e Pinhal que são barragens para geração de energia hidrelétrica da CELESC, existentes no Rio dos Cedros, para o controle de enchentes através da descarga preventiva quando há previsão de enchente. Conforme descrito na subseção 8.4.2 do Plano Diretor, a descarga preventiva visa criar um espaço do reservatório para a contenção de enchentes, reduzindo o nível da água da barragem de acumulação antes da chegada da enchente.

A cidade alvo para essa medida é Timbó, onde o Rio dos Cedros e Rio Benedito se juntam. A atual capacidade de escoamento do Rio Benedito na cidade de Timbó é aproximadamente $860 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo que a vazão provável de enchente de 10 anos é aproximadamente $920 \text{ m}^3/\text{s}$. Portanto, a capacidade do escoamento é insuficiente para enchente provável de 10 anos. Por outro lado, a vazão afluente para enchente provável de 10 anos nessas duas barragens é $210 \text{ m}^3/\text{s}$. A vazão defluente total das duas barragens deve ser controlada em conjunto para não exceder $140 \text{ m}^3/\text{s}$ e manter abaixo da capacidade de escoamento na cidade de Timbó através do uso do espaço criado no reservatório de acumulação com a descarga preventiva.

4.2 Características Gerais das Duas Barragens

A Figura 4.2.1 ilustra o sistema atual de geração hidrelétrica realizada pela CELESC no Rio dos Cedros. Como mostra a figura, o sistema compreende dois reservatórios de acumulação (Barragens Rio Bonito e Pinhal), duas barragens de captação e duas usinas hidrelétricas.

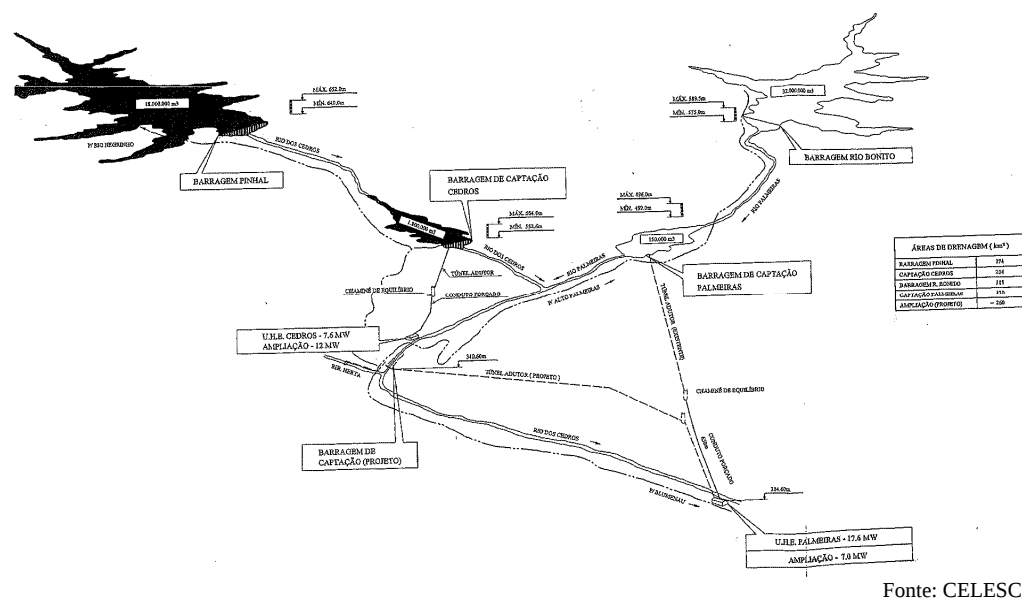


Figura 4.2.1 Características Gerais das Duas Barragens

As Tabelas 4.2.1 e 4.2.2 ilustram as características gerais das duas barragens.

Tabela 4.2.1 Características Gerais da Barragem Rio Bonito

Barragem	Tipo	Características	Observações
	Ano de conclusão	Enrocamento	
	Altura do barramento	1963	
	Altitude do coroamento	19,0 m	
	Área de Captação	Aprox. EL. 592 m (incerto)	Estimativa visual
Reservatório	Volume total	119,8 km ²	
		32.000.000 m ³	

		Características	Observações
	Nível de água máximo	EL.589,5 m	Elevação não baseada no sistema IBGE
	Nível de água mínimo	EL.583,5 m	Elevação não baseada no sistema IBGE
Tomada d'água	Altitude do fundo	EL.573,7 m	Elevação não baseada no sistema IBGE
	Dimensão da comporta	Altura 3,0 m x Largura 2,6 m	
	Tipo de comporta	Deslizante com dispositivo de içamento	
	Controle de comporta	Controle em qualquer posição de abertura com painel de controle local com energia elétrica	
Vertedouro	Altitude da crista	EL.587,3 m	Elevação não baseada no sistema IBGE
	Tipo de comporta	Basculante com dispositivo de içamento	
	Dimensão da comporta	Altura 2,2m x Largura 9,0m x 2 comportas	Crista da Comporta: EL.589,5 m
	Controle de comporta	Controle em qualquer posição de abertura com painel de controle local com energia elétrica	

Fonte: CELESC (baseado nos materiais existentes e entrevista)



Comportas do vertedouro da barragem Rio Bonito



Torre da tomada d'água da barragem Rio Bonito

Tabela 4.2.2 Características Gerais da Barragem Pinhal

		Características	Observações
Barragem	Tipo de barragem	Aterro e enrocamento	
	Ano de conclusão	1949	
	Altura do barramento	19,0 m	
	Altitude do coroamento	Em torno de EL.654 m (incerto)	Estimativa visual
Reservatório	Área de Captação	179,9 km ²	
	Volume total	18.000.000 m ³	
	Nível de água máximo	EL.652,0 m	Elevação não baseada no sistema IBGE
	Nível de água mínimo	EL.641,0 m	Elevação não baseada no sistema IBGE
Tomada d'água	Altitude do fundo	EL.638,2 m	Elevação não baseada no sistema IBGE
	Dimensão da comporta	Altura 2,6 m x Largura 1,35 m x 2 comportas	
	Tipo de comporta	Deslizante (tipo gaveta)	
	Controle de	A comporta pode ser controlada	

		Características	Observações
	comporta	para qualquer posição de abertura através de controle local com energia elétrica	
Vertedouro (com comporta)	Altitude da crista	EL.651,0 m	Informação não baseada no sistema IBGE
	Tipo de comporta	Deslizante (tipo gaveta)	
	Tamanho da comporta	Altura 1,0 m x Largura 4,0 m x 2 comportas	Crista da Comporta: EL.652,0m
	Controle de comporta	Controle em qualquer posição de abertura com painel de controle local com energia elétrica	
Vertedouro (sem comporta)	Altitude da crista	EL.652,0 m	Informação não baseada no sistema IBGE
	Comprimento da crista	53 m	

Fonte: CELESC (a partir de materiais existentes e entrevista)



Comporta do vertedouro da barragem Pinhal



Torre de tomada d'água da barragem Pinhal

4.3 Estudo sobre a descarga preventiva

4.3.1 Operação Atual para as Enchentes

Os operadores das usinas hidrelétricas geralmente ficam no escritório da usina de Palmeiras, e dois operadores visitam cada barragem uma ou duas vezes ao dia para operar as comportas e inspecionar as instalações. Quando existe a previsão da ocorrência de enchente, um operador fica na barragem durante a enchente para a operação das comportas.

Quando existe previsão de enchente no alto da bacia do Rio dos Cedros, o CIRAM informa para a CELESC e esta decide liberar a água armazenada para diminuir o nível da água no reservatório em 50 cm a partir do nível máximo da água, de acordo com seu próprio critério. A CELESC tenta manter este nível da água durante a enchente para evitar o transbordamento dos vertedouros.

4.3.2 Modificação da Operação das Barragens para a Descarga Preventiva

(1) Vazão Possível para a Descarga Preventiva das Duas Barragens

De acordo com as curvas-chaves (H-Q) disponíveis em ambas as barragens, a capacidade total da vazão na condição das comportas inteiramente abertas é aproximadamente 190 m³/s no nível de água máximo do reservatório de EL. 589,5 m para a barragem de Rio Bonito e 80 m³/s no nível de água máximo do reservatório de EL. 652 m para a barragem do Pinhal.

Por outro lado, a vazão base estimada em cada reservatório de barragem é aproximadamente 10 a 20 m³/s na temporada de enchentes. Portanto, as vazões possíveis para descarga preventiva são consideradas como sendo aproximadamente 170 m³/s para a barragem do Rio Bonito e 60 m³/s para a barragem do Pinhal, no nível máximo da água no reservatório.

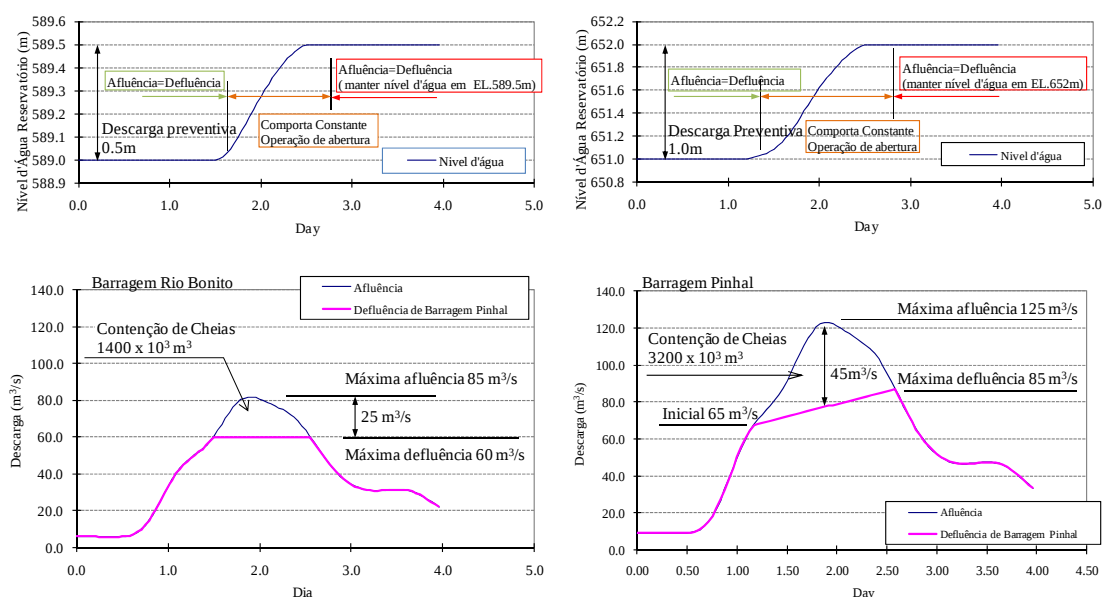
(2) Volume de Controle de Enchente Necessário para a Descarga Preventiva

Para regular a vazão defluente das duas barragens para que não excedam $140 \text{ m}^3/\text{s}$ para enchente provável de 10 anos com uma vazão de pico de $210 \text{ m}^3/\text{s}$, o volume de contenção de enchente necessária a ser criado pela descarga preventiva foi analisado através da simulação de operação do reservatório em ambas as barragens. Os resultados da análise estão resumidos na Tabela 4.3.1. Como indicado na tabela, o volume necessário para a descarga preventiva foi estimado em 1,4 milhão de m^3 para a barragem Rio Bonito e 3,2 milhão de m^3 para a barragem Pinhal. A Figura 4.3.1 mostra os resultados da simulação das operações de controle de enchente propostas em ambas as barragens. Os detalhes da análise estão descritos no Anexo B “Plano de Prevenção de Enchentes”.

Tabela 4.3.1 Volume Necessário para o Controle de Enchentes através da Descarga preventiva nas Duas Barragens

	Barragem do Rio Bonito	Barragem do Pinhal
Nível máximo da água em operação	EL.589,5 m	EL.652,0 m
Diminuição de nível com descarga preventiva	0,5 m	1,0 m
Nível de água após a descarga preventiva	EL.589,0 m	EL.651,0 m
Volume de contenção de enchentes através da descarga preventiva	$1,4 \times 10^6 \text{ m}^3$	$3,2 \times 10^6 \text{ m}^3$
Vazão afluente máxima	$85 \text{ m}^3/\text{s}$	$125 \text{ m}^3/\text{s}$
Vazão defluente máxima	$60 \text{ m}^3/\text{s}$	$85 \text{ m}^3/\text{s}$
Redução da vazão de pico na afluência	$25 \text{ m}^3/\text{s}$	$45 \text{ m}^3/\text{s}$
Operação das comportas durante enchentes Abertura da comporta do vertedouro Abertura da comporta da tomada d'água	Constantemente aberta 0,5 m 2,6 m	Constantemente aberta 1,0 m 2,6 m
Operação das comportas antes do controle de enchentes	Manter o nível da água a EL. 589 m (vazão afluente = vazão defluente) através da operação da comporta da tomada d'água	Manter o nível da água a EL. 651 m (vazão afluente = vazão defluente) através da operação da comporta da tomada d'água
Operação das comportas após o controle de enchentes	Manter o nível de água a EL. 589,5 m (vazão afluente = vazão defluente) através da operação da comporta do vertedouro	Manter o nível de água a EL. 652 m (vazão afluente = vazão defluente) através da operação da comporta do vertedouro

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

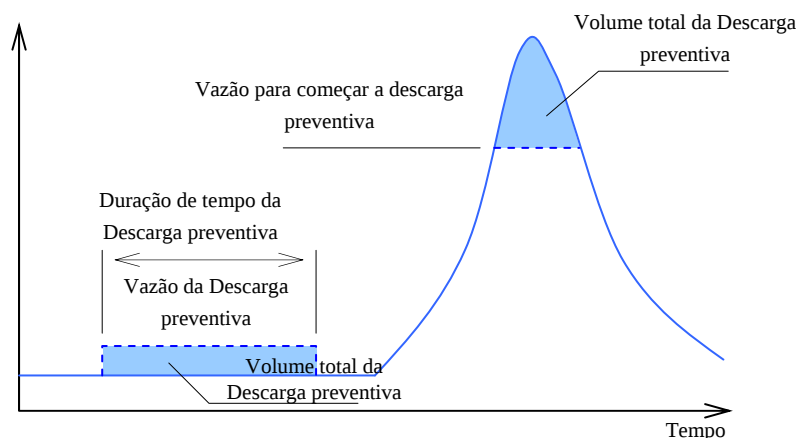


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4.3.1 Operação das Barragens do Rio Bonito e do Pinhal para Controle de Enchentes

(3) Método de Operação da Descarga Preventiva

Com base no volume necessário para controle de enchentes através da descarga preventiva apresentado acima, a vazão da descarga preventiva e a duração da descarga preventiva serão determinadas conforme ilustrado na Figura 4.3.2.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 4.3.2 Ilustração do método da descarga preventiva

A vazão possível para a descarga preventiva da barragem do Pinhal é aproximadamente 40 a 60 m³/s no nível de água de EL. 651 a 652 m. Admitindo que a duração da descarga preventiva seja 18 horas, a vazão necessária da descarga preventiva de ambas as barragens foi estimada conforme abaixo:

Tempo necessário para a descarga preventiva:	18 horas		
Vazão média de descarga preventiva:	<u>Barragem do Rio Bonito</u>	$\frac{1400 \times 10^3 \text{ m}^3}{18 \text{ horas}} =$	<u>22</u>
	<u>Barragem do Pinhal</u>	$\frac{3200 \times 10^3 \text{ m}^3}{18 \text{ horas}} =$	<u>50</u>
		Total (m ³ /s) =	72

Como a descarga preventiva aumenta o fluxo no rio à jusante, os operadores das barragens e o administrador do rio devem prestar atenção à segurança dos ribeirinhos que residem ao longo das regiões à jusante do rio, como se segue:

- Para evitar o transbordamento do canal de rio em função da descarga preventiva, o nível de água ao longo dos trechos à jusante do rio deve ser monitorado nas cidades de Timbó e Rio dos Cedros.
- O aviso da descarga preventiva deve ser dado aos moradores ao longo das regiões à jusante através de sirenes antes da descarga preventiva.

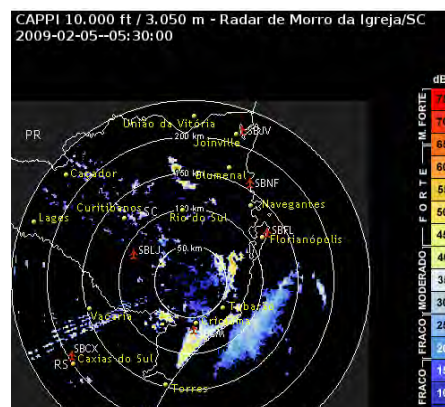
(4) Adotar os critérios para a Descarga preventiva

1) Previsão atual de chuvas

CIRAM faz a previsão da chuva usando o modelo ETA do INPE e o modelo WRF dos EUA para os 5 dias sucessivos. A escala da grade de análise é 40 km x 40 km e 20 km x 20 km, respectivamente.

Mas a precisão da previsão não tem sido satisfatória, uma vez que foi instalado radar meteorológico apenas em Urubici, longe das cidades de Timbó e de Rio dos Cedros (ver Figura 4.3.3).

No momento, a Defesa Civil, EPAGRI e SDS pretendem estabelecer um novo sistema de previsão de chuvas e de enchentes com dados de satélite do INPE. Espera-se melhorar a precisão da previsão de enchentes através do desenvolvimento deste novo sistema.



Fonte: SDS

Figura 4.3.3 Localização do Radar Meteorológico e sua Área de Cobertura

2) Critérios para a Descarga preventiva

Quando a vazão de enchente é prevista para ser maior do que a capacidade de escoamento atual na cidade de Timbó (enchente provável de 5 a 10 anos), a execução da descarga preventiva é determinada. Um dos critérios para a descarga preventiva pode ser chuva provável de 5 anos (150 mm/4 dias). Entretanto, após a primeira decisão, a previsão e a decisão devem ser repetidas continuamente através da atualização de informações hidro meteorológicas. Em relação ao critério para decisão sobre a descarga preventiva e o volume de descarga deverá analisar mais com detalhe e definir na fase de implementação desse sistema.

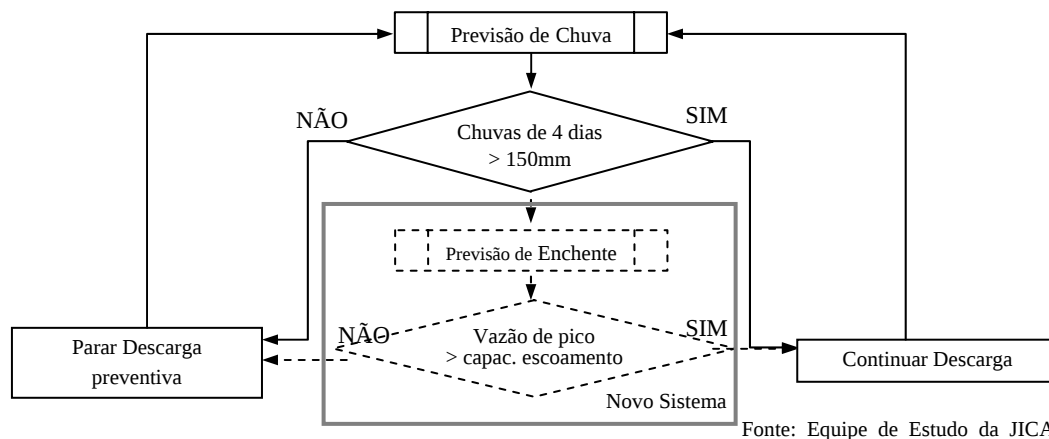


Figura 4.3.4 Fluxograma da Decisão da Descarga preventiva

4.4 Proposição da Organização de Funcionamento

A Figura 4.4.1 mostra as recomendações da organização para a execução da descarga preventiva.

- Como o gestor do rio é responsável pela decisão e operação da descarga preventiva, ele deverá instruir a execução da descarga preventiva para a CELESC com base na enchente prevista pelo CIRAM e monitorar o nível da água ao longo do Rio dos Cedros.
- A operação da barragem será realizada pelo operador da CELESC.
- A CELESC deverá informar a descarga preventiva às prefeituras (Timbó e Rio dos Cedros) antes da descarga preventiva, e as prefeituras devem disparar o alarme para os moradores que vivem ao longo do rio.
- Se a enchente não ocorrer após a realização da descarga preventiva, a redução do nível da água realizada não poderá mais recuperar e existe possibilidade de reduzir a produção de energia nesse instante. O responsável do Governo de Estado pelas medidas de prevenção da enchente e a CELESC deverão discutir exaustivamente as regras para compensação dessas perdas de produção.

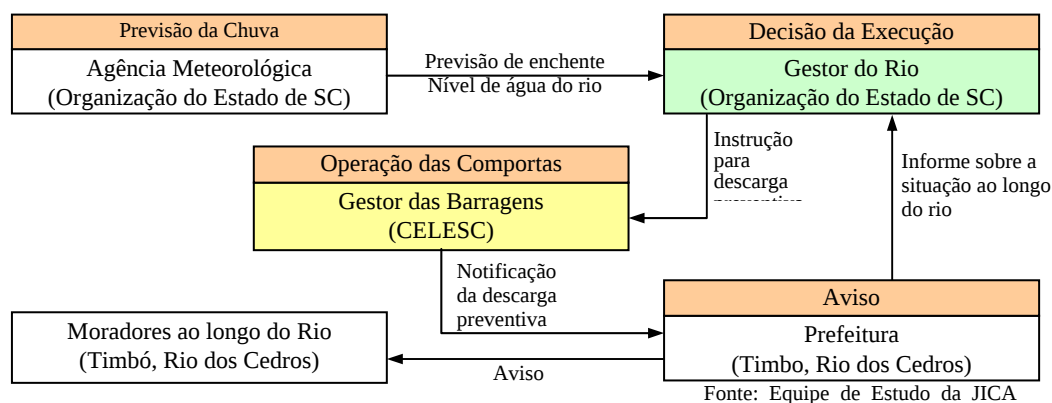


Figura 4.4.1 Proposta da Organização para a Operação da Barragem

CAPÍTULO 5 ESTUDO DE VIABILIDADE DAS COMPORTAS NO RIO ITAJAÍ MIRIM

5.1 Características de Enchentes e Capacidade de Escoamentos Atual do Rio Itajaí Mirim

5.1.1 Características Topográficas do Rio Itajaí Mirim

(1) Rio Itajaí Mirim

A cidade de Itajaí é cidade portuária famosa no Brasil e está localizada na foz do Rio Itajaí-açu. A área urbana da cidade de Itajaí está concentrada à jusante da BR-101 e a área à montante da BR-101 é utilizada para agricultura e pastagem principalmente.

O Rio Itajaí Mirim é um dos maiores afluentes do Rio Itajaí-açu, confluindo-se na zona central da cidade de Itajaí. O Rio Itajaí Mirim originalmente corria de maneira sinuosa dentro da cidade de Itajaí, mas nos anos 70 foi construído o canal retificado. Neste Capítulo, o canal original do Rio Itajaí Mirim será denominado de “Mirim Antigo” e o canal retificado, de “Canal”.

O Canal se deriva do Mirim Antigo na montante da BR-101, confluindo novamente com o Mirim Antigo aproximadamente 1 km à montante da confluência com o Rio Itajaí-açu. Um pequeno afluente chamado de Ribeirão Canhanduba desemboca no Mirim Antigo.

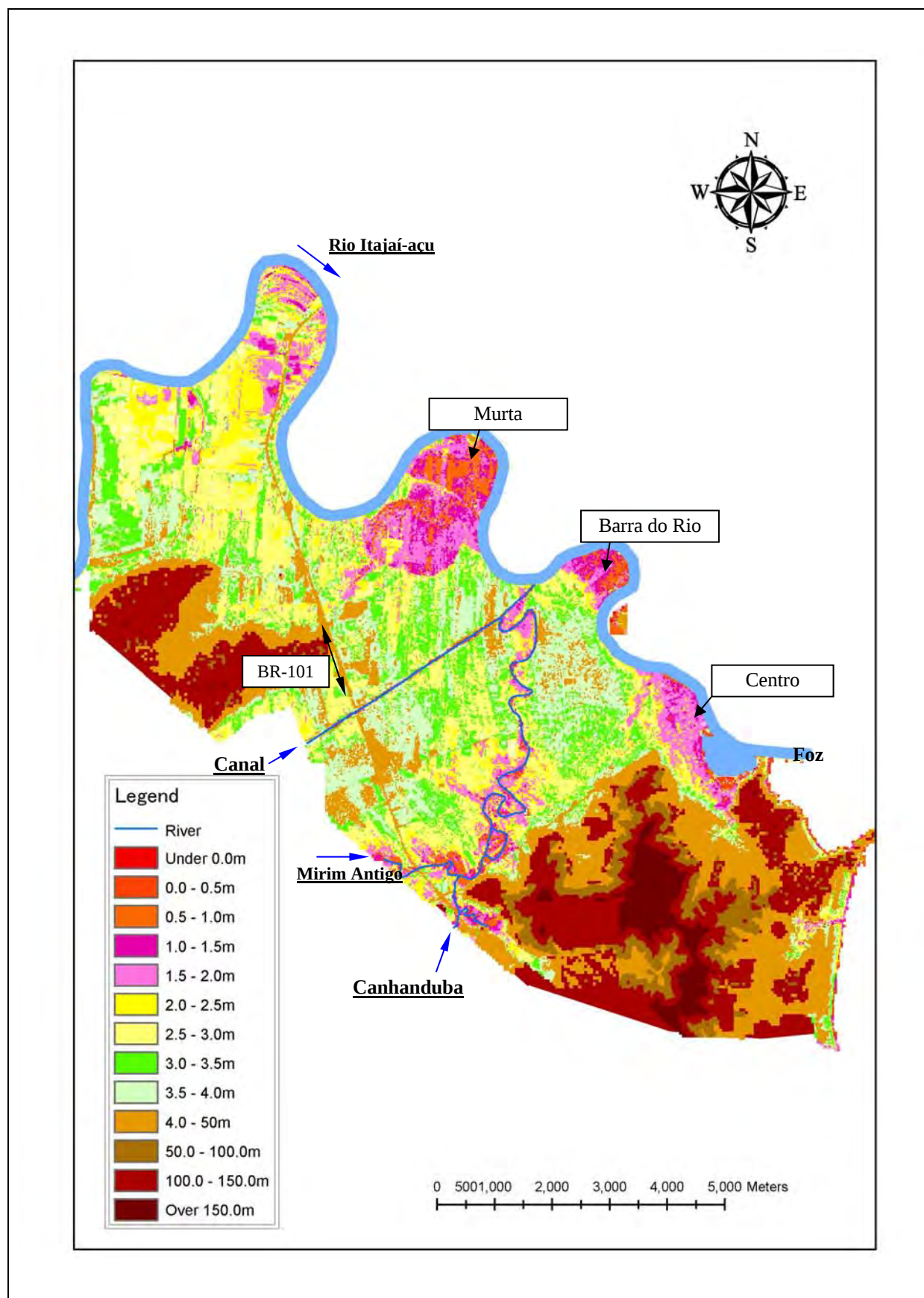
(2) Topografia do Rio Itajaí Mirim

A Figura 5.1.1 ilustra a distribuição das cotas de elevação da cidade de Itajaí baseada no mapa topográfico de escala 1:2000, elaborado pela prefeitura de Itajaí. Conforme indicado na figura, a região ao longo do Mirim Antigo é relativamente baixa, variando entre EL. 1,0 e 3,0 m. Por outro lado, a região ao longo do Canal é relativamente alta, com cotas variando de EL. 3,0 a 4,0 m, aproximadamente. O Canal tem maior capacidade de escoamento, porém nas margens do Mirim Antigo ocorrem inundações frequentes. Foi propostas no Plano Diretor a instalação de duas comportas no Mirim Antigo com o objetivo de mitigar a inundação ao longo do rio.

5.1.2 Características das Enchentes do Rio Itajaí Mirim

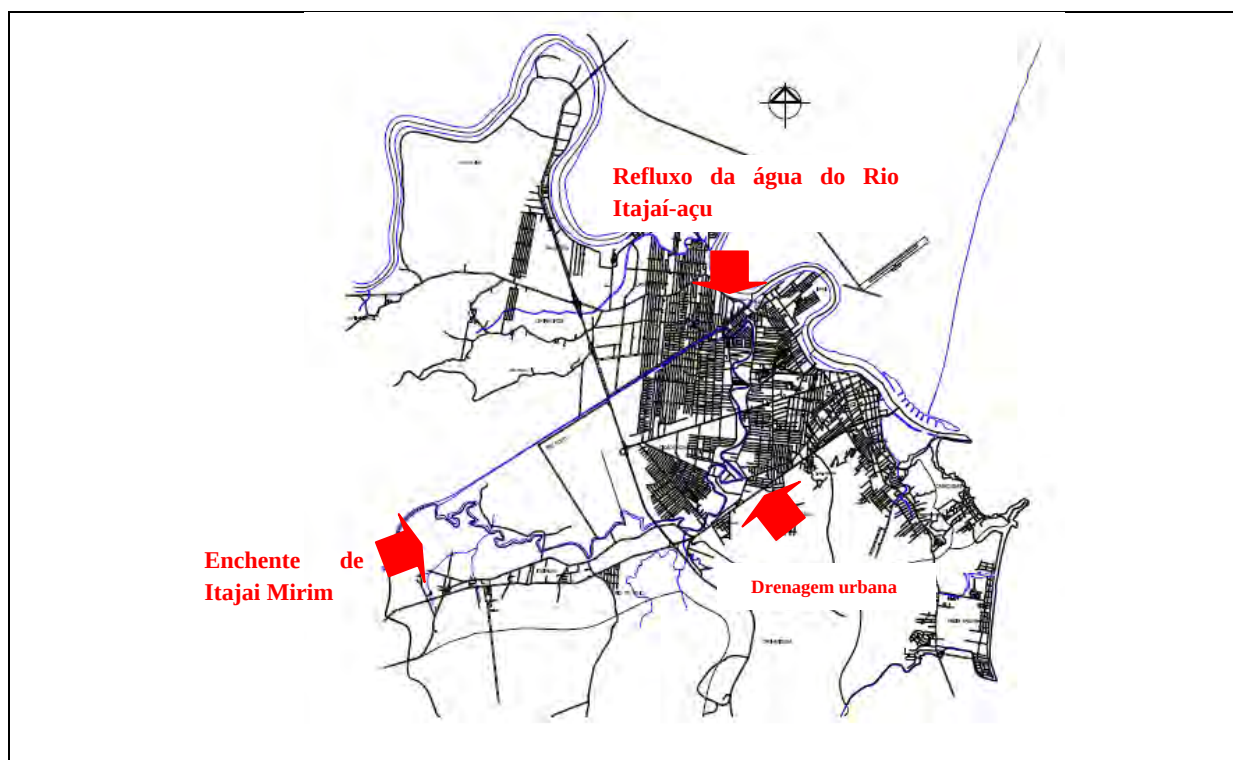
(1) Causas da Inundação ao longo do Mirim Antigo

Existem três principais causas para a inundação na cidade de Itajaí ao longo do Mirim Antigo conforme ilustrado na Figura 5.1.2. A primeira é a enchente na bacia à montante do Rio Itajaí Mirim, a segunda é o refluxo da água de enchente do Rio Itajaí-açu e a terceira é o problema da drenagem subterrânea da água de chuva que cai dentro da cidade.



Fonte: Prefeitura do município de Itajaí

Figura 5.1.1 Distribuição das Cotas de Elevação na Cidade de Itajaí

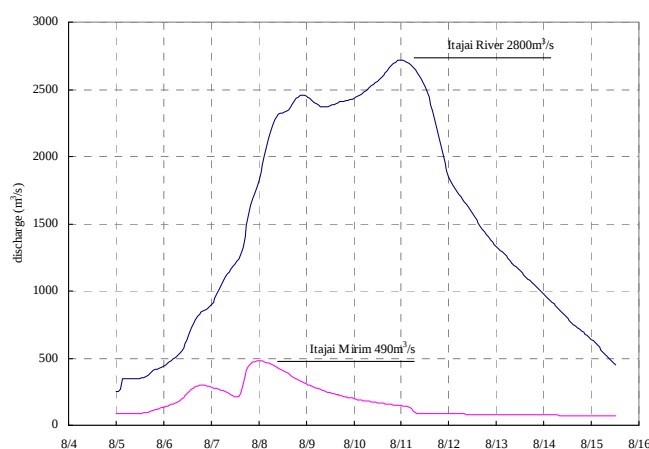


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.1.2 Causas da Inundação ao longo do Mirim Antigo**(2) Enchente Provável na Cidade de Itajaí**

Os hidrogramas da enchente provável de 10 anos dos Rios Itajaí-açu e Itajaí Mirim na cidade de Itajaí são ilustrados na Figura 5.1.3. As características dos hidrogramas são:

- A vazão de pico no Rio Itajaí-açu ocorre aproximadamente três dias após o pico no Rio Itajaí Mirim.
- O tempo de duração da enchente no Rio Itajaí-açu é muito maior do que no Rio Itajaí Mirim.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.1.3 Hidrogramas da Enchente provável de 10 anos dos Rios Itajaí-açu e Itajaí Mirim

No presente estudo de viabilidade, a condição de projeto das comportas foi estabelecida como sendo condição da enchente provável de 50 anos. Isto porque uma vez construída a comporta para enchente provável de 10 anos, seria difícil modificá-la para enchente provável de 50 anos no futuro.

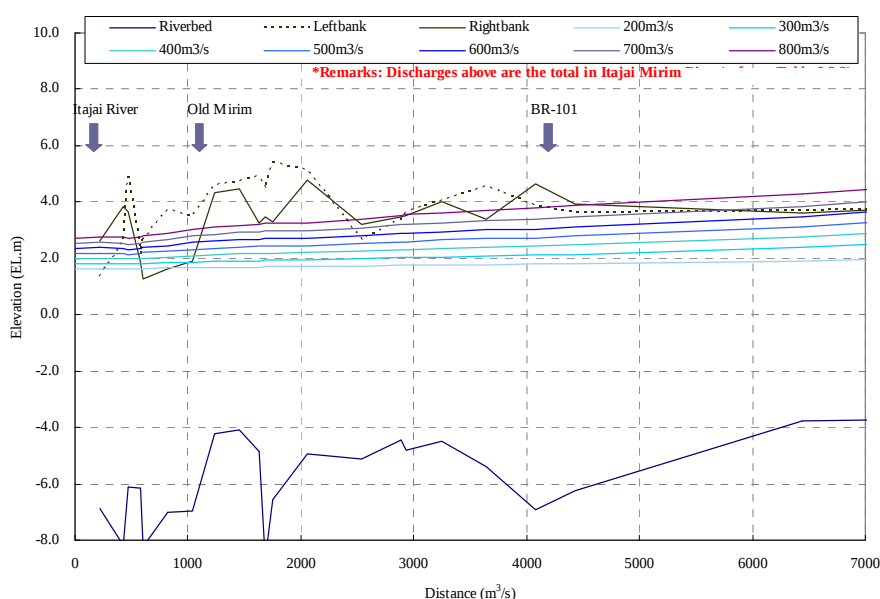
5.1.3 Determinação da Capacidade de Escoamento do Rio Itajaí Mirim**(1) Capacidade de Escoamento**

A Capacidade de escoamento do Rio Itajaí Mirim foi determinada pela análise de escoamento superficial não uniforme. Para efeito do cálculo de escoamento não uniforme, o nível do mar que é a condição limite

extrema a jusante foi considerado como sendo o nível médio da maré de sizígia (EL. 1,49 m). Os coeficientes de rugosidade do Rio Itajaí, do Canal e do Mirim Antigo foram estabelecidos como sendo 0.030, 0.032 e 0.040 respectivamente. A proporção da vazão de derivação entre o Canal e o Mirim Antigo foi determinada através do método de tentativa e erro para obter o mesmo nível da água no ponto de bifurcação da montante.

a) Canal

- A capacidade de escoamento na margem direita do trecho à jusante (km 0,6 ao km 1,0) é extremamente baixa. Poderá ocorrer inundação mesmo quando a vazão de enchente for inferior a 200 m³/s. A capacidade de escoamento deste trecho é inferior à enchente provável de 5 anos.
- A elevação das margens no trecho do km 2,5 também é baixa (cerca de 3,0 m). A capacidade de escoamento deste trecho do Rio Itajaí Mirim é de aproximadamente 600 m³/s (378 m³/s no Canal). Ela é equivalente à vazão de enchente provável de 20 a 25 anos.
- O trecho à montante da BR-101 ao longo da margem do Canal também tem elevação baixa e a capacidade de escoamento deste trecho é equivalente à enchente provável de 15 a 20 anos.
- Demais trechos do Rio Itajaí Mirim tem a capacidade de escoamento superior a 800 m³/s (504 m³/s no Canal). A capacidade de escoamento neste trecho é superior à enchente provável de 50 anos.

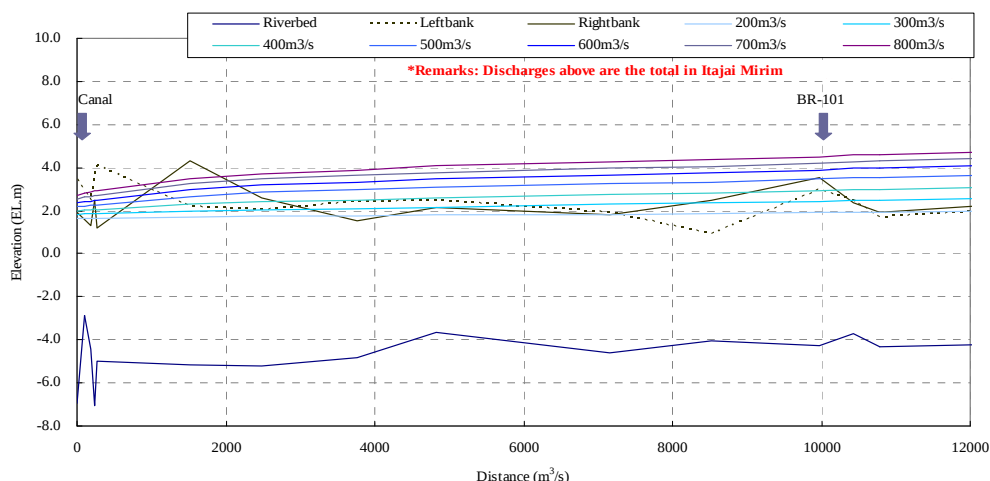


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.1.4 Nível da água para cada vazão na margem do Canal

b) Mirim Antigo

- A elevação da margem é extremamente baixa, exceto no trecho da margem direita próximo ao km 2,5.
- A capacidade de escoamento varia de 200 a 400 m³/s no Rio Itajaí Mirim (52 a 124 m³/s no Mirim Antigo) e foi avaliado como sendo grau de segurança inferior à enchente provável de 5 anos.
- As elevações da margem direita do trecho entre km 0 e 0,3 e da margem esquerda próximo do km 8,5 são extremamente baixas. De acordo com a Defesa Civil da cidade de Itajaí, esta área fica inundada mesmo com a maré de sizígia ou pequenas enchentes.

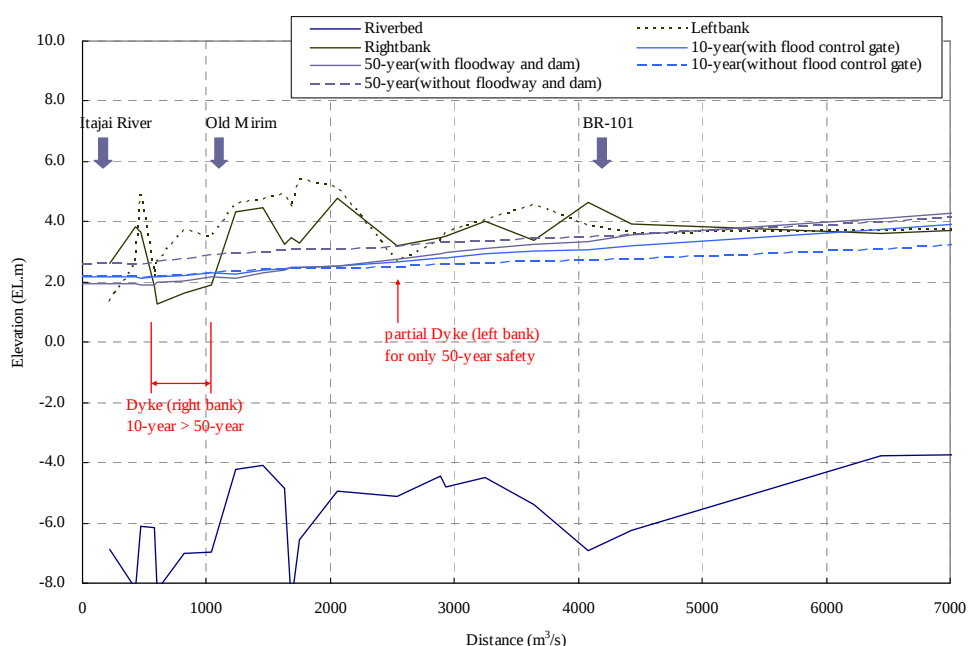


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.1.5 Nível da água para cada vazão no Mirim Antigo**(2) Nível da Água para cada Enchente Provável**

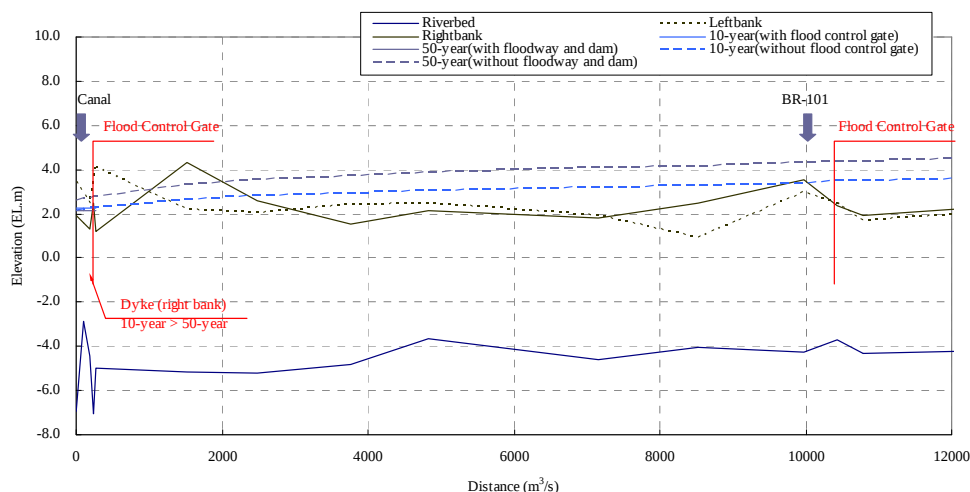
As Figuras 5.1.6 e 5.1.7 mostram os níveis da água do rio para enchentes prováveis de 10 e 50 anos.

- No trecho entre 0,5 km e 1,0 km da confluência do Rio Itajaí-açu, a elevação da margem direita é inferior do que o pico de enchente provável de 10 anos. A elevação da margem esquerda do trecho próximo ao km 2,5 no Canal é inferior do que nível da água da enchente provável de 50.
- A elevação das margens ao longo do Mirim Antigo são inferiores do que o pico das enchentes prováveis de 10 e 50 anos, exceto no trecho entre o km 0 e km².



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.1.6 Níveis da Água das Enchentes prováveis de 10 e 50 anos no Canal



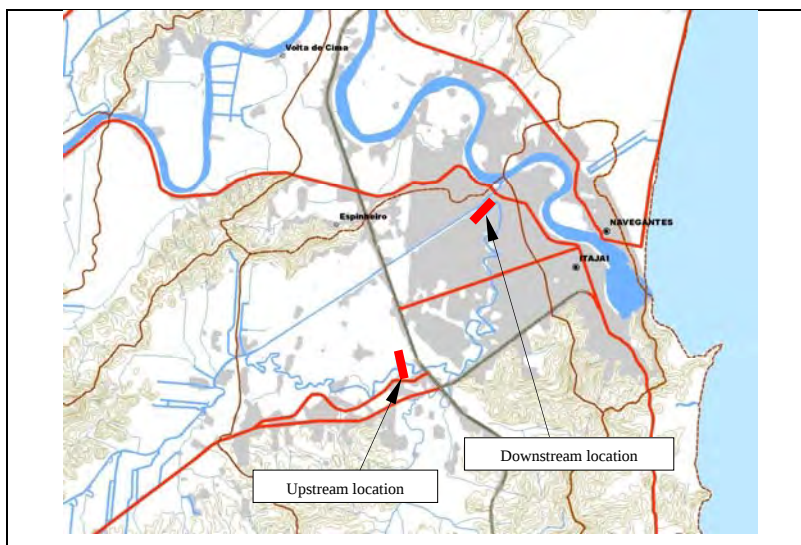
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.1.7 Níveis da Água das Enchentes prováveis de 10 e 50 anos no Mirim Antigo

5.2 Função, Operação e Efeitos das Comportas

5.2.1 Função das Comportas

Foi proposta a instalação de comportas em dois locais no Mirim Antigo como mostrado na Figura 5.2.1 a seguir. As comportas à montante e à jusante são chamadas respectivamente de “comporta à jusante” e “comporta à montante”. A comporta à montante irá evitar inundação do Rio Itajaí Mirim na área urbana. E a comporta à jusante irá evitar o refluxo da água de enchente do Rio Itajaí-açu.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.1 Mapa de Localização das Comportas no Mirim Antigo

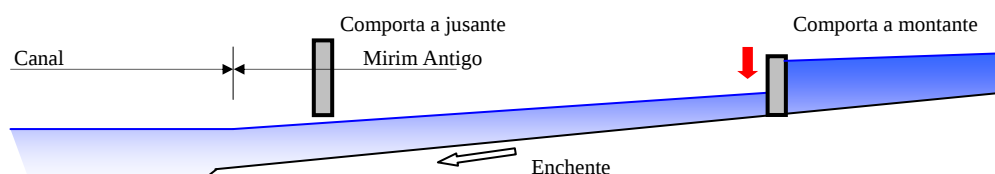
A localização da comporta de montante é recomendável instalar na montante próximo da rodovia BR-101 do ponto de vista da preservação da planície aluvial e a canalização de drenagem do Rio Canhanduba, porém, existe possibilidade de rever essa proposição, levando em consideração o planejamento urbano futuro da cidade de Itajaí. No caso de optar pela instalação da comporta mais para a montante, na derivação do canal antigo com o canal retificado, por exemplo, haverá necessidade de instalar bomba para compensar o aumento da vazão do Rio Canhanduba que deságua na zona urbana ou construir nova galeria subterrânea de drenagem urbana.

5.2.2 Operação das Comportas

(1) Procedimentos Básicos da Operação

1) A comporta à montante deve ser fechada quando a vazão de enchente exceder a capacidade de

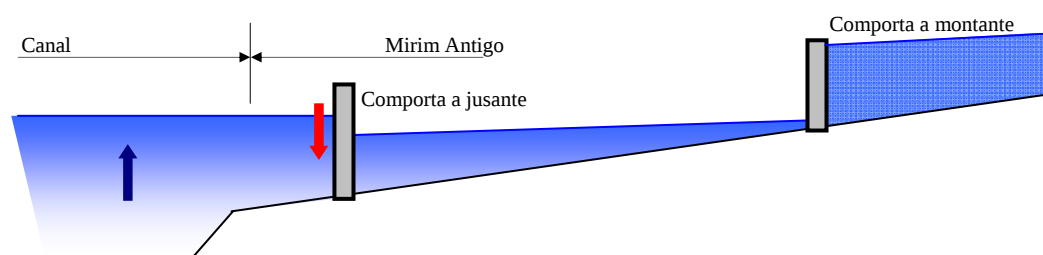
escoamento do Mirim Antigo como ilustrado na Figura 5.2.2.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.2 Operação das Comportas (1/3)

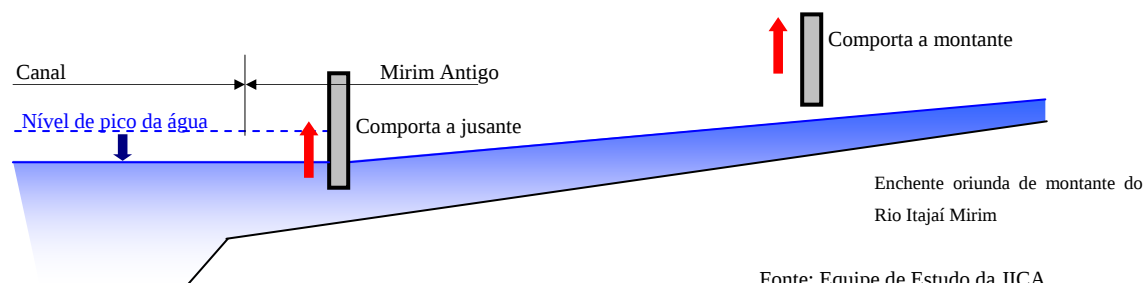
2) Quando o nível da água na extrema jusante do Rio Itajaí Mirim atingir 1,7 m de elevação, a comporta à jusante deve ser fechada.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.2 Operação das Comportas (2/3)

3) Quando o nível da água na extrema jusante do Rio Itajaí Mirim abaixar e se igualar com o nível da água do Mirim Antigo, a comporta à jusante devem ser abertos.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.2 Operação das Comportas (3/3)

Enquanto a comporta de jusante está fechada, o nível do Canal Antigo não poderá ultrapassar o nível do Canal Retificado. Considerando que existe possibilidade de causar inundação em função de erro humano, os critérios de operação deverão ser analisados com muito cuidado.

(2) Operação das Comportas para Enchente provável de 10 anos.

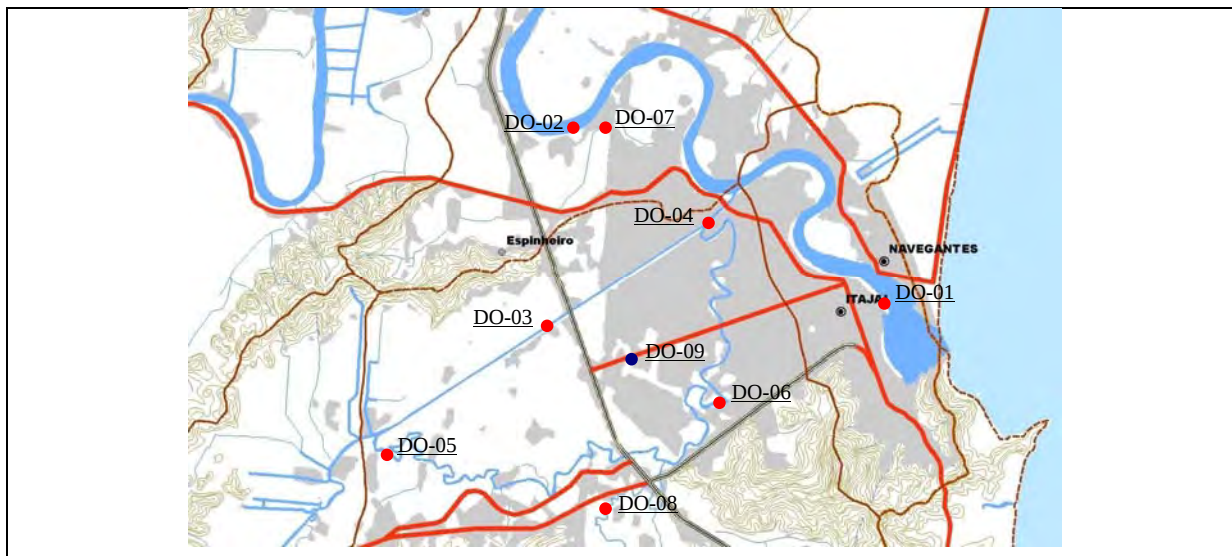
1) Necessidade das Informações Hidrológicas para a Operação

A comporta à montante deve ser fechada quando a vazão de enchente do Itajaí Mirim atingir a capacidade de escoamento do Mirim Antigo, portanto, para essa operação irá necessitar da informação do nível da água do Mirim Antigo na área urbana (jusante da BR-101).

Por outro lado, a comporta à jusante deve ser fechada quando o nível da água da extrema jusante no Mirim Antigo atingir o nível crítico. Portanto, a operação da comporta à jusante também requer informação sobre o nível da água da extrema jusante no Mirim Antigo.

Em fevereiro de 2011, a Defesa Civil de Itajaí instalou 8 novas estações de medição do nível da água e volume de chuva, totalizando 9 estações. A Tabela 5.2.3 ilustra mapa de localização dessas estações. Os

dados de medição das estações “DO-06” e “DO-04” serão utilizados para a operação das duas comportas acima.

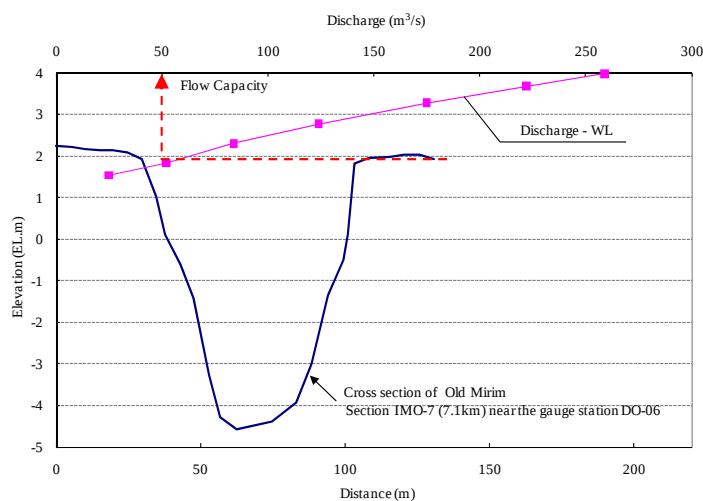


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.3 Localização das Estações de medição do Nível da água e chuva Instaladas no Município de Itajaí

2) Nível da água para Operação das Comportas

Quando a vazão de enchente no Mirim Antigo ultrapassar a capacidade de escoamento, a comporta à montante deve ser fechada conforme mostrado na Figura 5.2.5. Isso equivalente ao nível da água de 2,0m na estação DO-06, conforme demonstrado na Figura 5.2.4.

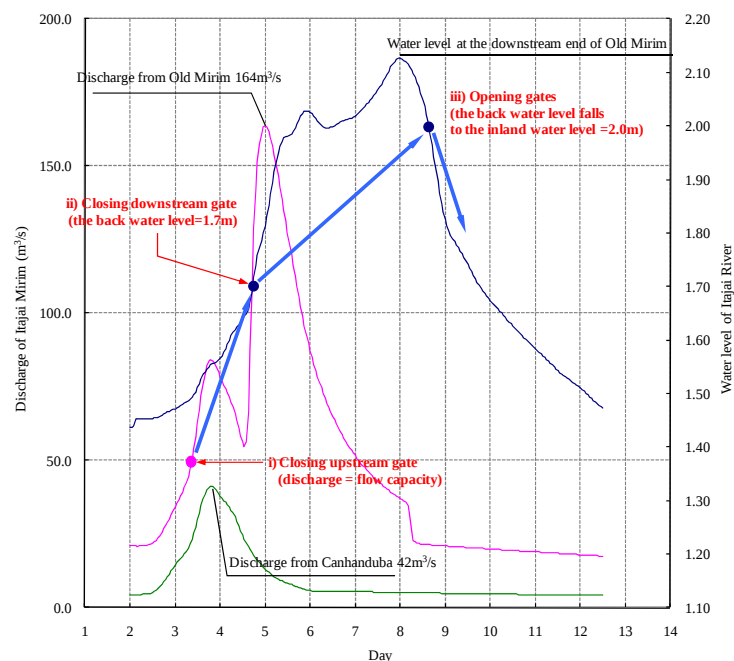


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.4 Relação do Nível da água e Vazão na estação de medição DO-06

Quando o nível da água no extremo-jusante do Rio Itajaí Mirim atingir EL. 1,7m (estação DO-04), a comporta à jusante deve ser fechada (vide Figura 5.2.5).

Quando o nível da água no extremo-jusante do Rio Itajaí Mirim abaixar e se tornar igual ao nível da água no Mirim Antigo, após o pico do nível da água do Rio Itajaí, ambas as comportas à jusante e à montante serão abertas nesta ordem (vide Figura 5.2.5).



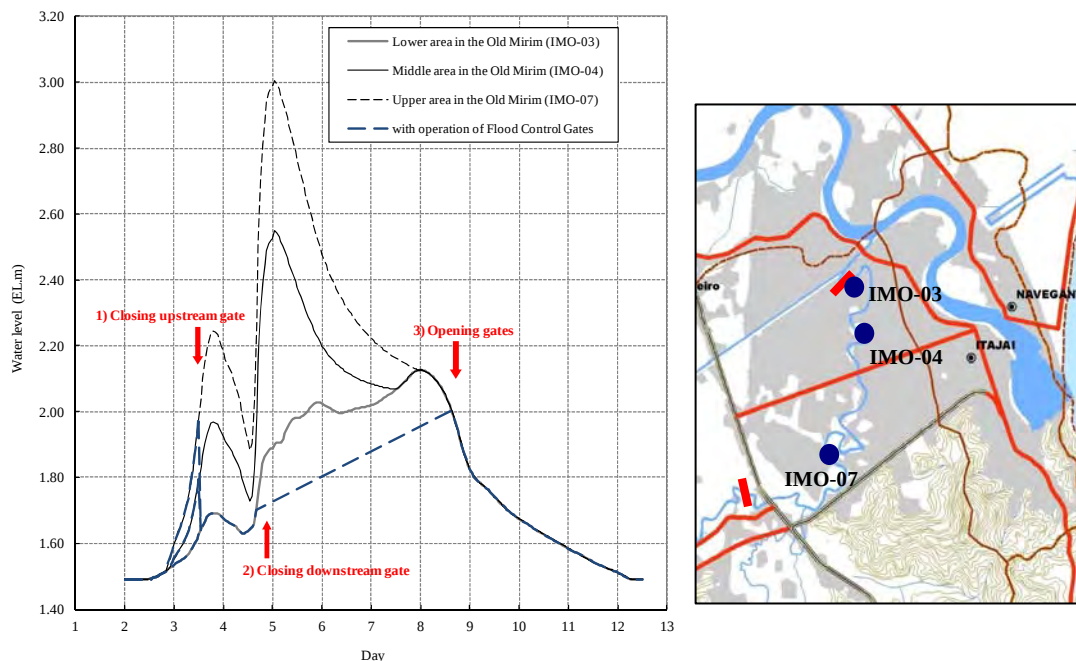
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.5 Operação das Comportas para Enchente provável de 10 anos.

5.2.3 Efeito das comportas para enchente provável de 10 anos

O efeito das comportas para a enchente provável de 10 anos é ilustrada na Figura 5.2.6. Os picos de enchente em IMO-03, IMO-04 e IMO-07 sem as comportas são de aproximadamente EL. 2,1m, 2,5m e 3,0m respectivamente e o pico de enchente com a operação das comportas é de EL. 2,0m.

Além disso, as comportas também serão capazes de reduzir o tempo de duração do pico durante enchentes.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

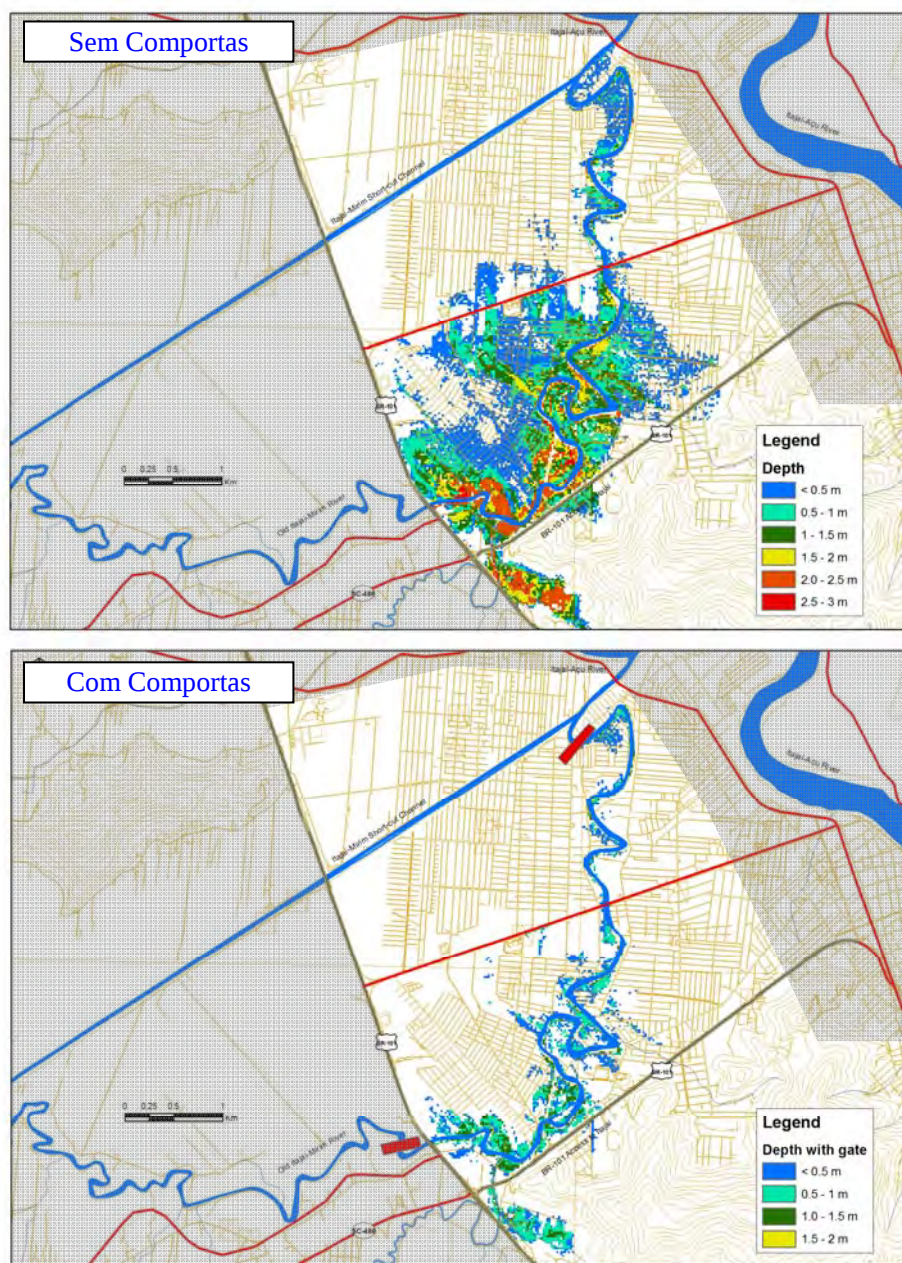
Figura 5.2.6 Efeito das Comportas para Enchente provável de 10 anos

A área e a profundidade de inundação na área à jusante da BR-101 ao longo do Mirim Antigo com e sem as comportas são ilustradas na Figura 5.2.7. O efeito das comportas é ilustrado na Tabela 5.2.1. A Figura 5.2.8 ilustra a área de inundação estimada ao longo do trecho jusante do Rio Mirim Antigo causada por enchentes prováveis.

Tabela 5.2.1 Área de Inundação ao longo do Mirim Antigo

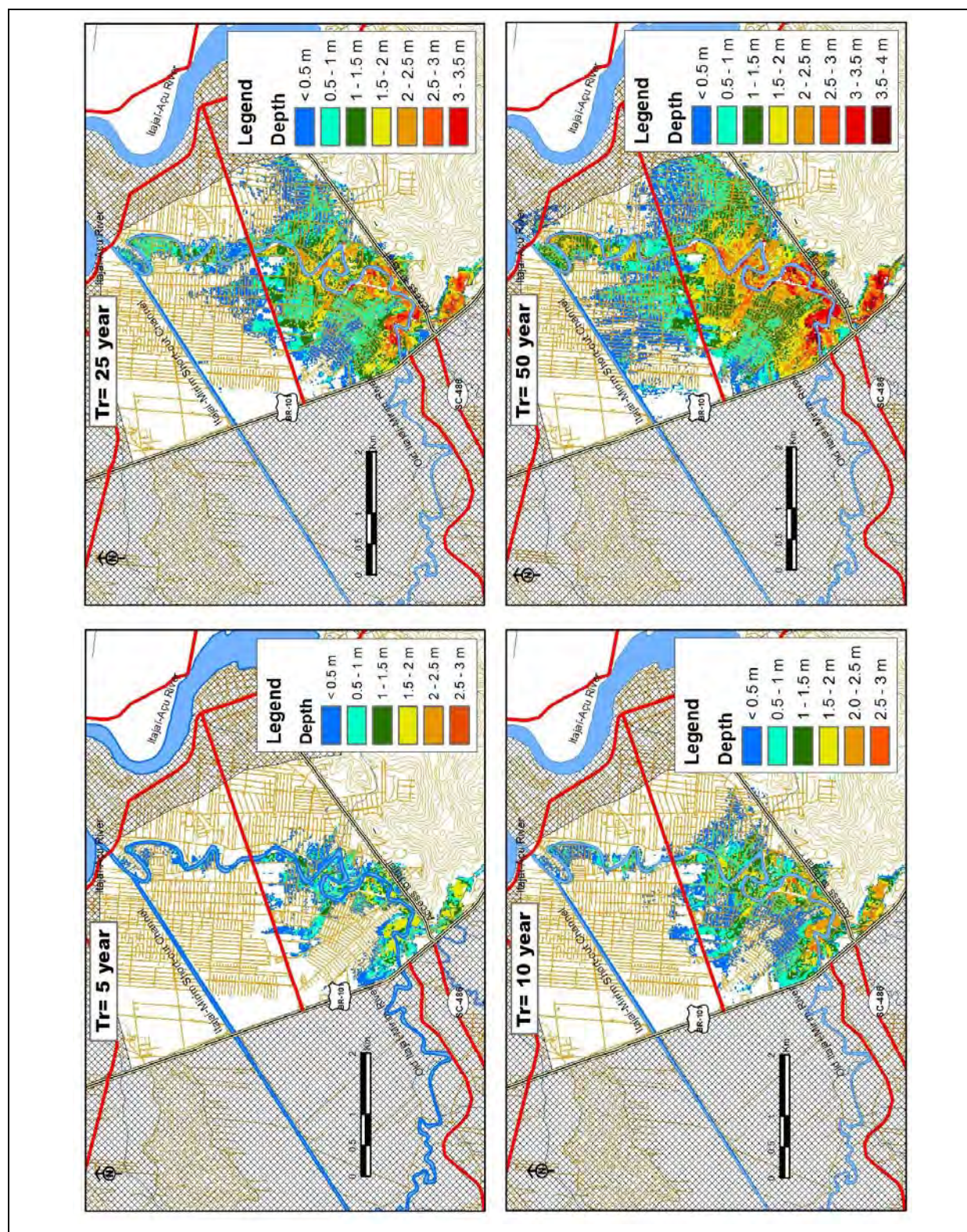
Profundidade de inundação (m)	Área de inundação (m ²) Sem as comportas	Área de inundação (m ²) Com as comportas	Redução da área de inundação com as comportas (m ²)
< 0.5	2.216.400	564.400	1.652.000
0.5 – 1.0	1.299.600	527.600	772.000
1.0 – 1.5	848.800	242.000	606.800
1.5 – 2.0	431.600	22.000	409.600
2.0 – 2.5	441.200	0	441.200
2.5 – 3.0	40.000	0	40.000
Total	5.277.600	1.356.000	3.921.600

Fonte: Equipe de Estudo da JICA



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.7 Área de Inundação Estimada ao longo do Mirim Antigo com e sem as Comportas

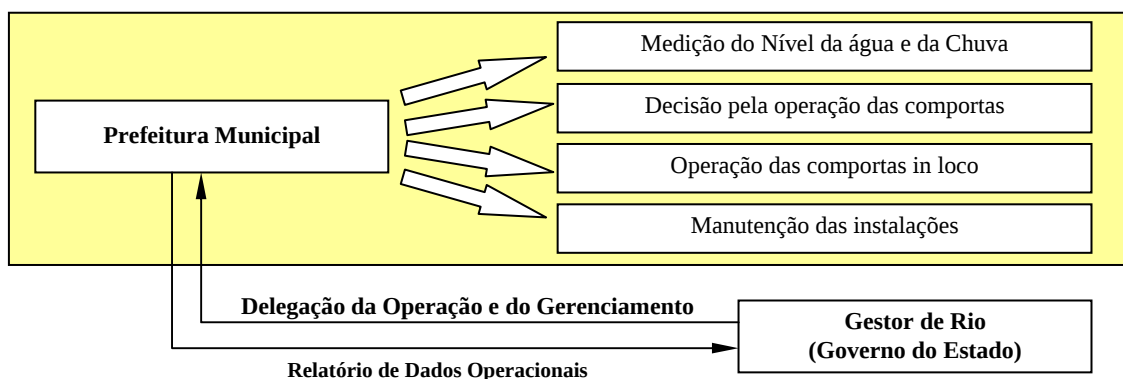


Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.8 Área de inundação estimada ao longo do trecho jusante do Mirim Antigo de cada enchente provável

5.2.4 Proposições de estrutura organizacional para a operação de comportas

A operação das comportas requer informações hidrológicas apenas da cidade de Itajaí e sua operação afeta apenas a cidade de Itajaí. Portanto, a operação deve ser realizada pela prefeitura municipal de Itajaí. Porém, a execução do projeto (construção das comportas), determinação e orientação do método de operação, monitoramento da operação das comportas durante enchente e elaboração do plano de manutenção será realizado pela instituição responsável do Governo de Estado pela gestão de enchentes.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.2.9 Proposta da estrutura organizacional para a operação de comportas

5.3 Projeto de Viabilidade das Comportas

5.3.1 Condições Geológicas

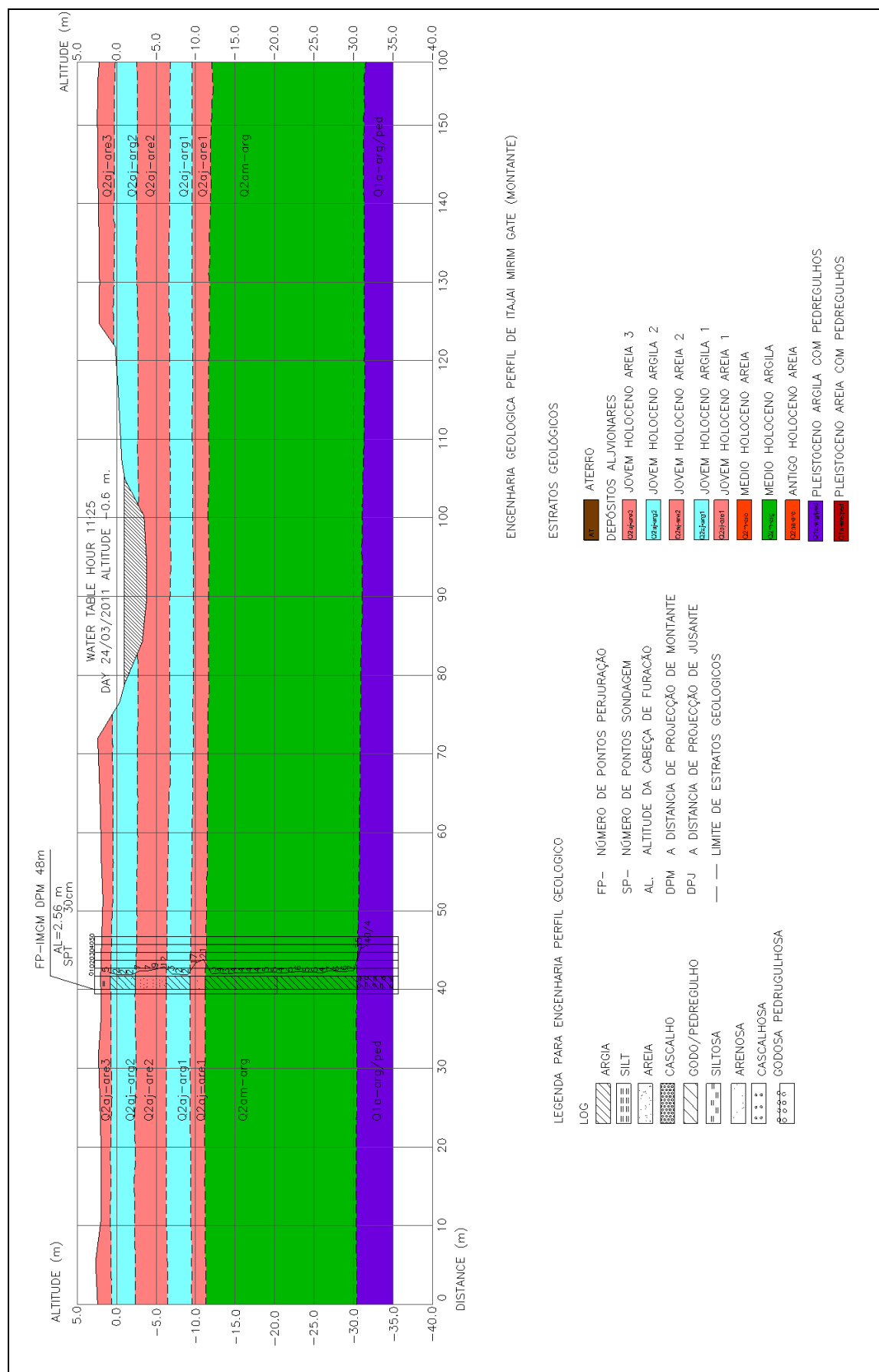
Os dois locais propostos para as comportas estão localizados na planície aluvial do Mirim Antigo. A Figura 5.3.1 mostra o perfil geológico de engenharia desses locais. Estes perfis foram preparados com base nos resultados do levantamento geotécnico (levantamento de campo foi realizado como parte do Estudo Preliminar em abril-junho de 2011) e do reconhecimento de campo. A geologia de ambos os locais é um depósito aluvial do Sistema Quaternário com profundidade de mais de 38 metros, embora a profundidade de fundo do depósito aluvial não esteja confirmada.

As propriedades de engenharia tais como os valores N, o ângulo de atrito interno, o peso unitário, foram determinadas para cada estrato com base nos resultados da sondagem SPT e valores empíricos. As Tabelas 5.3.1 e 5.3.2 apresentam as propriedades de engenharia determinadas por estrato para o projeto de viabilidade.

Tabela 5.3.1 Propriedades de Engenharia Determinadas para Cada Estrato para a Comporta à Montante

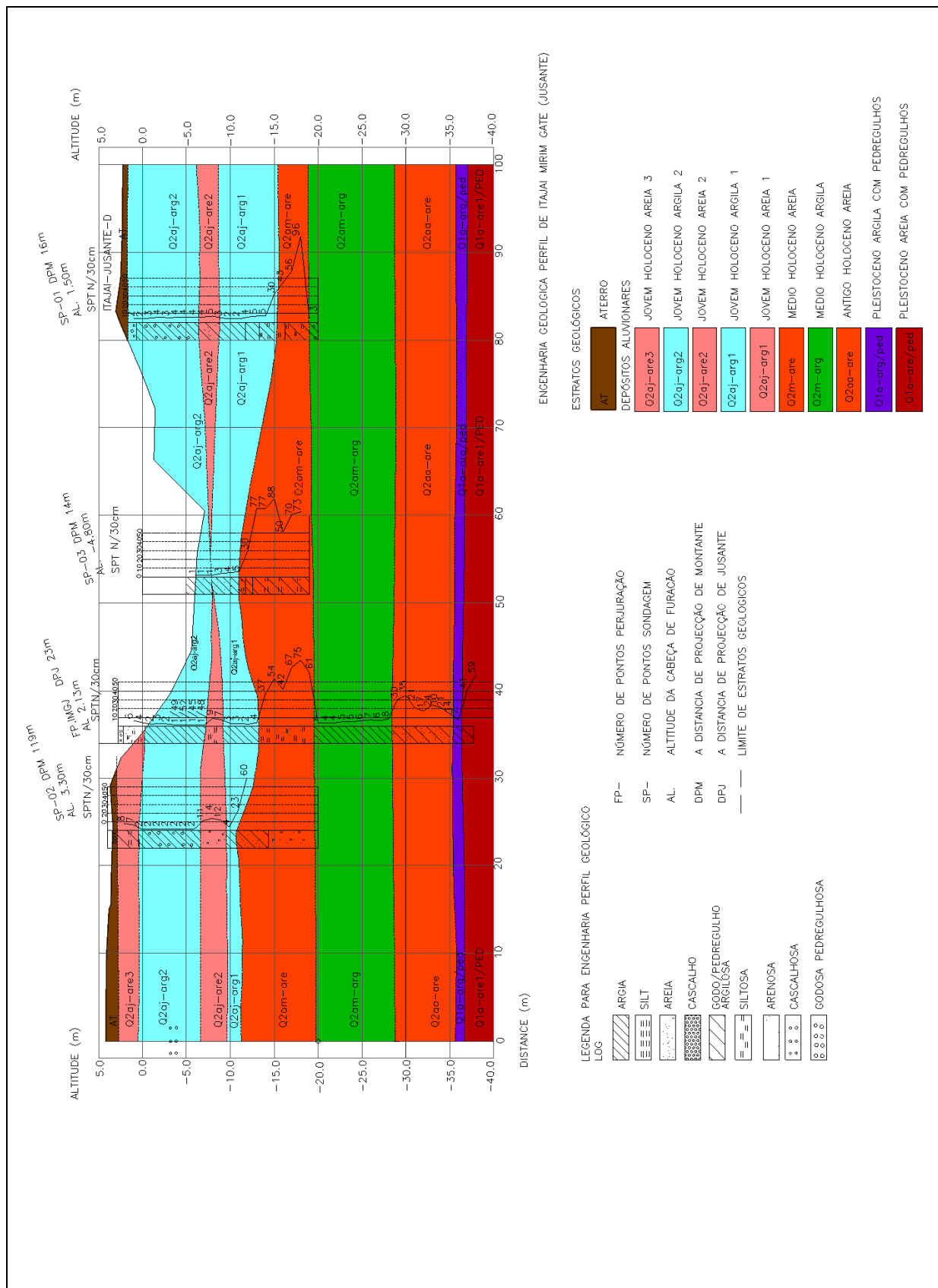
Símbolo	Nome do Estrato	Média Valor NSPT (golpes/ 30cm)	Desvio padrão do Valor NSPT (golpes/ 30cm)	Valor N SPT Adotado (golpes/ 30cm)	Resistência do Solo c: coesão (kN/m ²) φ: ângulo do atrito interno (graus)	Peso unitário saturado γ _{sat} kN/m ³
Q2aj-are3	Areia 3 da era Holocena Recente	4,5	0,7	4,2	C=0, φ=28	15
Q2aj- arg2	Argila 2 da era Holocena Recente	2,2	0,4	2,0	C=13, φ=0	18
Q2aj- are2	Areia 2 da era Holocena Recente	7,6	2,3	6,5	C=0, φ=29	16
Q2aj- arg1	Argila 1 da era Holocena Recente	2,2	0,4	1,8	C=11, φ=0	17
Q2aj- are1	Areia 1 da era Holocena Recente	16	4	14	C=0, φ=31	18
Q2am-arg	Argila da era Holocena Média	4,5	1,2	3,9	C=24, φ=0	19
Q1a- arg/ped	Argila da era Pleistocênica	109	130	23	C=100, φ=0	21

Fonte: Equipe de Estudo da JICA



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.3.1 Perfil Geológico de Engenharia da Comporta no Itajaí Mirim Montante



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.3.2 Perfil Geológico de Engenharia da Comporta no Itajaí Mirim Jusante

Tabela 5.3.2 Propriedades de Engenharia Determinadas para Cada Estrato para a Comporta à Jusante

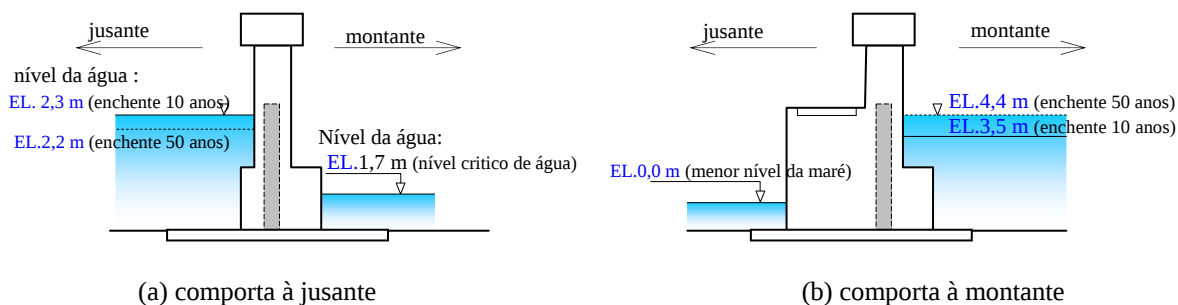
Símbolo	Nome do Estrato	Média Valor N (golpes/30 cm)	Média padrão do Valor N (golpes/30 cm)	Valor N SPT Adotado (golpes/30 cm)	Resistência do Solo c: coesão (kN/m ²) φ: ângulo do atrito interno (graus)	Peso unitário saturado γ _{sat} kN/m ³
AT/Q2aj-are3	Aterro/Areia 3 Holoceno Recente	5,8	1,4	5,1	C=0, φ=29	15
Q2aj- arg2	Argila 2 Holoceno Recente	2,1	0,9	1,7	C=11, φ=0	17
Q2aj- are2	Areia 2 Holoceno Recente	8,4	4,5	6,2	C=0, φ=29	15
Q2aj- arg1	Argila 1 Holoceno Recente	3,3	1,2	2,7	C=17, φ=0	18
Q2am-are	Areia do Holoceno Médio	57	29	43	C=0, φ=40	20
Q2am-arg	Argila do Holoceno Médio	4,9	1,5	4,2	C=26, φ=0	18
Q2aa- are	Areia do Holoceno Recente	21	6,8	18	C=0, φ=32	18
Q2aa- are	Argila do Holoceno Antigo	6,0	1,4	5,3	C=33, φ=0	18
Q1a- are/ped	Areia pleistocênica com seixo rolado	41	14	25	C=0, φ=35	19

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

5.3.2 Critérios e Condições de Projeto

Devido à falta de norma brasileira para o projeto de comportas, foi utilizada a norma técnica japonesa para instalações fluviais e de contenção de margens para o atual projeto de viabilidade.

A Figura 5.3.3 mostra os níveis de água de projeto das duas comportas. Alguns aspectos a serem considerados é que devido à implementação gradativa do plano de mitigação de enchentes, as estruturas das comportas foram projetadas para a enchente de 10 anos na primeira fase, embora as obras civis das comportas sejam projetadas para a enchente de 50 anos.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.3.3 Nível da água de Projeto para as Comportas

Conforme mencionado na subseção 5.1.3, o trecho da margem direita do Canal não tem capacidade de escoamento suficiente para a enchente provável de 10 anos. Deve ser construído o dique para evitar o transbordamento neste trecho. A altura do dique será determinada de acordo com o nível da água da enchente provável de 10 anos. O nível da água da enchente provável de 50 anos é inferior ao da enchente provável de 10 anos por causa do canal extravasor.

5.3.3 Projeto de Viabilidade

(1) Estrutura Civil

As principais características do projeto das comportas estão ilustradas resumidamente na Tabela 5.3.3 abaixo. As Figuras 5.3.4 e 5.3.5 abaixo mostram a planta geral de layout das comportas.

Tabela 5.3.3 Principais Características das Comportas

Comporta	Comporta à Jusante	Comporta à Montante
Nº de Comportas	3	3
Vão entre Comportas	12,5 m	12,5 m
Cota de Elevação da Fundação	EL.-5,0 m	EL.-4,3 m
Cota de Elevação Inferior da Comporta	EL.-1,0 m	EL.-1,0 m
Estrutura Principal	Laje e pilar separados	Laje e pilar separados
Pilar da Comporta	EL. 7,70 m 6,00 m de largura 14,20 m de altura	EL. 12,00 m 11,20 m de largura 17,80 m de altura
Sistema Operacional	No alto do pilar	No alto do pilar
Comprimento do Anteparo	6,0 m	8,0 m
Estaca-Prancha para Infiltração	Jusante 2,0 m Montante Nenhuma	Jusante 2,5 m Montante 5,5 m
Revestimento	Jusante 10,0 m Montante 10,0 m	Jusante 10,0 m Montante nenhum
Escada	Instalada	Instalada
Fundações	Fundação em estacas Pilar :C=11,0 m ϕ 400 mm Laje :C=11,0 m ϕ 300 mm	Fundação em estacas Pilar :C=27,0 m ϕ 400 mm Laje :C=27,0 m ϕ 300 mm

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Os fatores técnicos considerados no projeto de viabilidade foram os seguintes:

- Verificou-se através da sondagem geotécnica que as camadas de base estavam localizadas abaixo do leito do rio a 12 m de profundidade na comporta à jusante e a 30 m de profundidade na comporta à montante. Portanto, foi proposta a fundação com estacas para ambas as comportas.
- As cotas de elevação mais baixas do leito do rio são aproximadamente EL.-6,8 m na comporta à jusante e EL.-4,5 m na comporta à montante. Como mostrado na Figura 5.3.2, as elevações de topo de projeto das comportas são EL.2,3 na comporta à jusante e EL.3,5 na comporta à montante, respectivamente. Para reduzir o custo das comportas, a altura da comporta foi minimizada através da implantação de uma parte convexa da fundação de concreto.
- Considerando a navegação local por pequenas embarcações no Rio Mirim Antigo e a elevação mínima média da maré de EL. 0,00 m, a elevação da crista da parte convexa foi definida em EL.-1,0 m em ambas as comportas.
- Considerando a existência de correnteza local no fundo das margens, especialmente na seção da comporta à jusante localizada imediatamente à jusante da ponte existente, as elevações das fundações foram fixadas em EL.-5,0 m na comporta à jusante e EL.-4,3 m na comporta à montante, respectivamente.



Figura 5.3.4 Planta Geral da Comporta à Montante (1/2)

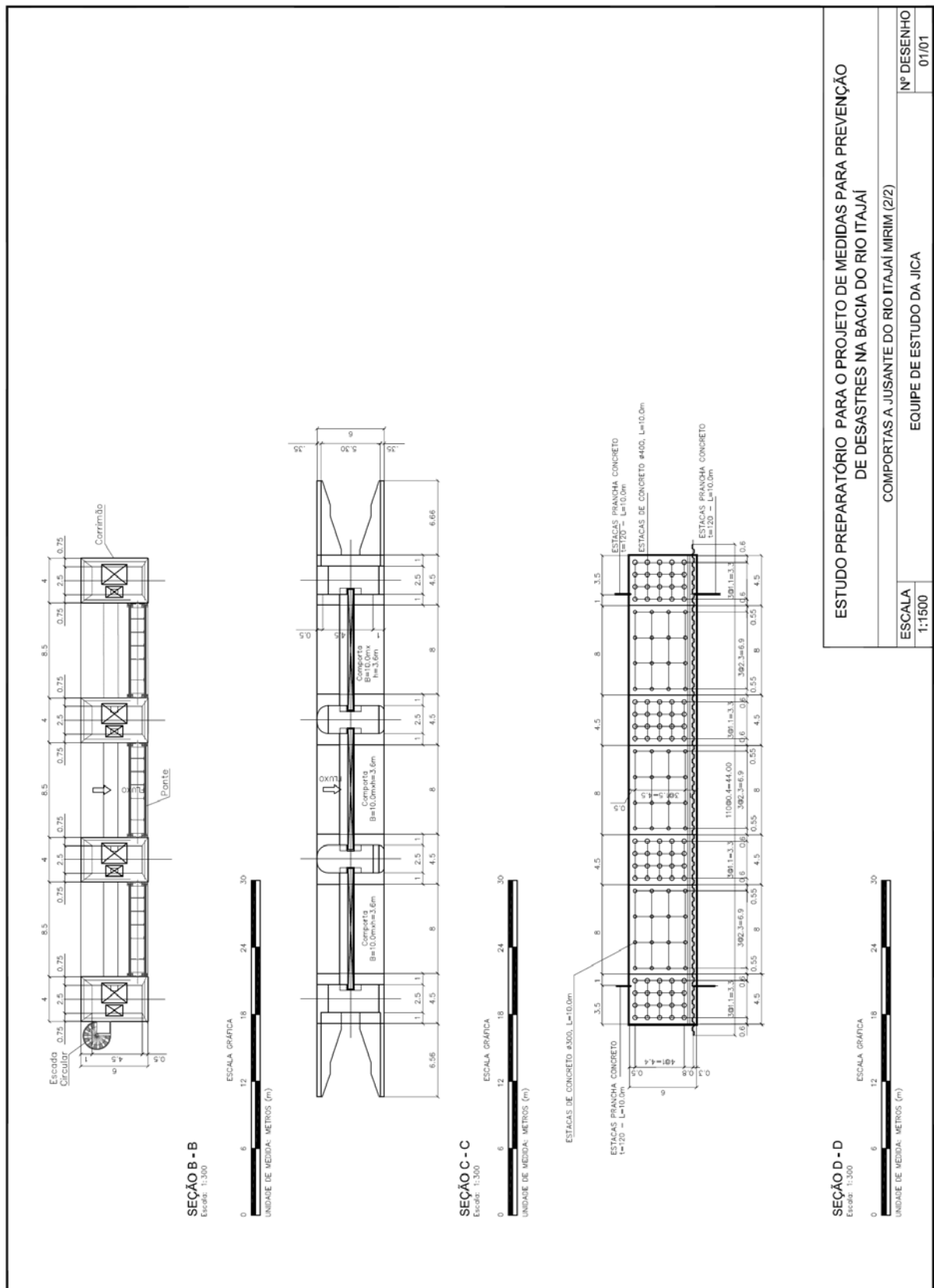
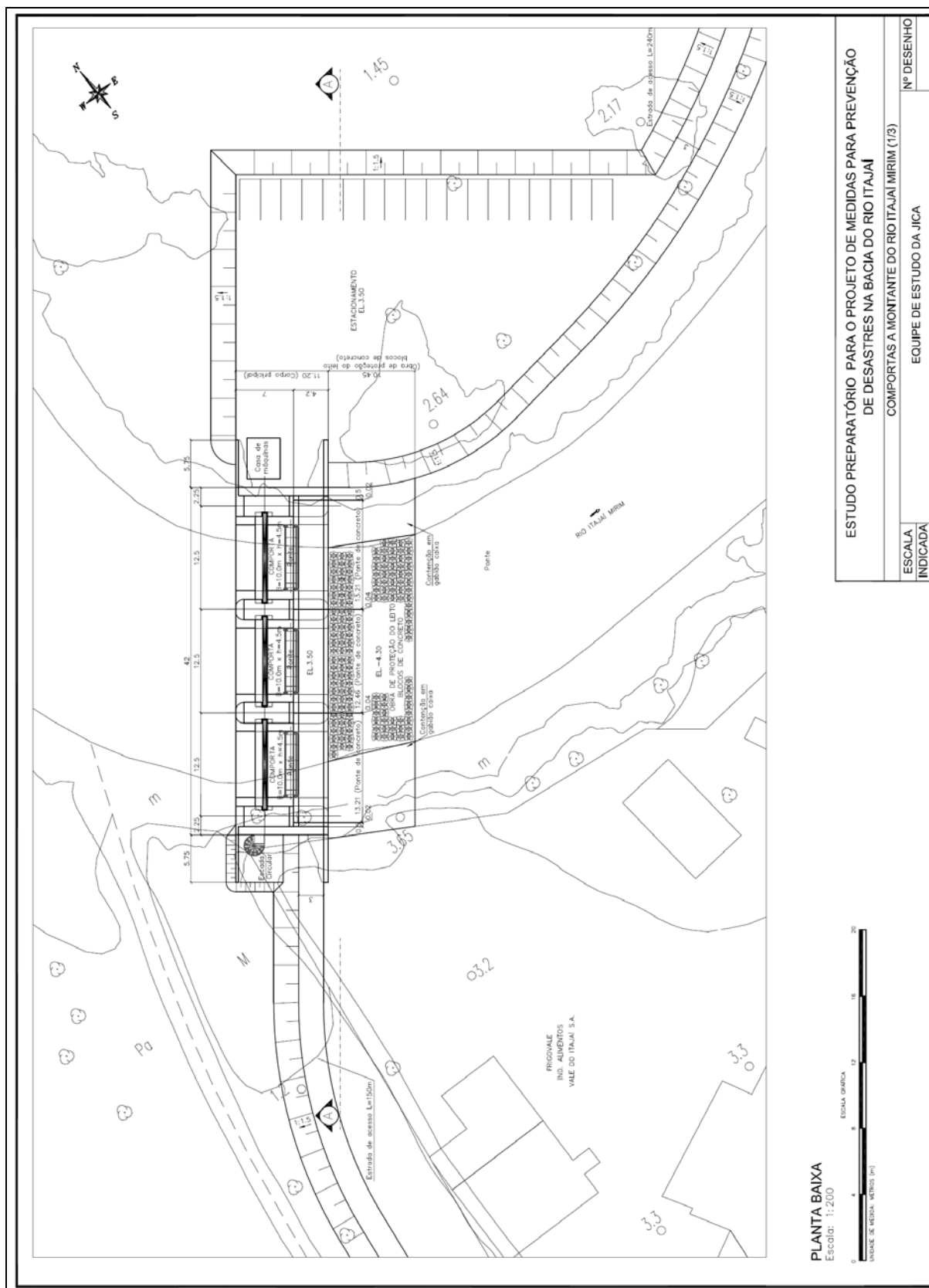
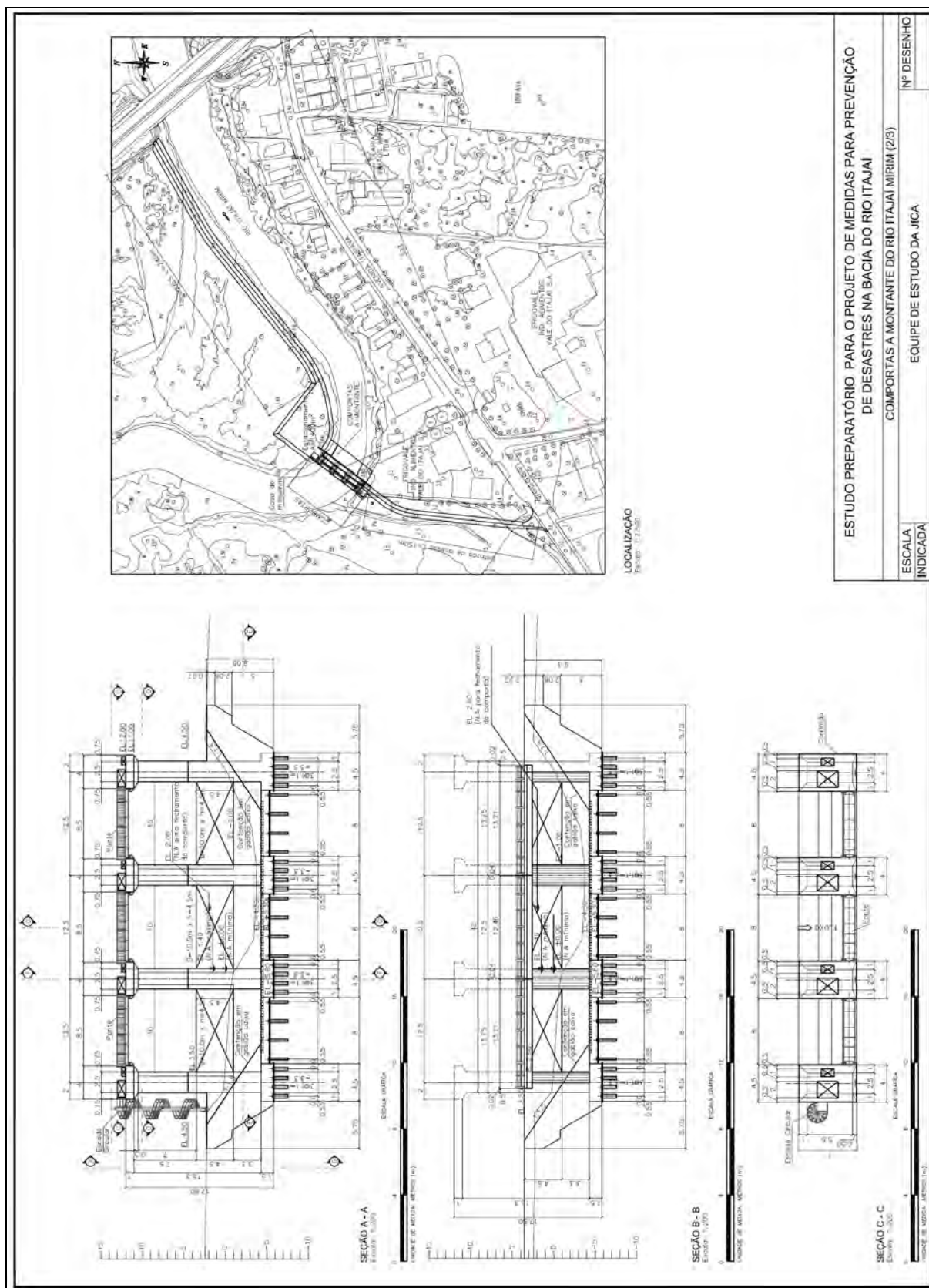


Figura 5.3.4 Planta Geral da Comporta à Montante (2/2)



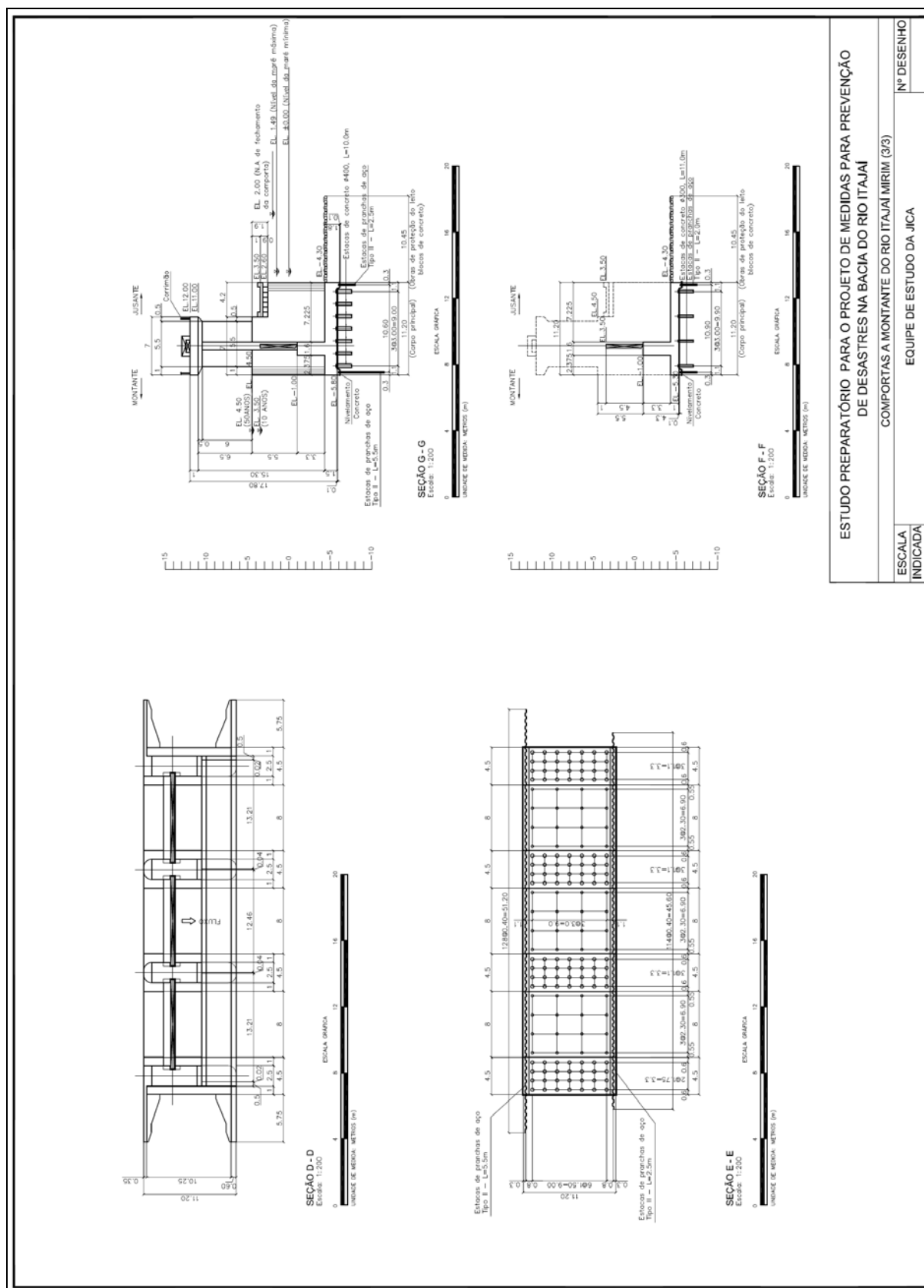
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.3.5 Planta Geral da Comporta à Jusante (1/3)



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.3.5 Planta Geral da Comporta à Jusante (2/3)



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

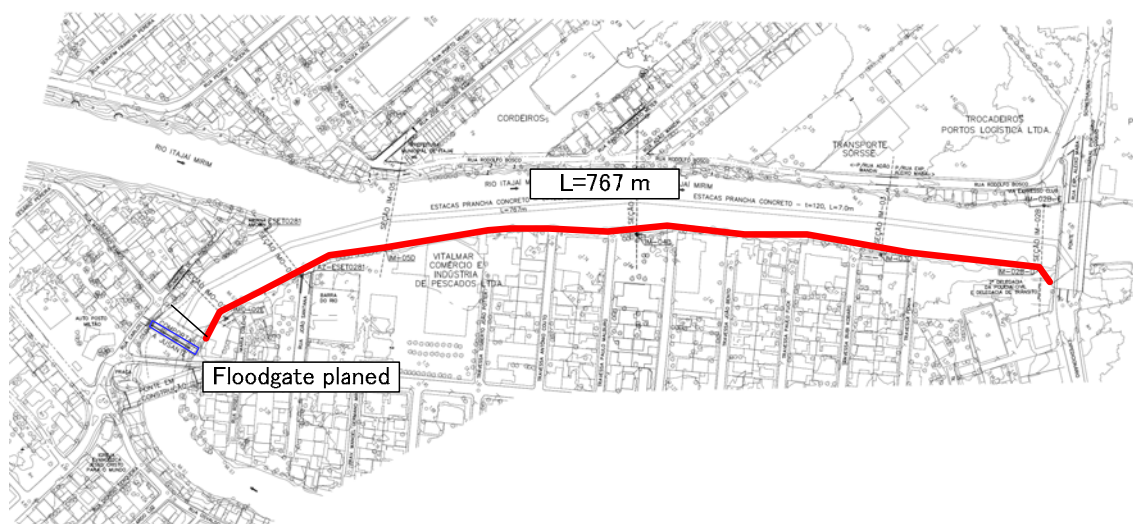
Figura 5.3.5 Planta Geral da Comporta à Jusante (3/3)

(2) Dique para proteção contra o refluxo

O trecho de aproximadamente 1,0 km no Rio Itajaí Mirim, entre a confluência do Rio Itajaí-açu com a comporta à jusante está sujeito ao efeito do refluxo do Rio Itajaí-açu. O levantamento da seção transversal ao longo do Rio Itajaí Mirim revelou as seguintes condições (vide Figura 5.1.6):

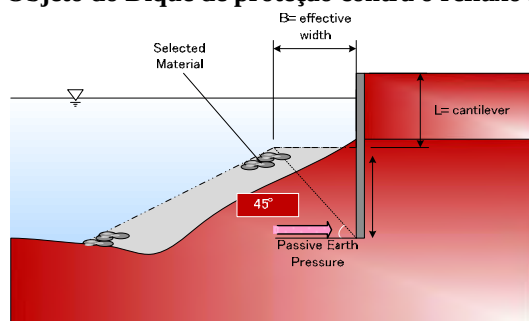
- i) A via existente (Rua Rodolfo Bosco) na margem esquerda tem elevação suficiente para o nível da água de projeto para a enchente provável de 10 anos e funciona como um dique.
- ii) No trecho entre 0,5 km e 1,0 km da confluência do Rio Itajaí-açu, o nível da água na margem direita é inferior ao nível da água de enchente provável de 10 anos.
- iii) Existem várias residências na margem direita, onde os moradores se adaptaram aos efeitos do refluxo causados pelas enchentes do Rio Itajaí-açu e à flutuação da maré, cujas marcas observam-se nas paredes de tijolos ao lado do rio e as residências que são construídas em piloti com elevação de pisos.

Embora tenha sido proposto um dique para proteger contra o refluxo com aterros em ambas às margens no Plano Diretor, devido à pequena disponibilidade de dados sobre as seções do rio, foi pensada a utilização de estacas-prancha de concreto armado como alternativa para o dique para proteção contra o refluxo na margem direita (vide Figuras 5.3.6 e 5.3.7 abaixo) com foco principal na minimização dos problemas sociais tais como a reassentamento dos moradores. Com a implantação do dique para a proteção contra o refluxo com o uso das estacas-prancha, não será necessária a realocação dos moradores.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.3.6 Trecho Objeto do Dique de proteção contra o refluxo na Comporta à Jusante



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.3.7 Imagem das Estacas-Prancha como Dique de proteção contra o Refluxo

(3) Comporta

Foi proposta a comporta vagão fixa por causa de sua estrutura de viga principal poder ser de placa ou de caixa. Em comparação com a estrutura de viga de caixa, a estrutura de viga de placa foi escolhida como o tipo de comporta por causa das seguintes razões:

- i) Com a relação entre a altura da comporta e o vão de abertura sendo 3:1, o tipo com estrutura de suporte principal em caixa não é recomendado em função dos custos elevados.
- ii) Através de entrevista com fabricante no Brasil, verificou-se que a estrutura com suporte principal em caixa não é comum no país.

O tipo de içamento escolhido é o “1M-1D” (M: Motor, D: Tambor) porque consiste de poucas partes componentes e o custo inicial e de manutenção é minimizado.

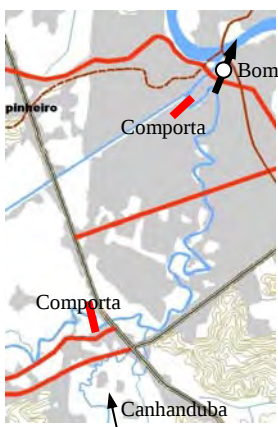
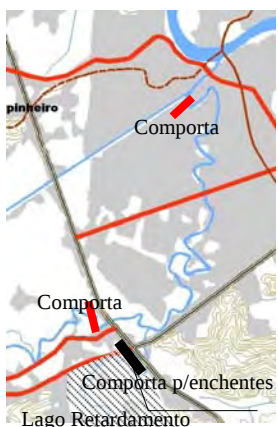
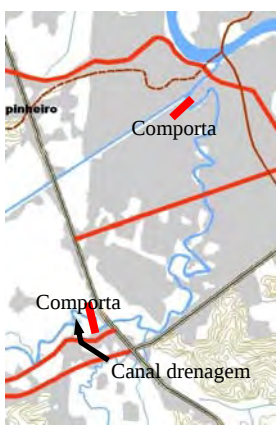
As comportas serão instaladas nas áreas de marés. Portanto, elas estão sujeitas à corrosão pela água do mar. Dois métodos são considerados como medidas contra a corrosão: utilização de aço inoxidável ao invés de aço macio pintado. No Brasil, o custo de aço inoxidável é seis vezes maior do que o aço macio. Por isso, há poucos casos de uso na fabricação de comportas. Portanto, a comporta para o controle de enchente é fabricada de aço macio com revestimento de pintura.

5.3.4 Drenagem Local

(1) Drenagem do Rio Canhanduba

A afluição do Rio Canhanduba deverá ser drenada com adoção de medidas apropriadas para vazão de aproximadamente $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$ e manter o nível da água no canal em até no máximo EL.2,0 m que é o nível da água permitido para não causar danos locais e evitar a inundação na área baixa ao longo do Mirim Antigo. Um canal de drenagem é recomendado com base nos resultados da comparação entre os métodos de drenagem como mostrado na Tabela 5.3.4 abaixo.

Tabela 5.3.4 Comparação das Instalações de Drenagem das Águas do Rio Canhanduba

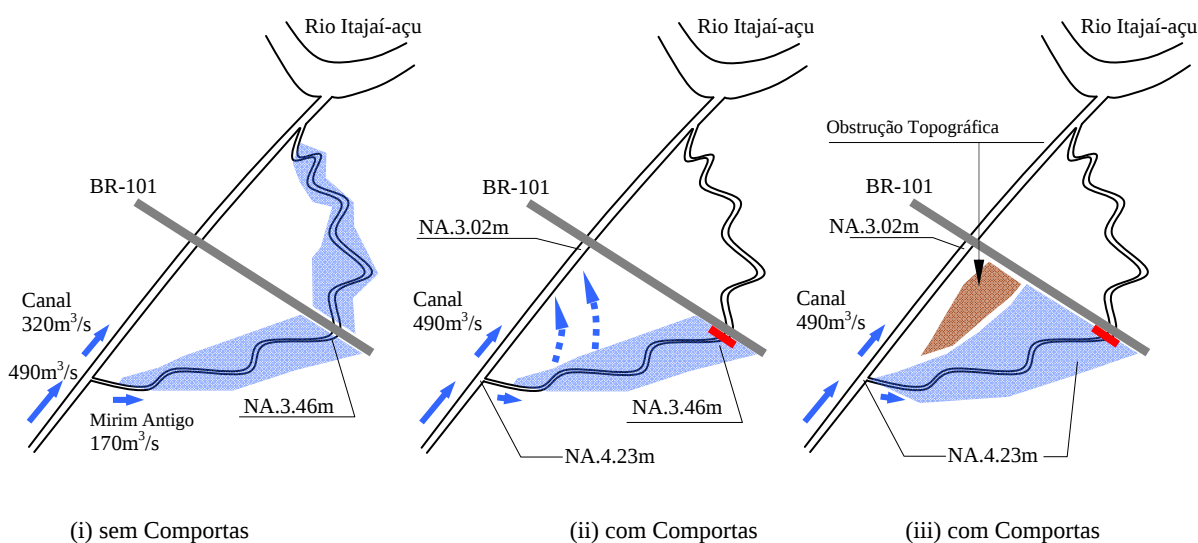
Método	Estação de bombeamento do Mirim Antigo para o Rio Itajaí-açu	Comporta e Lagoa de Retardamento	Canal de Drenagem do Canhanduba para o Mirim Antigo
Local			
Custo	Alto	Médio	Baixo
Impacto	Sem impacto	A lagoa de retardamento pode afetar a área agrícola à montante ao longo do Rio Canhanduba.	Sem impacto
Avaliação	Não recomendável	Não recomendável	Recomendável

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

(2) Drenagem da Água Armazenada no Mirim Antigo

Os níveis da água da enchente à montante da BR-101 ao longo do Canal são estimados como sendo inferiores aos do Mirim Antigo pelo cálculo de escoamento não uniforme, com a vazão de enchente do Mirim Antigo fluindo naturalmente para o Canal durante o fechamento da comporta à montante. Portanto, a área à montante do Mirim Antigo poderá não ser afetada pelo fechamento da comporta à montante como ilustrado na Figura 5.3.8 (ii).

Entretanto, se houver algum tipo de obstrução topográfica, como uma pequena elevação entre o Mirim Antigo e o Canal como ilustrado na Figura 5.3.8 (iii), o nível de inundação na área à montante ao longo do Mirim Antigo deverá se elevar por causa dos efeitos da retenção. Recomenda-se realizar os estudos de impacto no nível de inundação na área à montante da BR-101 através da análise da inundação bidimensional usando os mapas topográficos na escala 1:10.000 que estão sendo preparados pelo Governo do Estado.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 5.3.8 Necessidade de Drenagem na Área à Montante da BR-101

CAPÍTULO 6 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA O FORTALECIMENTO DO SISTEMA DE PREVISÃO E DE ALERTA DE ENCHENTES EXISTENTE

6.1 Resumo do Estudo de Viabilidade

O plano diretor de medidas de mitigação de desastres causados por enchentes propõe o fortalecimento do sistema de Previsão e Alerta de Enchentes existente, incluindo 16 novas estações de medição (Ver Parte I, Plano Diretor, Tabela 8.5.1). Os seguintes itens serão estudados no Estudo de Viabilidade.

- i) Verificação do sistema existente de previsão de enchentes
- ii) Análise de custo do fortalecimento do Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes existente.

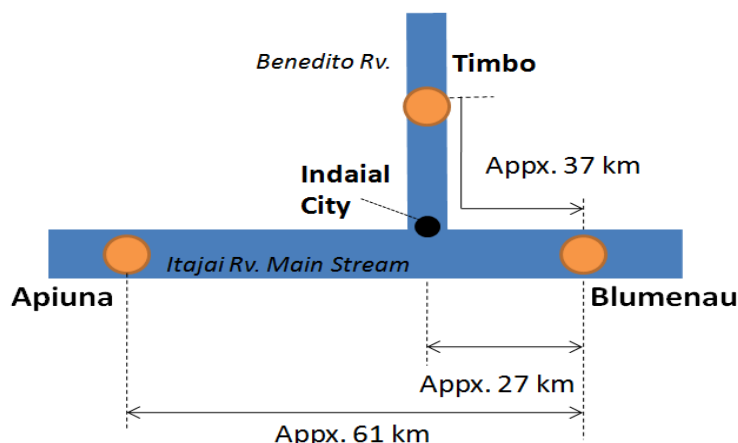
6.2 Verificação do Método de Previsão de Enchentes Existente

O Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes existente não é abrangente para toda a Bacia do Rio Itajaí. A previsão de enchentes só é realizada em Blumenau (pela FURB/CEOPS) e em Rio do Sul (pela Defesa Civil do município), embora em Rio do Sul ainda esteja na fase de “Tentativa e Erro”.

Nesta seção, será avaliado o grau de adequação da atual equação da previsão de enchentes em Blumenau e Rio do Sul. Para o município de Itajaí, que é uma das cidades mais importantes na bacia do Rio Itajaí, será proposto um método de previsão de enchentes nesta seção. Para os outros municípios, é importante manter o atual sistema de alerta através do nível de água do rio, utilizando as estações existentes e as novas estações a serem propostas no estudo.

6.2.1 Verificação do grau de adequação da Equação de Previsão de Enchentes Existente em Blumenau

A previsão de enchentes em Blumenau é realizada baseada na correlação do nível de água em Blumenau, Apiúna e Timbó (Método de Correlação ARIMAX). Na Figura 6.2.1, é ilustrado o diagrama esquemático das estações de medição em Blumenau, Apiúna e Timbó, que estão localizadas aproximadamente a 61 km de distância ao longo do Rio Itajaí-açu e a 37 km de distância ao longo do Rio Benedito, respectivamente, à montante de Blumenau.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 6.2.1 Diagrama Esquemático das Estações de Medição

A Equação de correlação do nível de água para a previsão de enchentes em Blumenau foi desenvolvida pela FURB/CEOPS na década de 90 e é apresentada a seguir.

$$Y(t) = 1,98063 \times Y(t-1) - 0,98506 \times Y(t-2) + 0,009200 \times u_1(t-4) - 0,08732 \times u_1(t-5) + 0,01806 \times u_2(t-4) - 0,01411 \times u_2(t-5) + 0,03083 \dots \dots \dots (1)$$

Onde, $Y(t)$: Nível de água na hora (t) na estação de Blumenau

$Y(t-1)$: Nível de água na hora (t-1) na estação de Blumenau

$Y(t-2)$: Nível de água na hora (t-2) na estação de Blumenau

$u_1(t-4)$: Nível de água na hora (t-4) na estação de Apiuna

$u_1(t-5)$: Nível de água na hora (t-5) na estação de Apiuna

$u_2(t-4)$: Nível de água na hora (t-4) na estação de Timbó

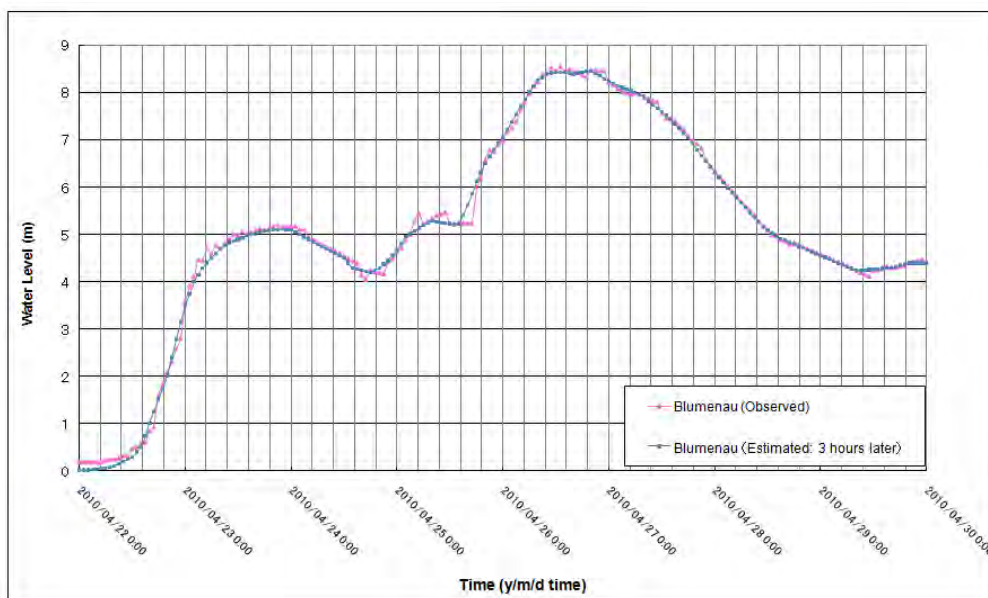
$u_2(t-5)$: Nível de água na hora (t-5) na estação de Timbó

O manual de evacuação da cidade de Blumenau estabelece que a evacuação deve ser anunciada 3 horas antes da enchente, em consideração da população prioritária a ser protegida, ou seja, os idosos, pessoas com necessidades especiais, crianças e turistas.

O nível de água em Blumenau necessário para a estimativa do nível de água da enchente usando a Equação proposta é o de 1 hora e 2 horas antes da enchente, portanto, os seguintes passos devem ser realizados para estimar o nível de água após 3 horas do nível presente.

- i) Prever o nível de água após 1 hora em Blumenau utilizando o nível de água presente e o de 1 hora antes em Blumenau
- ii) Prever o nível de água após 2 horas em Blumenau utilizando o nível de água presente e o após 1 hora em Blumenau
- iii) Prever o nível de água após 3 horas em Blumenau utilizando o nível de água após 1 hora e o nível após 2 horas em Blumenau

A Equação foi desenvolvida aproximadamente há 20 anos. A verificação será realizada utilizando dados da enchente de abril de 2010. A Figura 6.2.2 mostra a comparação entre o nível de água de enchente real em Blumenau e o nível de água de enchente previsto (após 3 horas em Blumenau) calculado pela Equação proposta. O nível de água previsto é muito similar ao nível real.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 6.2.2 Comparação entre o Nível de Água Real e o Previsto pela Presente Equação em Blumenau

Além da verificação acima, foi criada uma nova Equação de correlações múltiplas utilizando o nível de água em Blumenau, Apiuna e Timbó, como descrito na Tabela 6.2.1, e a precisão do nível de água previsto utilizando a nova Equação de correlações múltiplas será confirmada em relação à realidade.

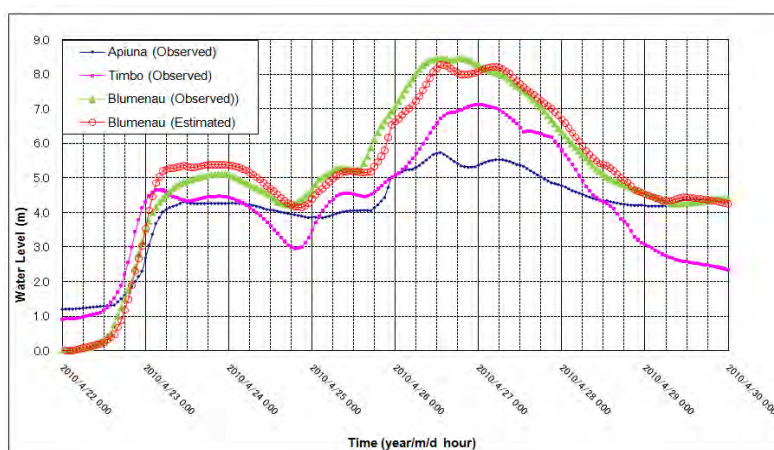
Tabela 6.2.1 Resumo da Equação de Previsão por Correlações Múltiplas em Blumenau

Método	Estação 1	Estação 2	Coefficiente de Correlação	Equação de Previsão
Correlações Múltiplas	Utilizando 6 horas antes do nível de água real em Apiuna como hora de chegada	Utilizando 3 horas antes do nível de água real em Timbó como hora de chegada	0,991	$Y = 1,1012259 * X_1 + 0,5622697 * X_2 - 1,830675 \quad (2)$

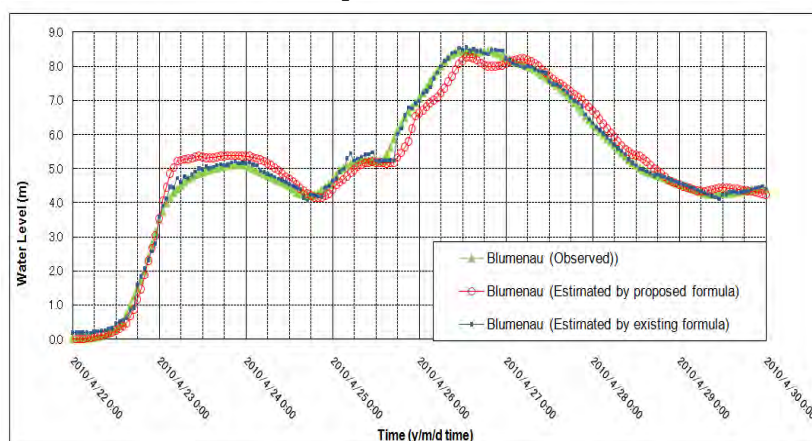
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

A Equação de previsão através das correlações múltiplas entre Blumenau, Apiuna e Timbó usando os dados da enchente de abril de 2010 é razoavelmente precisa como mostrado na Figura 6.2.3, com coeficiente de correlação $R=0,991$, mas não é tão precisa quanto a Equação de previsão atual (ver Figura 6.2.4).

Portanto, a presente Equação de previsão em Blumenau ainda mantém a precisão e, mesmo agora, é aplicável na previsão das enchentes em Blumenau. No futuro, sempre que houver uma enchente, a Equação deve ser checada e atualizada, se necessário.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 6.2.3 Comparação entre o Nível de Água Real e o Previsto pela Equação de Correlações Múltiplas em Blumenau

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 6.2.4 Comparação entre a Enchente Real, a Previsão pela Equação Presente e a Previsão pela Equação de Correlações Múltiplas.

6.2.2 Verificação da Equação de Previsão de Enchentes Existente em Rio do Sul

A Equação atual para previsão do nível de água da enchente em Rio do Sul foi desenvolvida pela Defesa Civil da cidade. A Equação foi desenvolvida pelo método da correlação de precipitações utilizando a precipitação em Rio do Sul (A.C.: 5.042 km²), Barragem Oeste (A.C.: 1.042 km², 81 km à montante de Rio

do Sul) e Barragem Sul (A.C.: 1.273 km², 43 à montante de Rio do Sul). A Equação foi desenvolvida em uma fase de teste, portanto o atual alerta de enchente/evacuação será implementado sem a utilização da previsão do nível de água calculada por esta Equação.

- i. A vazão diária média será calculada pelo nível de água diário médio utilizando a Curva H-Q em Rio do Sul. O nível de água em Rio do Sul é visualmente observado às 7:00 h e às 17:00 h diariamente, sendo a observação do nível de água realizada a cada hora. O nível de água diário médio significa a média de 2 níveis de água para dias normais e a média do máximo de 24 níveis de água durante a enchente.

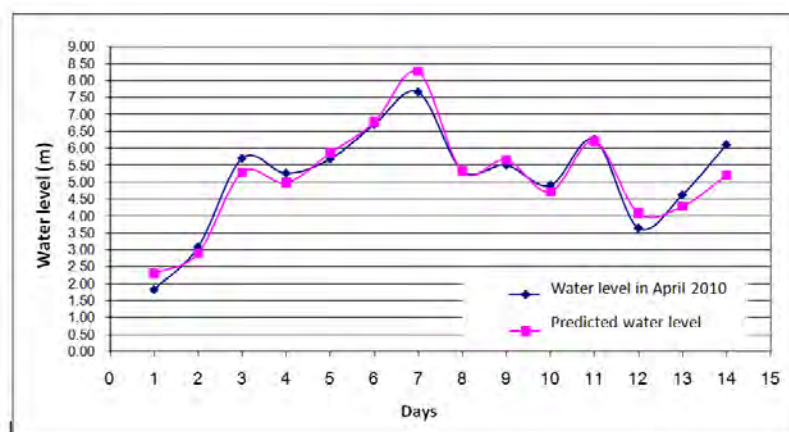
$$Q = 44,7757 (H - 0,235) 1,48789 \dots\dots\dots(3)$$

- ii. A vazão de flutuação (ΔQ) será calculada através dos dados diários de precipitação nos 3 locais acima mencionados usando a seguinte Equação. A vazão de flutuação (ΔQ) significa a diferença do volume de vazão entre aquele dia e o dia seguinte.

$$Q = 6,07 + 1,66 * (\text{Precipitação em Rio do Sul}) + 2,51 * (\text{Precipitação na Barragem Sul}) \\ + 0,45 * (\text{Precipitação na Barragem Oeste}) \dots\dots\dots(4)$$

- iii. A vazão média diária para o dia seguinte (Q_2) deve descarregar (ΔQ) na vazão média diária no dia 1 e ser calculada para aumentar a flutuação
- iv. O nível de água diário médio para o dia seguinte deve ser calculado utilizando a Equação da Curva H-Q acima mencionada (3).

O nível de água de enchente médio diário previsto em Rio do Sul foi calculado utilizando o método acima em relação à enchente de abril de 2010, e a comparação entre o nível de água de enchente médio diário real e o previsto é mostrada na Figura 6.3.5. O nível de água de enchente médio diário previsto é 30 cm diferente do nível real, sendo razoavelmente preciso.



Fonte: Defesa Civil de Rio do Sul

Figura 6.2.5 Comparação entre o Nível de Água Médio Diário Real e o Previsto em Rio do Sul

Entretanto:

- O método de previsão é apenas aplicável para a média diária, mas não permite o cálculo horário. Portanto, o método de previsão não é apropriado para o sistema de alerta. Ele pode ser utilizado apenas para o anúncio de alerta para o dia seguinte.
- A definição de nível de água médio diário não é clara para o dia comum e para o momento da enchente. No caso de enchente, o nível de água médio diário não pode ser calculado até o final do dia (meia-noite), portanto, o nível de água para o dia seguinte não pode ser previsto até meia-noite. Neste caso, o alerta para o dia seguinte pode ser dificultado uma vez que a preparação do alerta deve ser feita após a meia-noite.

- O DEINFRA, como operador das barragens, não dispõe de dados de vazão das 2 barragens e não é transmitida informação sobre vazão para as cidades à jusante como Rio do Sul, Ituporanga e Taió.

Devido aos problemas acima mencionados, os seguintes comentários devem ser bem considerados no futuro.

- No futuro, o método de correlação deve ser aplicado para a previsão de enchentes em Rio do Sul, como um método ordinário, e ele deve ter previsões horárias.
- Entretanto, Rio do Sul tem 2 barragens de controle de enchente à montante. O coeficiente de correlação entre os 2 locais é baixo, portanto, deve ser desenvolvido um modelo de previsão de enchente através da análise do escoamento, incluindo o mecanismo de controle das comportas das barragens.
- No caso da modelagem da análise do escoamento-fluxo, além das estações pluviométricas existentes, deve ser configurado e implementado um sistema para a transmissão de dados de vazão das barragens, incluindo o status de controle das comportas, para a Defesa Civil do município, pelo DEINFRA, como operador das barragens.

6.2.3 Sistema de Previsão de Enchentes em Itajaí

A Cidade de Itajaí tem um papel muito importante na economia da Bacia do Rio Itajaí e seu sistema de previsão de enchentes deve ser organizado como os de Rio do Sul e Blumenau. Entretanto, Itajaí é localizada no estuário, sendo seriamente afetada pela maré e influenciada pelo tributário do Rio Mirim. Portanto, a previsão do nível de água da enchente em Itajaí é muito complicada e difícil.

A Defesa Civil de Itajaí já instalou 8 novos medidores de nível de água ao redor da cidade em fevereiro de 2011 e planeja definir um novo sistema de alarme de enchente e anúncio de evacuação. No entanto, no momento eles estão enfrentando dificuldades para definir o sistema de previsão de enchente uma vez que as informações das regiões a montante, como de Blumenau e Brusque, não são transmitidas para Itajaí.

Por outro lado, a Defesa Civil, a SDS e o EPAGRI do governo estadual estão planejando desenvolver um modelo de previsão de enchentes para a análise de vazão-escoamento e análise da inundação, mas eles precisam de mais tempo para obter um sistema de previsão preciso usando dados suficientes coletados das estações propostas neste Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes. O desenvolvimento do modelo de previsão de enchentes deve, no entanto, continuar. Até que o sistema seja possível, o alerta de enchente e o anúncio de evacuação devem ser implementados pelo governo do estado utilizando o nível de água de enchente à montante, isto é, em Blumenau e Brusque.

- Não existem dados anteriores de nível de água de enchente em Itajaí. A inundação em Itajaí deve ser prevista a partir do nível de água de enchente à montante em Blumenau e Brusque, após a pesquisa de níveis anteriores de nível de água nestas cidades em relação a registros prévios de inundação em Itajaí.
- No próximo estudo, o método de previsão de enchente em Itajaí deve ser preparado após a análise da relação do nível de água de enchente em Itajaí e à montante, a relação da inundação em Itajaí e o nível de água de enchente à montante, análise do tempo de chegada da enchente utilizando dados dos medidores de nível de água instalados em Itajaí, Gaspar e Ilhota, propostos neste Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes, além dos medidores existentes.

6.3 Estimativa de Custo para o Fortalecimento do Sistema de Previsão e Alarme de Enchentes

A estimativa de custo para o fortalecimento do Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes é apresentada a seguir.

- i) Custo de equipamentos incluindo a instalação
- ii) Custo do desenvolvimento do sistema incluindo serviços de consultoria

O resumo das novas estações de medição é apresentado na Tabela 6.4.1 a seguir.

Tabela 6.3.1 Quantidade e Localização das Novas Estações de Medição

Estação	Precipitação	Nível de Água	CFTV	Torre de Alerta	Sirene de Alerta
1 Rio do Sul			1	3	3
2 Blumenau			1	3	3
3 Itajaí			1	3	3
4 Vidal Ramos	1	1			3
5 Trombudo	1	1			3
6 Rio dos Cedros	1	1			3
7 Benedito Novo	1	1			3
8 Gaspar	1	1			3
9 Ilhota	1	1			3
10 Mirim Doce	1	1			3
11 Salete	1	1			3
12 Pouso Redondo	1	1			3
13 Água Clara	1	1			3
14 Guabiruba	1	1			3
15 Barragem Sul	1	1			3
16 Barragem Oeste	1	1			3
17 Barragem do Pinhal	1	1	1		3
18 Barragem do Rio Bonito	1	1	1		3
19 Luiz Alves	1	1			3
Total	16	16	5	9	57

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Além das estações acima, deve ser estabelecida uma Estação Central na Defesa Civil de Florianópolis como descrito na Seção 8.5.1, Capítulo 8, e três (3) Centros de Monitoramento nas Defesas Cíveis de Itajaí, Blumenau e Rio do Sul.

Tabela 6.3.2 Especificação dos Equipamentos

Item	Especificação	Nos.
Medidor de chuva por telemetria	Radar modelo OTT/RLS	16
Medidor de nível de água por telemetria	Radar modelo OTT/RLS	16
Software	Sistema automático por e-mail	16
Painel solar/bateria	Tipo silicone poli cristalino 12 V	16
Transmissão de dados (GPRS)	Para transmissão de dados 2,0 Mbytes	16
CFTV	Ccd transmissão em linha	5
Transmissão de dados (GPRS)	Para CCTV 2,0 Gbytes	5
Base de Dados	Capacidade de memória para registro de 20 anos	5
Painel de monitoramento	Tela LCD com 52 polegadas	5
Painel de boletim elétrico (Torre de Alarma)	5,0 m de largura e 3,0 m de altura Rio do Sul (3), Blumenau (3), Itajaí (3)	9
Alarma (sirene)	Sirene de alarme para grandes desastres, para umidade externa	57

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

A estimativa de custo para as novas estações, incluindo a Estação Central e os Centros de Monitoramento, é mostrada na Tabela 6.4.3.

Tabela 6.3.3 Estimativa de Custo para as Estações de Medição Propostas

Item	Nos.	Preço Unitário (R\$)	Quantia (R\$)
Medidor de chuva por telemetria	16	5.300	84.800
Medidor de nível de água por telemetria	16	6.800	108.800
Software	16	-	-
Painel solar/bateria	16	17.000	272.000
Transmissão de dados (GPRS)	16	20.000	320.000
CFTV	5	26.500	128.000
Transmissão de dados (GPRS)	5	20.000	100.000
Base de Dados	5	120.000	600.000
Painel de monitoramento	5	8.000	40.000
Painel de boletim elétrico (Torre de Alerta)	9	30.000	270.000

Alarme (sirene)	57	2.000	114.000
Estação de monitoramento	3	80.000	240.000
Estação central	1	257.000	257.000
Total			2.534.600

Nota: O custo do desenvolvimento dos programas relacionados com o sistema de telemetria não está incluído no custo acima.

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

O preço unitário dos equipamentos e o estabelecimento do centro incluindo o desenvolvimento do sistema são mostrados no Relatório de Apoio D. O livro de inventário hidráulico deve ser preparado para a gestão fluvial integral juntamente com as estações de medição propostas acima. O livro de inventário hidráulico deve incluir um levantamento total de 350 Seções Transversais (1,0 km de intervalo) ao longo do Rio Itajaí Mirim e seus principais tributários, levantamento das seções transversais para os medidores de nível de água existentes e estacas km (KP) ao longo do rio. O trabalho para elaboração do livro de inventário hidráulico também deve incluir o desenvolvimento do modelo para a análise do escoamento da enchente.

Os objetivos dos serviços de consultoria relacionados com o desenvolvimento do sistema são os seguintes.

- i) Licitação para aquisição dos equipamentos
- ii) Treinamento das organizações concernentes
- iii) Desenvolvimento de um modelo de previsão de enchentes e de um modelo de simulação
- iv) Estabelecimento de curvas H-Q para todas as estações de medição de nível da água, as existentes e as propostas.
- v) Estudo para a preparação do sistema de operação das Barragens Bonito e Pinhal
- vi) Estudo para a preparação do sistema de operação das Barragens Oeste e Sul

O custo dos serviços de consultoria para o desenvolvimento do sistema é apresentado na Tabela 6.4.4.

Tabela 6.3.4 Custo dos Serviços de Consultoria para o Desenvolvimento do Sistema

Item	H/M	Preço Unitário (R\$)	Quantia (R\$)
Gerente de Projeto	10	60.000	600.000
Hidrólogo	8	50.000	400.000
Engenheiro Hidráulico	8	50.000	400.000
Engenheiro de Programa	4	50.000	200.000
Engenheiro de Telecomunicações	5	50.000	300.000
Engenheiro de Sistemas	5	50.000	300.000
Engenheiro de Rede	5	50.000	300.000
Engenheiro de Base de Dados	5	50.000	300.000
Pessoal de Apoio	10	20.000	200.000
Total	-	-	3.000.000

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Os custos diretos para o Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes proposto são mostrados na Tabela 6.3.5.

Tabela 6.3.5 Custos Diretos para o Fortalecimento do Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes Existente

Item	Quantia (R\$)
2. Custo dos Equipamentos	2.534.600
2. Levantamento hidráulico para um livro de inventário hidráulico	1.500.000
3. Desenvolvimento de sistema	3.000.000
Total	7.034.600

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

CAPÍTULO 7 ESTUDO DE VIABILIDADE DE MEDIDAS ESTRUTURAIS PARA OS DESASTRES DE ESCORREGAMENTOS

7.1 Síntese

As 13 áreas prioritárias (perda anual potencial maior do que 500 mil reais) foram selecionadas para aplicação de medidas estruturais. O objetivo da medida estrutural é assegurar funcionalidade total da infraestrutura e/ou construções/terreno em eventos de chuvas fortes de 60 anos de período de retorno, ou eventos do nível das chuvas ocorridas em novembro de 2008 no município de Blumenau (referidas adiante como ‘Chuva forte de 60 anos de período de retorno’). Todas as áreas prioritárias são encostas de rodovias e as medidas estruturais serão planejadas para assegurar tráfego na largura total da pista mesmo com uma chuva forte de 60 anos de período de retorno.

No Plano Diretor, a meta de segurança é assegurar o tráfego em pelo menos meio pista nas rodovias durante eventos de chuva forte de 60 anos de período de retorno. Neste estudo de viabilidade, a meta de segurança foi modificada para assegurar tráfego na largura total da rodovia durante estes eventos. A modificação efetuada foi devido à alta possibilidade de perda de vidas humanas nas 13 áreas prioritárias, identificada através de novas descobertas de observações de campo e considerações, como resumido a seguir.

- O fechamento parcial da rodovia é esperado mesmo com medidas estruturais sendo realizadas para assegurar tráfego em meia pista durante chuvas fortes de 60 anos de período de retorno. Neste caso, as características do relevo indicam que um rápido colapso da encosta pode atingir diretamente os usuários da rodovia ou derrubá-los devido à falha repentina da fundação da rodovia.
- O tráfego diário médio anual nas 13 áreas prioritárias é relativamente mais elevado e vai de 1,800 a 43,000 veículos por dia. O tráfego elevado pode aumentar a possibilidade de impacto direto de danos, mesmo com fechamento parcial da rodovia.
- Sobretudo, 7 áreas possuem o solo constituído de argissolos vermelho-amarelos, que têm como característica notável enfraquecimento da resistência na presença de água. Deformações devido a escorregamentos rasos foram identificadas em cortes de encosta com cobertura de grama em argissolos vermelho-amarelos através de inspeção realizada em Maio de 2010. Após aproximadamente 1 ano, em Abril de 2011, as deformações têm progredido em comparação com as deformações encontradas na inspeção realizada anteriormente, mesmo nas encostas em que não ocorreram chuvas fortes de 60 anos de período de retorno. As novas descobertas mostram que cortes de encostas com 7 metros de altura ou mais em argissolos vermelho-amarelos têm alta possibilidade de colapso durante uma chuva forte de 60 anos de período de retorno, já que sofrem deformações leves mesmo com cobertura de grama e sem ocorrência destas chuvas. Na etapa do Plano Diretor, é planejado o uso de terra armada em cortes de encosta com 15 metros de altura ou mais, porque em caso de colapso destas encostas, o tráfego em meia pista não pode ser assegurado. No estudo de viabilidade, a terra armada é adotada mais largamente até cortes de encosta de 7 metros ou mais, para evitar perdas de vidas humanas e assegurar tráfego na largura total da pista em eventos de chuvas fortes de 60 anos de período de retorno.

Os tipos de medidas estruturais serão selecionados através do aprendizado adquirido com medidas existentes em encostas de condições similares, nas quais não há ocorrência de desastres mesmo sobre chuvas fortes de 60 anos de período de retorno. O tipo de medida também deve estar de acordo com a norma técnica brasileira para estabilidade de encostas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - NBR 11682, Estabilidade de Encostas.

A drenagem da rodovia será planejada usando uma curva de intensidade-duração de chuva de 10 anos de período de retorno, de acordo com as práticas do DEINFRA.

A seguir estão apresentadas três medidas não utilizadas na bacia do rio Itajaí. Isto significa que estas

medidas não foram usadas para conter os efeitos de chuvas fortes de 60 anos de período de retorno. Em experiências similares em encostas do Japão, estes métodos foram selecionados como alternativa para o estudo de viabilidade.

- Aterro leve de poliestireno expandido (EPS).
- Terra armada com misturas de fibras de polipropileno (PP) /cimento/areia.
- Revestimento de blocos de concreto conectados que permitem cobertura de solo e vegetação.

Escorregamentos também causam altas vazões sólidas no canal, e isto pode aumentar o efeito negativo de inundações graduais, inundações bruscas e futuros processos de escorregamento, gerar problemas na funcionalidade das infraestruturas locais. Portanto, vegetação e valas de drenagem serão utilizadas para prevenir a erosão da encosta. Serão plantadas árvores em regiões em que não há risco de queda da espécie arbórea. A plantação de árvores ainda contribuirá para a fixação do carbono e o melhoramento do meio ambiente.

7.2 Tipos de Escorregamento e Seleção do Tipo de Medida Estrutural

7.2.1 Classificação do Tipo de Escorregamento

As medidas estruturais apropriadas, em geral, variam conforme o tipo de movimento do escorregamento, o local de origem do escorregamento e a localização da encosta objeto de estabilização. Neste estudo de viabilidade, os tipos de escorregamento estão descritos na Tabela 7.2.1 e serão usados para a seleção das medidas estruturais apropriadas.

Tabela-7.2.1 - Tipos de Escorregamento

Localização do escorregamento em relação ao objeto a ser preservado	Tipo de movimento do escorregamento
Encosta a montante	Colapso
Encosta a jusante	
Encosta de margem dos rios	
-	Escorregamento
-	Fluxo de detritos

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

As 13 áreas prioritárias selecionadas e os tipos de escorregamento estão listados na Tabela 7.2.2.

Tabela-7.2.2 - 13 Áreas Prioritárias Selecionadas e Tipos de Escorregamento

Nº de ordem de prioridade	Local	Município	Gerência	Potencial de perda anual mil R\$/ano	Tipo de Escorregamento
1	SC 302 Taió - Passo Manso-5	Taió	Estado	1,255	Escorregamento
2	SC 470 Gaspar Margem de rio	Gaspar	Estado	1,095	Colapso da margem do rio
3	Blumenau - Av Beira Rio	Blumenau	Município	1,021	Colapso da margem do rio
4	SC 418 Blumenau - Pomerode	Pomerode	Estado	989	Escorregamento
5	SC 474 Blumenau - Massaranduba 2	Blumenau	Estado	907	Colapso da encosta a montante
6	Gaspar - Luiz Alves - Gaspar 9	Gaspar	Município	774	Escorregamento, Colapso da encosta a montante e a jusante.
7	Gaspar - Luiz Alves, Luiz Alves 6	Luiz Alves	Município	700	Colapso da encosta a montante
8	SC 470 Gaspar Bypass	Gaspar	Estado	689	Colapso da encosta a montante
9	SC 477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1	Benedito Novo	Estado	680	Escorregamento
10	SC 418 Pomerode-Jaraguá do Sul 1	Pomerode	Estado	651	Colapso da encosta a jusante
11	Gaspar - Luiz Alves,	Luiz Alves	Município	629	Colapso da encosta a

	Luiz Alves 4				montante
12	SC 474 Blumenau - Massaranduba 1	Blumenau	Estado	601	Colapso da encosta a montante
13	SC 302 Taió - Passo Manso 4	Taio	Estado	526	Colapso da encosta a montante

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

7.2.2 Seleção da Medida Contra Colapso de Encostas a Montante

O critério de seleção do tipo de medida estrutural é formulado através da metodologia descrita na seção 7.1.1 e mostrado na Tabela 7.2.3. Os trabalhos de implantação de vegetação e de valas abertas estão inclusos nas medidas básicas para prevenir a descarga de altas vazões sólidas no canal.

Existem muitos muros de contenção feitos com gabião em pés de encostas com vegetação na bacia do rio Itajaí. Isto é suficiente para conter os efeitos de uma chuva forte de 60 anos de período de retorno em encostas com altura menor que 7 metros. Mas no caso de encostas com altura maior do que 7 metros, podem ocorrer deformações, como mostrado na imagem a seguir.



Deformação de talude em cortes de encostas em que a altura é maior de que 7 metros na rodovia SC 474 entre os municípios de Blumenau e Massaranduba.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Tabela-7.2.3 - Obras de medidas estruturais para o colapso da encosta a montante

Condição da encosta		Tipos de medidas típicas	Itens comuns
Estabilidade do gradiente do corte não é assegurada.		Solo grampeado (ou pregado) e cortina atirantada	Valas abertas, revestimento com vegetação.
Há probabilidade de queda de rochas.		Remoção das rochas instáveis, proteção do pé do talude, cerca de proteção contra rochas, coleta de rochas/rede de cobertura.	
Estabilidade do gradiente do corte é assegurada para colapsos profundos.	Altura da encosta é maior que 7 metros.	Corte da porção instável, trabalhos de reforço da encosta.	
	Altura da encosta é menor que 7 metros.	Corte da porção instável, rede de vegetação, gabião no pé do talude.	

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Os tipos de medidas estruturais contra colapso de encostas a montante são selecionados conforme a Tabela 7.2.4. Para prevenir erosão ou altas vazões sólidas devido à chuva ou a presença de nascentes, valas abertas e revestimento com vegetação são planejadas para todas as áreas selecionadas.

Tabela-7.2.4 - Medidas Seleccionadas para Colapso de Encostas a Montante

Ordem de prioridade	Local	Altura do gradiente	Tipo de solo ou rocha	Nascentes identificadas	Medida estrutural selecionada
5	SC474 Blumenau - Massaranduba 2	15 m altura 40 graus	Rocha intemperizada	Durante eventos chuvosos	1. Corte da porção instável
6	Gaspar - Luiz Alves, Gaspar 9	15 m altura 45 graus	Argila, areia, ou rocha intemperizada.		2. Valas abertas
7	Gaspar - Luiz Alves, Luiz Alves 6	10-20 m altura 60 graus	Argila, areia, ou rocha intemperizada.		3. Trabalhos de reforço da encosta
8	SC470 Gaspar Bypass	20 m altura 50 graus	Rocha intemperizada		4. Revestimento com vegetação
11	Gaspar - Luiz Alves, Luiz Alves 4	15 m altura 25 graus	Argila, areia, ou rocha intemperizada.		
12	SC474 Blumenau - Massaranduba 1	30 m altura 50 graus	Rocha intemperizada		
13	SC 302 Taio - Passo Manso 4	20 m altura 50 graus			

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

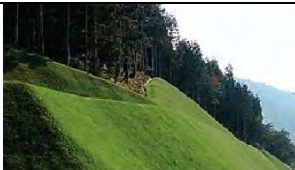
Uma comparação das alternativas do uso de misturas para reforço da encosta para 1,000 m² foi realizada e é mostrada na Tabela 7.1.4. O método da terra armada com mistura de fibras de polipropileno/cimento/areia é recomendável, pois mostra vantagens em todos os itens da avaliação de custos, período de construção e paisagismo.

- Trabalhos de contenção (Contenção feita com concreto projetado)
- Trabalhos de contenção (Contenção feita com concreto moldado no local)
- Terra armada com mistura de fibras de PP/cimento/areia

7.2.3 Seleção da Medida Estrutural Contra Colapso de Encosta a Jusante

O critério de seleção da alternativa de medida estrutural contra colapsos de encostas a jusante é formulado através da metodologia descrita na seção 7.1.1 e mostrado na Tabela 7.2.5. Os trabalhos de implantação de revestimento com vegetação e de valas abertas estão inclusos nas medidas básicas para prevenir a descarga de altas vazões sólidas no canal.

Tabela-7.2.5 - Comparação de alternativas de Medidas de Terra Armada para as Encostas (solo reforçado)

	Concreto Projetado (jateado)to vegetalza1	Concreto moldado no local	Terra armada com fibras de PP/cimento/areia																																				
Imagem exemplar																																							
Tempo de construção estimado para 1000 m²	<table><tr><td>Itens</td><td>Dias</td></tr><tr><td>Limpeza da encosta</td><td>5</td></tr><tr><td>Tela metálica</td><td>8</td></tr><tr><td>Trabalho de estabilização talude</td><td>25</td></tr><tr><td>Revestimento com vegetação</td><td>5</td></tr><tr><td>Total</td><td>43</td></tr></table>	Itens	Dias	Limpeza da encosta	5	Tela metálica	8	Trabalho de estabilização talude	25	Revestimento com vegetação	5	Total	43	<table><tr><td>Itens</td><td>Dias</td></tr><tr><td>Limpeza da encosta</td><td>5</td></tr><tr><td>Trabalho de estabilização talude</td><td>40</td></tr><tr><td>Revestimento com vegetação</td><td>5</td></tr><tr><td>Total</td><td>50</td></tr></table>	Itens	Dias	Limpeza da encosta	5	Trabalho de estabilização talude	40	Revestimento com vegetação	5	Total	50	<table><tr><td>Itens</td><td>Dias</td></tr><tr><td>Limpeza da encosta</td><td>5</td></tr><tr><td>Barra de ancoragem</td><td>3</td></tr><tr><td>Obra de drenagem</td><td>6</td></tr><tr><td>Obra de terra armada</td><td>20</td></tr><tr><td>Revestimento com vegetação</td><td>5</td></tr><tr><td>Total</td><td>39</td></tr></table>	Itens	Dias	Limpeza da encosta	5	Barra de ancoragem	3	Obra de drenagem	6	Obra de terra armada	20	Revestimento com vegetação	5	Total	39
Itens	Dias																																						
Limpeza da encosta	5																																						
Tela metálica	8																																						
Trabalho de estabilização talude	25																																						
Revestimento com vegetação	5																																						
Total	43																																						
Itens	Dias																																						
Limpeza da encosta	5																																						
Trabalho de estabilização talude	40																																						
Revestimento com vegetação	5																																						
Total	50																																						
Itens	Dias																																						
Limpeza da encosta	5																																						
Barra de ancoragem	3																																						
Obra de drenagem	6																																						
Obra de terra armada	20																																						
Revestimento com vegetação	5																																						
Total	39																																						
Custo unitário	<table><tr><td>Itens</td><td>RS/m²</td></tr><tr><td>Limpeza da encosta</td><td>15</td></tr><tr><td>Tela metálica</td><td>45</td></tr><tr><td>Trabalho de estabilização talude</td><td>300</td></tr><tr><td>Revestimento com vegetação</td><td>65</td></tr><tr><td>Total</td><td>425</td></tr></table>	Itens	RS/m²	Limpeza da encosta	15	Tela metálica	45	Trabalho de estabilização talude	300	Revestimento com vegetação	65	Total	425	<table><tr><td>Itens</td><td>RS/ m²</td></tr><tr><td>Limpeza da encosta</td><td>15</td></tr><tr><td>Trabalho de estabilização talude</td><td>340</td></tr><tr><td>Revestimento com vegetação</td><td>65</td></tr><tr><td>Total</td><td>420</td></tr></table>	Itens	RS/ m²	Limpeza da encosta	15	Trabalho de estabilização talude	340	Revestimento com vegetação	65	Total	420	<table><tr><td>Itens</td><td>RS/ m²</td></tr><tr><td>Limpeza da encosta</td><td>15</td></tr><tr><td>Barra de ancoragem</td><td>50</td></tr><tr><td>Obra de drenagem</td><td>35</td></tr><tr><td>Obra de terra armada</td><td>235</td></tr><tr><td>Revestimento com vegetação</td><td>75</td></tr><tr><td>Total</td><td>410</td></tr></table>	Itens	RS/ m²	Limpeza da encosta	15	Barra de ancoragem	50	Obra de drenagem	35	Obra de terra armada	235	Revestimento com vegetação	75	Total	410
Itens	RS/m²																																						
Limpeza da encosta	15																																						
Tela metálica	45																																						
Trabalho de estabilização talude	300																																						
Revestimento com vegetação	65																																						
Total	425																																						
Itens	RS/ m²																																						
Limpeza da encosta	15																																						
Trabalho de estabilização talude	340																																						
Revestimento com vegetação	65																																						
Total	420																																						
Itens	RS/ m²																																						
Limpeza da encosta	15																																						
Barra de ancoragem	50																																						
Obra de drenagem	35																																						
Obra de terra armada	235																																						
Revestimento com vegetação	75																																						
Total	410																																						
Avaliação	Não é recomendável - Segundo maior tempo de construção - Maior custo de construção - Não favorece a paisagem	Não é recomendável - Maior tempo de construção - Segundo maior custo de construção - Não favorece a paisagem	Alternativa recomendável - Menor tempo de construção - Menor custo de construção - Favorece a paisagem																																				

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Tabela-7.2.6 - Medidas Estruturais contra Colapso de Encosta a Jusante

Condição da encosta			Alternativas de medidas típicas	Itens comuns
Altura (H) do colapso H>10 m	Relação entre altura (H) e largura (W) do colapso H/W>0.5		Estaqueamento ou colocação de grandes blocos	Plantação de árvores, valas abertas.
	Relação entre altura (H) e largura (W) do colapso H/W≤0.5		Preenchimento da ravina com gabião e drenagem longitudinal	
Altura (H) do colapso H≤10	Relação entre altura (H) e largura (W) do colapso H/W>0.5	É possível realizar aterro no pé da encosta	Aterro	
		Não é possível realizar aterro no pé da encosta	Estaqueamento ou colocação de grandes blocos	
	Relação entre altura (H) e largura (W) do colapso H/W≤0.5		Preenchimento da ravina com gabião e drenagem longitudinal	

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Tabela-7.2.7 - Medidas selecionadas para colapso de encosta a jusante

Nº de ordem de prioridade	Local	Altura do colapso	Largura do colapso	Possibilidade de aterro	Medida selecionada
6	Gaspar - Luiz Alves, Gaspar 9	30m	3m	Impossível	Preenchimento da ravina com gabião, drenagem longitudinal e plantação de árvores.
10	SC 418 Pomerode – Jaraguá do Sul 1	8m	30m	Possível	Aterro, valas abertas e plantação de árvores.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

7.2.4 Seleção de Medidas Contra Colapso da Margem de Rios

A seleção de medidas para dois colapsos de margens de rios (prioridade Nº 2 SC 470 margem do rio em Gaspar, prioridade Nº 3 Av. Pres. Castelo Branco em Blumenau) são realizadas considerando-se a velocidade da vazão do rio e a preservação do meio ambiente. As vazões na seção transversal do rio são calculadas em cada local usando a relação entre altura do nível da água – vazão de descarga em cada local estudado (curva-chave) da análise de escoamento realizada no Plano Diretor.

Tabela-7.2.8 - Relação entre a Vazão e a Velocidade nos Locais Estudados

Vazão de Descarga (m ³ /s)	Prioridade Nº 2 SC 470 Margem de Rio em Gaspar	Prioridade Nº 3 Av. Pres. Castelo Branco em Blumenau.	Observação
500	1.98	2.41	
1,000	3.01	3.94	
1,500	4.13	5.37	
2,000	5.28	6.71	
2,500	6.29	7.88	
3,000	7.25	8.92	
3,500	8.27	9.96	
3,700	8.58	10.30	Vazão provável de 10 anos
4,000	9.04	10.81	
5,000	10.44	12.36	
5,500	11.09	13.06	Vazão provável de 50 anos
6,000	11.74	13.77	

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

A velocidade da vazão é calculada como mostrado na Tabela 7.2.9. As taxas de compensação em ambos locais foram adotadas como 1.0, pois a prioridade Nº 2 SC 470 é um curso de rio retilíneo e a prioridade Nº 3 Av. Pres. Castelo Branco em Blumenau tem um leito fixo de rocha e o raio da curva do rio é aproximadamente 2 km.

Tabela-7.2.9 - Velocidade da vazão de projeto

Local	Chuva provável/ Capacidade de escoamento máxima	Vazão de Projeto (m ³ /s)	Área da seção (m ²)	Velocidade da vazão (m/s)	Retilíneo ou Curvilíneo	Condição do leito	Taxa de compensação	Velocidade da vazão de projeto (m/s)
Gaspar	Chuva provável de 50 anos	5.500	3.543	1.55	Retilíneo	Fixo	1.0	1.55
	Capacidade máxima	5.609	3.995	1.40	Retilíneo	Fixo	1.0	1.40
Blumenau	Chuva provável de 50 anos	5.500	2.069	2.65	Curvilíneo	Fixo	1.0	2.65
	Capacidade máxima	6.008	2.182	2.75	Curvilíneo	Fixo	1.0	2.75

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

As condições experimentalmente aplicáveis de tipos de contenção de margens de acordo com as condições da encosta estão mostradas na Tabela 7.2.10.

Para a prioridade Nº 2 SC 470 margem de rio em Gaspar, a contenção da margem com obra de gabião é aplicável, como mostrado na Tabela 7.2.11.

Para a prioridade Nº 3 Av. Pres. Castelo Branco em Blumenau, a contenção da margem com blocos de concreto conectados e cobertos por solo e vegetação é aplicável, como mostrado na Tabela 7.2.12.

Tabela 7.2.10 - Condições aplicáveis de tipos de contenção da margem dos rios

Tipo de contenção da margem dos rios		Condições experimentalmente aplicáveis							Outras condições
		Velocidade da vazão de projeto (m/seg)							
		2	3	4	5	6	7		
Vegetação	Grama								Área acima do nível normal da água
Manta	Geotêxtil								Sem área para sedimentação de pedregulhos/seixos. Sem impacto no corpo hídrico.
	Bloco Matt								
Madeira	Apoio de troncos								Sem área para sedimentação de pedregulhos/seixos. Áreas onde os níveis abaixo do nível normal do terreno são protegidos por dique.
	Apoio de arbustos								
	Cerca de estacas de madeira								
Pedra	Enrocamento (sem argamassa)								Em casos onde há disponibilidade de pedras nas redondezas. Áreas onde os níveis abaixo do nível normal do terreno são protegidos por dique.
	Enrocamento (com argamassa)								
Gabião	Cilíndrico								Sem área para sedimentação de pedregulhos/seixos. Áreas onde os níveis abaixo do nível normal do terreno são protegidos por dique.
	Plano								
Concreto	Blocos de concreto conectados								Aplicável em áreas de sedimentação de pedregulhos/seixos.
	Enrocamento de blocos de concreto								

Legenda

Faixa aplicável

Aplicável, mas alternativas de menor custo podem ser adotadas.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA referindo-se a página da web do Ministério de Transportes Terrestres e Infraestrutura do Japão

Tabela-7.2.11 - Resultado da Seleção para a Prioridade Nº 2 SC 470 Margem de rio em Gaspar

Tipo de Revestimento		Aplicabilidade
Vegetação	Grama	Não aplicável.
Manta	Geotêxtil	A alternativa não suportaria uma chuva forte de 60 anos de período de retorno. Elevadas velocidades de fluxo podem ocorrer.
	Bloco Matt	
Madeira	Apoio de troncos	Não aplicável.
	Apoio de arbustos	Materiais de madeira estariam deteriorados em 10 anos.
	Cerca de estacas de madeira	
Pedra	Enrocamento (sem argamassa)	Não aplicável.
	Enrocamento (com argamassa)	Há dificuldade para colocação de cobertura de solo e vegetação estáveis.
Gabião	Cilíndrico	Aplicável.
	Plano	A alternativa favorece a harmonia da paisagem do canal quando aplicada cobertura de solo.
Concreto	Blocos de concreto conectados	Aplicável, porém não apresenta vantagens em relação aos custos.
	Enrocamento de blocos de concreto	Não aplicável. A alternativa requer um tipo especial de bloco para colocação de cobertura de solo e vegetação estáveis.

Fonte: JICA Equipe de estudo

Tabela-7.2.12 - Resultado da Seleção para a Prioridade N° 3 Av. Pres. Castelo Branco em Blumenau

Tipo de Revestimento		Aplicabilidade
Vegetação	Gramma	Não aplicável. A alternativa não é estável para os valores de velocidade do fluxo de projeto.
Manta	Geotêxtil	Não aplicável. O local está situado ao lado de uma ponte e há possibilidade de ocorrência de elevadas velocidades de fluxo.
Bloco Matt		
Madeira	Apoio de troncos	Não aplicável. Materiais de madeira estariam deteriorados em 10 anos.
	Apoio de arbustos	
	Cerca de estacas de madeira	
Pedra	Enrocamento (sem argamassa)	Não aplicável. Há dificuldade para colocação de cobertura de solo e vegetação estáveis.
	Enrocamento (com argamassa)	
Gabião	Cilíndrico	Não aplicável. A alternativa não está em harmonia com a continuidade da paisagem de montante e jusante. A paisagem do local é importante para o município de Blumenau.
Plano		
Concreto	Blocos de concreto conectados	Aplicável. O tipo de revestimento com blocos de concreto conectados que pode ser coberto com camada de solo e vegetação deve ser adotado.
	Enrocamento de blocos de concreto	Não aplicável. A alternativa não permite a colocação de cobertura de solo e vegetação estáveis.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Tabela 7.2.13 - Medidas selecionadas contra colapso de margens de rios

N° de ordem de prioridade	Local	Altura da encosta	Gradiente média da encosta Horizontal: Vertical	Velocidade de fluxo de projeto (m/sec)	Medida selecionada
2	N° 2 SC 470 Margem de rio em Gaspar	30m	1: 0.7 35 graus	1.6	Revestimento de gabião, cobertura de solo e vegetação.
3	N° 3 Av. Pres. Castelo Branco em Blumenau.	8m	1:0.6 31 graus	2.8	Revestimento de blocos de concreto conectados, cobertura de solo e vegetação.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

7.2.5 Seleção de Medidas Contra Escorregamentos

(1) Fator de segurança do escorregamento

A análise de estabilidade é realizada para determinar a dimensão e a quantidade de medidas estruturais necessárias para manter a estabilidade da encosta, assegurando o fator de segurança do projeto.

O método sueco de análise de estabilidade de encostas é utilizado para análise, como mostrado a seguir:

$$F_s = \frac{(\sum N - \sum U) \times \tan \phi + C \times \sum L}{\sum T}$$

Onde,

N(kN/m) = Força normal ao longo da superfície de escorregamento gerada pela gravidade, $N = W \cos \alpha$

T(kN/m) = Força tangencial ao longo da superfície de escorregamento gerada pela gravidade, $T = W \sin \alpha$

α (°) = Ângulo da encosta em relação a horizontal

U(kN/m) = Elevação da pressão dos poros atuante na superfície do escorregamento

$L \text{ (m)}$ = Comprimento da superfície de escorregamento

$C(\text{kN/m}^2)$ = Coesão da superfície de escorregamento

$\phi \text{ (}^\circ\text{)}$ = Ângulo de atrito interno da superfície de escorregamento

Tabela-7.2.14 - Determinação do Fator de Segurança Inicial (FSI)

Fator de Segurança Inicial	Condições do Movimento
FSI = 0.95	- Grande número de áreas em que evidentemente a topografia possui potencial de gerar escorregamentos como escarpas, saliências, relevos declivosos, lagos e pântanos; - Muitos movimentos visivelmente contínuos e ativos como rachaduras, afundamento, sublevação, erosão do pé da encosta, ou pequenos colapsos do pé da encosta bem como a presença de nascentes.
FSI = 0.98	- Presença de áreas em que evidentemente a topografia possui potencial de gerar escorregamentos como escarpas, saliências, relevos declivosos, lagos e pântanos; - Poucos ou pequenos movimentos visivelmente contínuos e ativos como rachaduras, afundamento, sublevação, erosão do pé da encosta, ou pequenos colapsos do pé da encosta.
FSI = 1.00	- Áreas com potencial de gerar escorregamento estão em repouso; - Rachaduras, afundamento, sublevação, erosão do pé da encosta, ou pequenos colapsos do pé da encosta são visíveis, mas não estão em progresso.

Fonte: Modificado de MANUAL FOR RIVER WORKS IN JAPAN, Publicado por River Bureau, Ministério de Construção do Japão, Novembro de 1997.

O fator de segurança de projeto (FSP) é o valor buscado para melhorar a estabilidade da encosta através de medidas estruturais como mostrado na Tabela 7.2.15.

Tabela-7.2.15 - Determinação do Fator de Segurança de Projeto (FSP)

Fator de Segurança de Projeto	Condição
DFS = 1.10 a 1.20	- Movimentos repentinos e severos são esperados; - Escorregamentos podem causar danos significativos a casas, construções, infraestrutura, e/ou vidas humanas.
DFS = 1.05 a 1.10	- Os escorregamentos têm um pequeno efeito em construções, infraestrutura; - Os trabalhos de prevenção propostos são medidas temporárias.

Fonte: Modificado de MANUAL FOR RIVER WORKS IN JAPAN, Publicado por River Bureau, Ministério de Construção do Japão, Novembro de 1997.

O fator de segurança de projeto indica a razão de aumento do fator de segurança inicial após a conclusão das medidas estruturais.

As encostas deste estudo de viabilidade, e o fator de segurança inicial e de projeto foram determinados de acordo com a Tabela 7.2.14 e 7.2.15, e mostrados na Tabela 7.2.16.

Tabela-7.2.16 - Encostas estudadas e Fator de Segurança Inicial e de Projeto

Prioridade N°	Local	Fator de Segurança Inicial (FSI)	Fator de Segurança de Projeto (FSP)
1	SC 302 Taió - Passo Manso-5	1.00	1.15
4	SC 418 Blumenau – Pomerode	1.00	1.15
6	Gaspar - Luiz Alves, Gaspar 9	1.00	1.15
9	SC 477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1	1.00	1.15

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

(2) Seleção do tipo de medida estrutural

A Tabela 7.2.17 mostra as medidas estruturais gerais para escorregamentos. O Tipo de medida estrutural é selecionado através do fluxograma mostrado na Figura 7.2.1.

As medidas estruturais selecionadas para 4 locais de escorregamento estão mostradas na Tabela 7.2.18.

Os efeitos do rebaixamento do lençol freático através da instalação de drenagem estão indicados na Tabela 7.2.19.

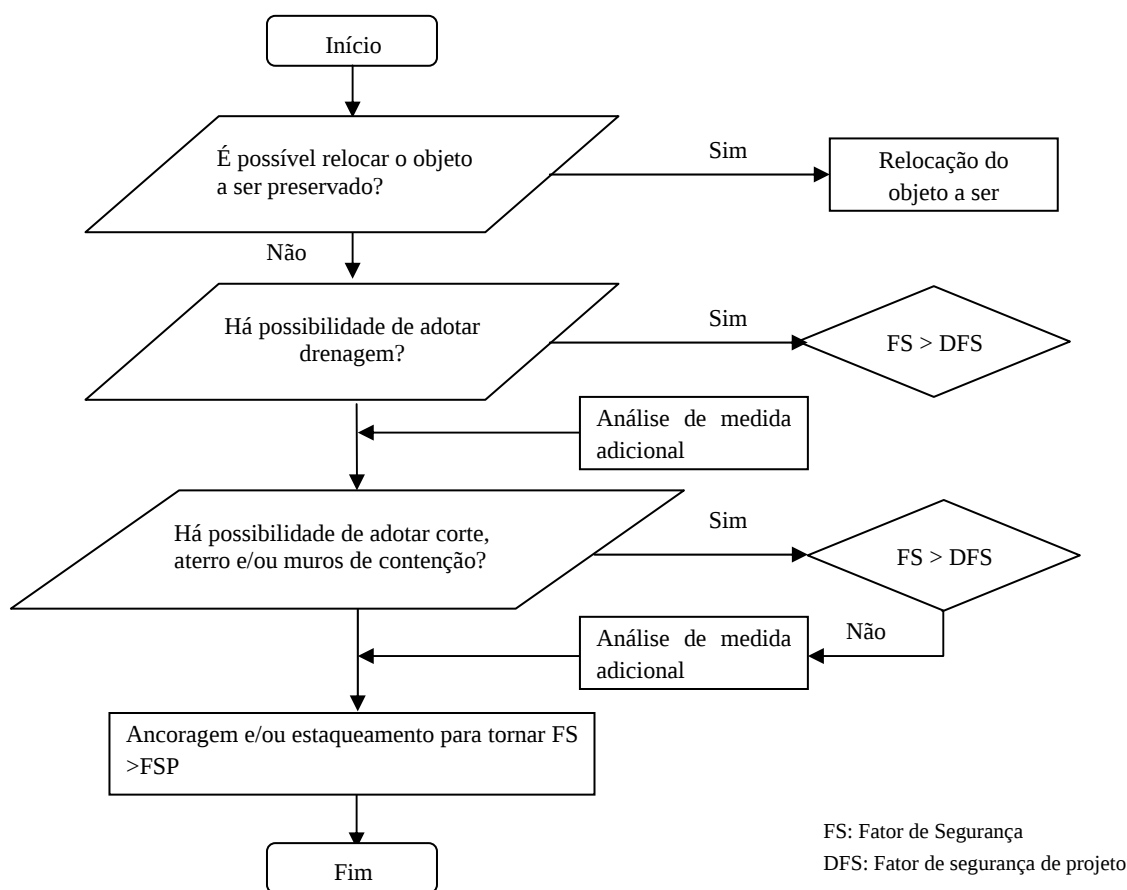
Para o local de prioridade N° 9 SC 477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1, a drenagem do lençol freático não é apropriada, pois o nível do lençol é inicialmente baixo. Aterros leves de EPS (Poliestireno expandido) são apropriados para as condições do local, que tem profundas fundações rochosas e baixos

níveis do lençol freático.

Tabela 7.2.17 - Medidas Estruturais Gerais para Escorregamentos

Classificação		Tipo de medida estrutural
1. Drenagem	Drenagem superficial	Valas abertas
	Drenagem sub-superficial	Condutos fechados com valas abertas
		Perfuração de drenagem horizontal
		Poços de drenagem
		Túneis de drenagem
2. Corte e aterro		Corte do topo da encosta
		Aterro do pé da encosta
		Aterro leve no topo da encosta
3. Muros de contenção		Muros de gabião
		Muros de contenção
4. Ancoragem		Parafusos (tirantes) de rocha
		Tirantes de ancoragem de solo
5. Estaqueamento		Estacas de tubos de aço
		Poços

Fonte: Equipe de Estudos da JICA



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-7.2.1 - Fluxograma de Seleção de Medida Estrutural para Escorregamento

Tabela-7.2.18 - Lista de Medidas Estruturais e Resultado da Análise de Estabilidade

Nº de ordem de prioridade	Local	FSI: Fator de Segurança Inicial	FSP: Fator de Segurança de Projeto	Fator de segurança após drenagem do lençol freático ou aplicação de aterros leves	Medida
1	SC 302 Taió - Passo Manso-5	1.00	1.15	1.14 através do rebaixamento do lençol freático em 1.0 m. 1.20 através do rebaixamento do lençol freático em 1.5 m.	Perfuração de drenagem horizontal, muros de contenção de gabião.
4	SC 418 Blumenau – Pomerode	1.00	1.15	1.15 através do rebaixamento do lençol freático em 0.5 m.	Condutos fechados com valas abertas, Muros de contenção de gabião.
6	Gaspar - Luiz Alves, Gaspar 9	1.00	1.15	1.15 através do rebaixamento do lençol freático em 1.0 m.	Perfuração de drenagem horizontal, muros de contenção de gabião.
9	SC 477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1	1.00	1.15	1.15 através de aplicação de aterro leve.	Aterro leve.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Tabela-7.1.19 - Efeitos do rebaixamento do lençol através da instalação de drenagem

Tipo de alternativa	Rebaixamento do lençol freático
Condutos fechados com canais abertos	-0.5m
Perfuração de drenagem horizontal	De -1.0 a - 1.5m

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

7.3 Projeto de Viabilidade de Medidas Estruturais para os Locais Selecionados

Os trabalhos relacionados a cada medida estrutural estão descritos na Tabela 7.3.1. O layout das medidas estruturais da prioridade Nº 1 Taió – Passo Manso é mostrado na Figura 7.3.1 e 7.3.2.

Tabela-7.3.1 - Trabalhos relacionados às medidas estruturais

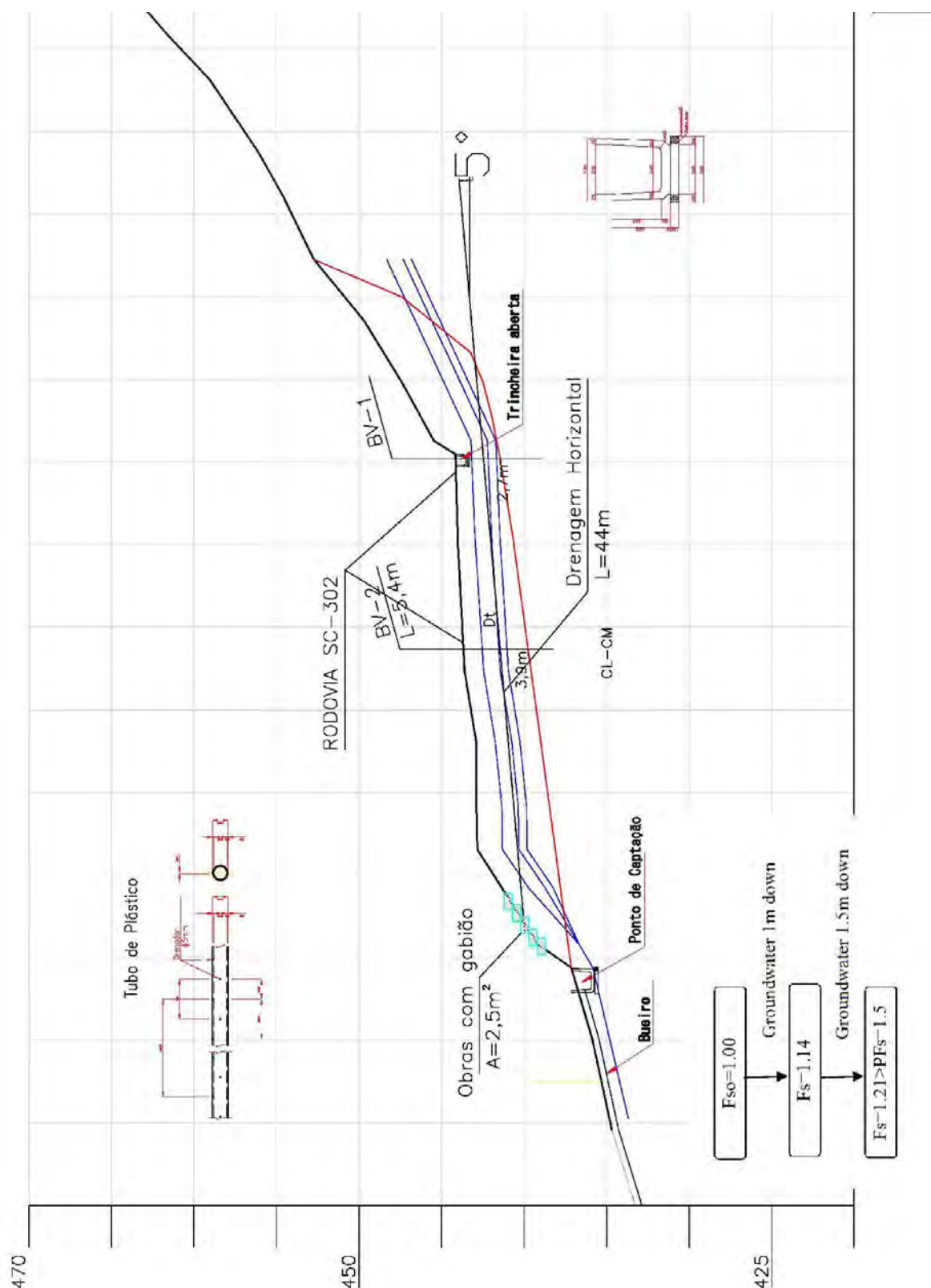
Nº de ordem de prioridade	Nome do local	Tipo de medida	Unidade	Quantidade
1	SC 302 Taió - Passo Manso-5	Perfuração de drenagem horizontal	m	1,589
		Muro de contenção de gabião	m ³	32
		Valas abertas	m	300
		Aquisição de terra (área rural)	m ²	7,000
2	SC470 Margem de rio em Gaspar	Corte, escavação	m ³	16,660
		Aterro	m ³	16,660
		Pavimento	m ²	700
		Muro de contenção de gabião	m ³	2,000
		Plantio de viveiros	m ²	3,400
		Colocação de tubos bueiros de concreto	m	27
3	Blumenau – Av. Pres. Castelo Branco.	Estaca Prancha	m ²	598
		Blocos de concreto conectados	m ²	4,852
		Geotêxtil	m ²	4,852
		Corte	m ³	150
		Plantio de grama	m ²	4,852
4	SC 418 Blumenau – Pomerode	Condutos fechados com valas abertas	m	373
		Muros de contenção de gabião	m ³	238
		Valas abertas	m	95
		Terra armada com misturas de fibras de PP/cimento/areia, com vegetação.	m ²	3,112
5	SC 474 Blumenau-Massaranduba 2	Terra armada com misturas de fibras de PP/cimento/areia, com vegetação.	m ²	6,986
6	Gaspar - Luiz Alves, Gaspar 9	Terra armada com misturas de fibras de PP/cimento/areia, com vegetação.	m ²	5,560
		Valas abertas de gabião	m ³	572
		Manta impermeável	m ²	312

Nº de ordem de prioridade	Nome do local	Tipo de medida	Unidade	Quantidade
		Valas abertas	m	282
		Perfuração de drenagem horizontal	m	160
		Muro de contenção de gabião	m ³	100
		Plantio de viveiros	m ²	14,952
		Aquisição de terras (área rural)	m ²	14,629
7	Gaspar - Luiz Alves, Luiz Alves 6	Terra armada com misturas de fibras de PP/cimento/areia, com vegetação.	m ²	2,662
		Valas abertas	m	240
8	SC 470 Gaspar Bypass	Terra armada com misturas de fibras de PP/cimento/areia, com vegetação.	m ²	5,151
		Valas abertas	m	182
9	SC 477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1	Aterro leve de EPS (poliestireno expandido)	m ³	1,930
		Corte escavação	m ³	1,930
		Valas Abertas	m	234
		Pavimento	m ²	863
		Andaime temporário	m ³	450
		Aquisição de terras (área rural)	m ²	500
10	SC 418 Pomerode – Jaraguá do Sul 1	Muro de contenção de gabião	m ³	764
		Aterro	m ³	10,216
		Plantio de viveiros	m ²	5,930
		Pavimento	m ²	404
		Valas abertas	m	340
		Aquisição de terras (área rural)	m ²	6,713
11	Gaspar - Luiz Alves, Luiz Alves 4.	Terra armada com misturas de fibras de PP/cimento/areia, com vegetação.	m ²	6,930
		Valas abertas	m	260
12	SC 474 Blumenau - Massaranduba 1	Terra armada com misturas de fibras de PP/cimento/areia, com vegetação.	m ²	967
13	SC 302 Taió - Passo Manso 4	Terra armada com misturas de fibras de PP/cimento/areia, com vegetação.	m ²	2,182
		Valas abertas	m	82

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

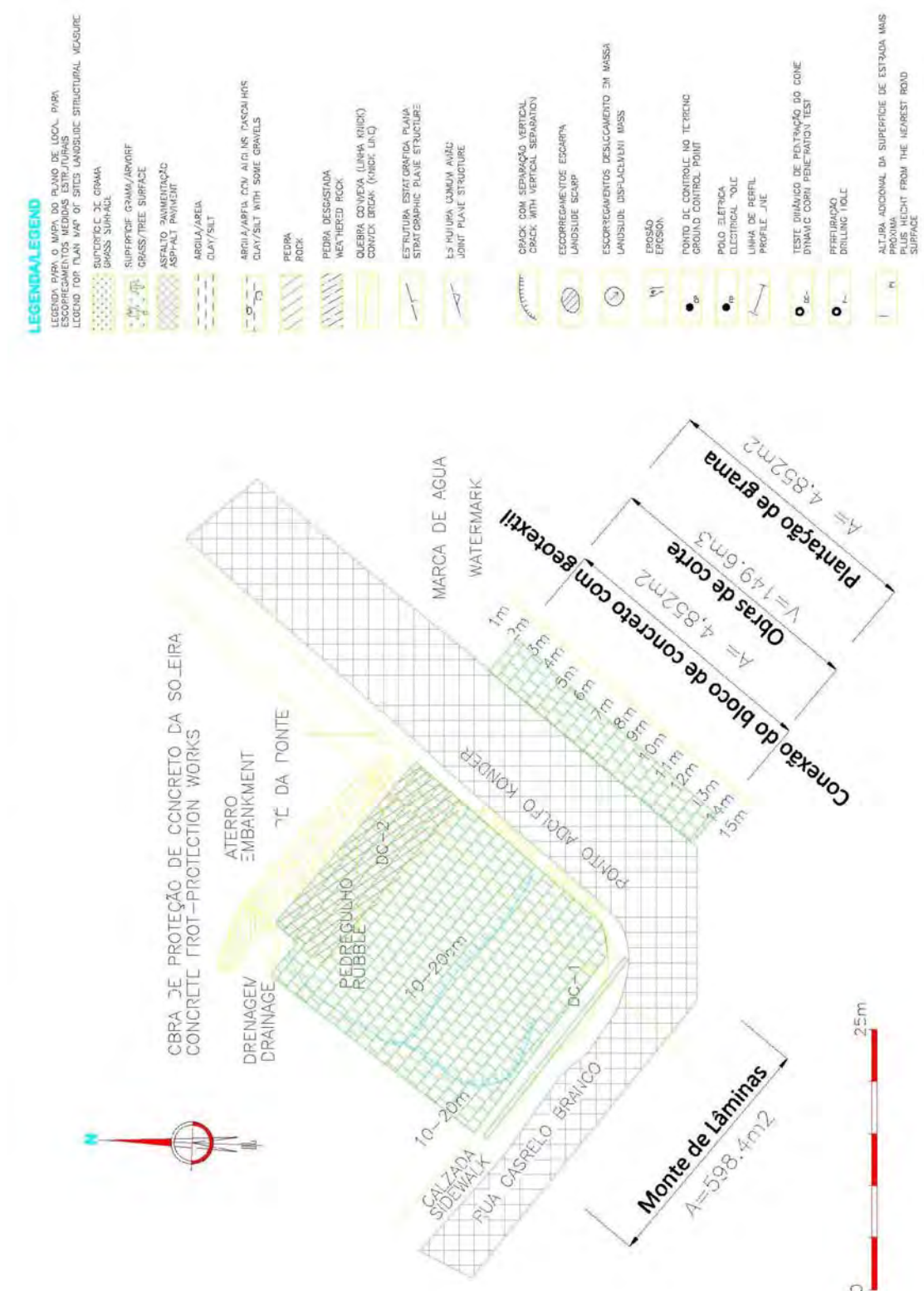


Fonte: Equipe de Estudos da JICA



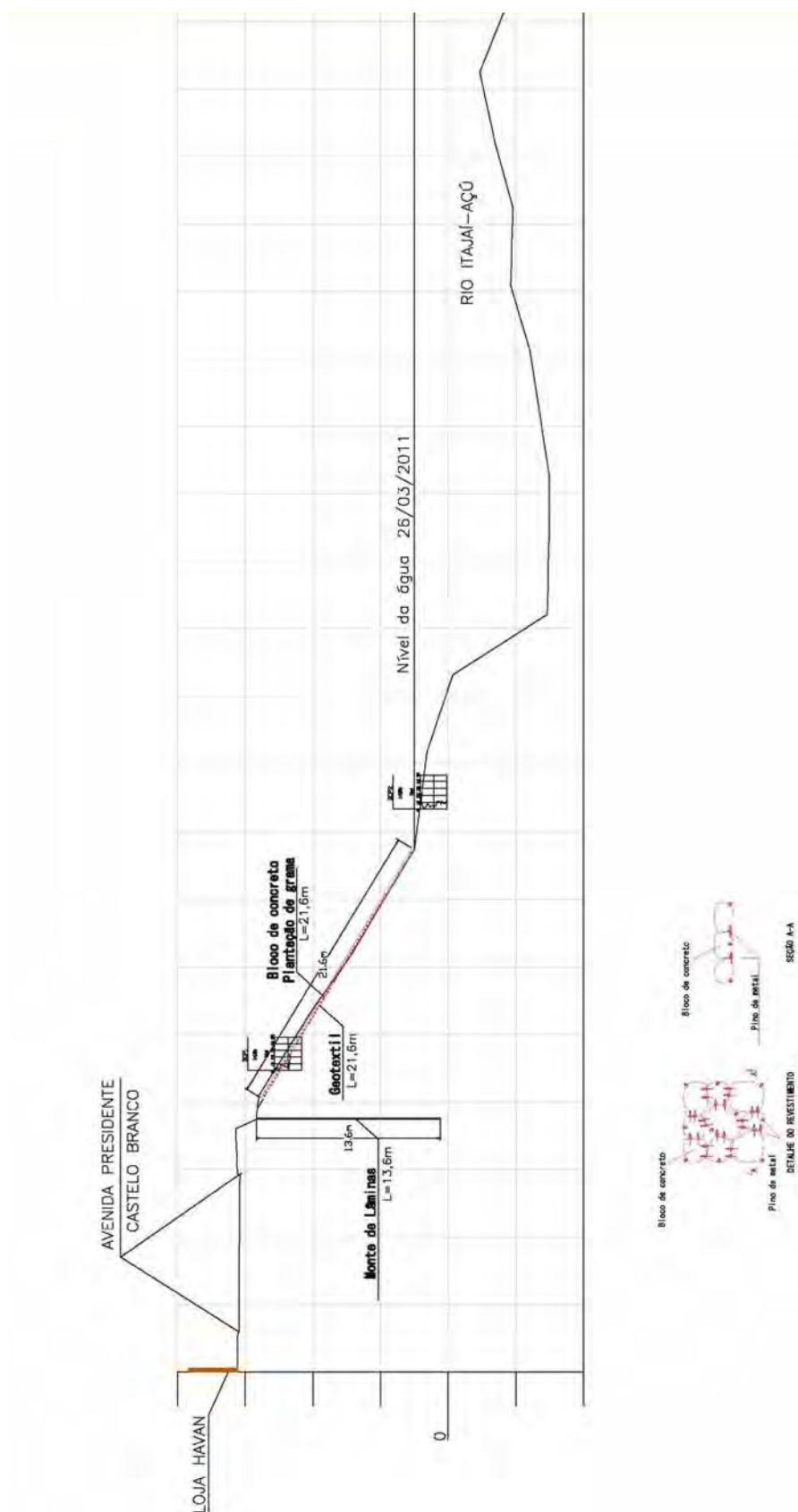
Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura 7.3.2 Perfil da medida estrutural para a prioridade Nº 1 Escorregamento na SC 302 Taió - Passo Manso-5



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figure 7.3.3 Planta baixa da medida estrutural para prioridade No.3 Blumenau –Av Pres Casrelo Branco



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figure 7.3.4 Perfil da medida estrutural para a prioridade No.3 Blumenau -Av Pres Castelo Branco

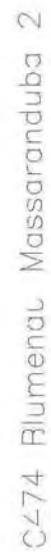
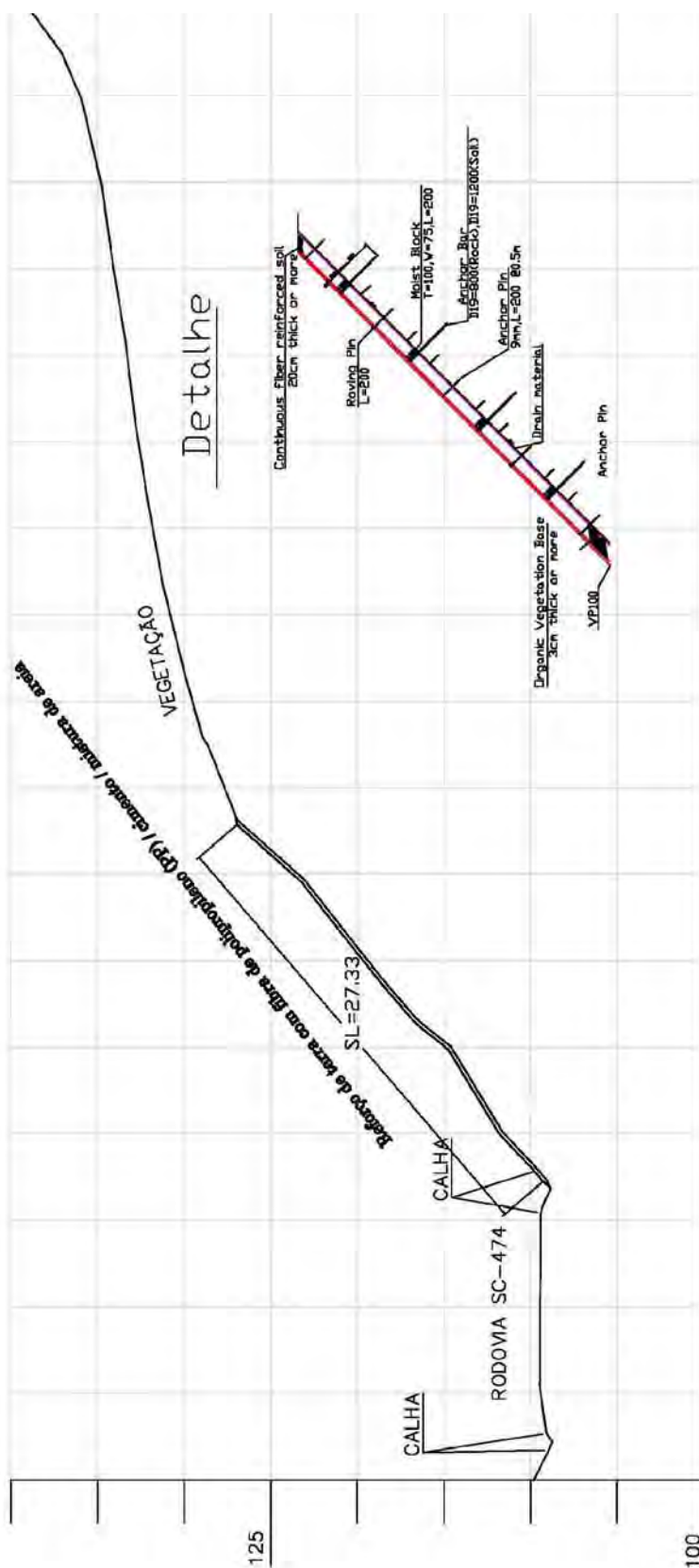
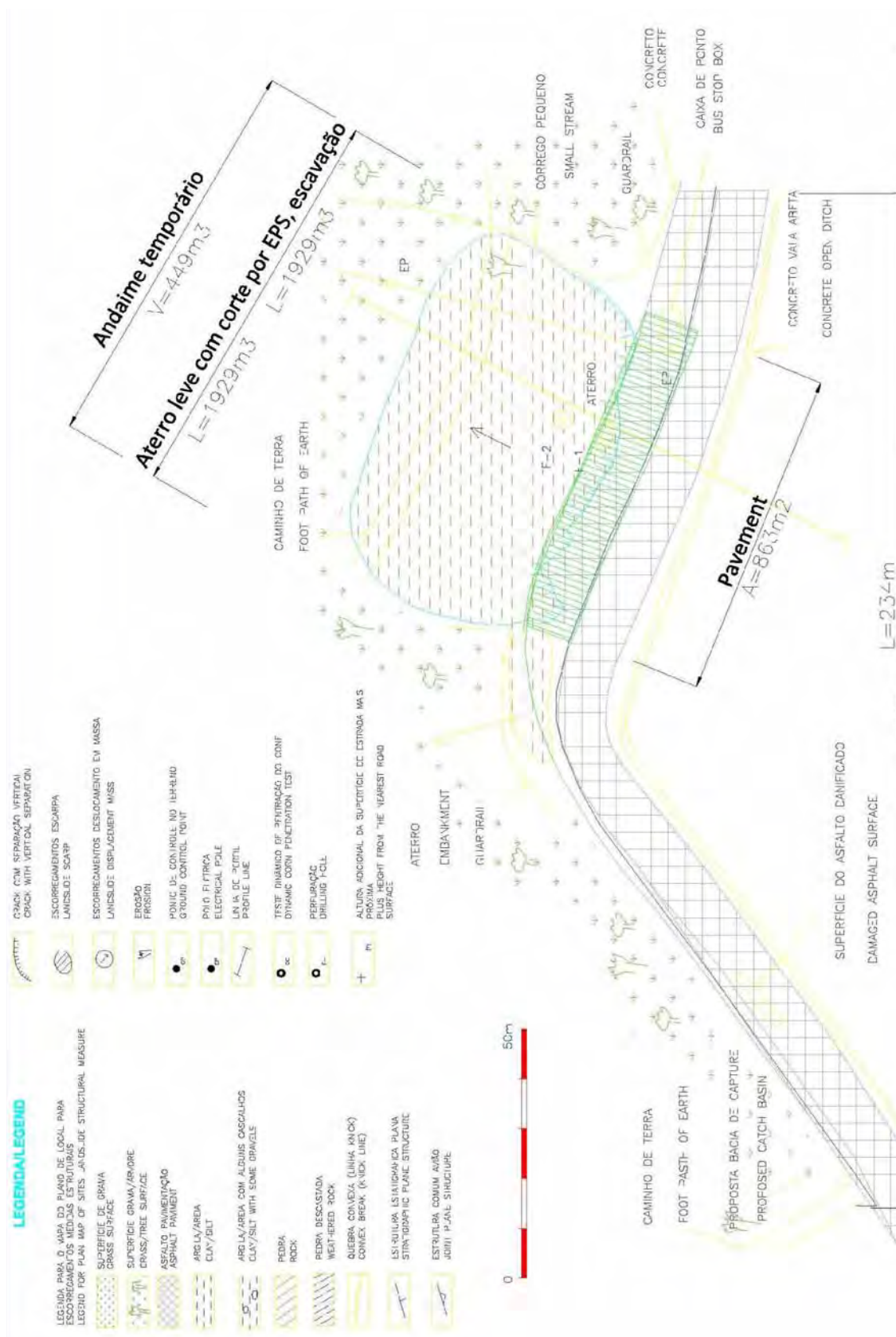


Figure 7.3.5 Planta baixa da medida estrutural para a prioridade No.5 SC474 Blumenau - Massaranduba 2



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figure 7.3.6 Perfil da medida estrutural para a prioridade No.5 SC474 Blumenau-Massaranduba 2



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figure 7.3.7 Planta baixa da medida estrutural para a prioridade No.9 SC477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1



Figure 7.3.8 Perfil da medida estrutural para a prioridade No.9 SC477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1

CAPÍTULO 8 ESTUDO DE VIABILIDADE DO SISTEMA DE ALERTA PARA ESCORREGAMENTO/INUNDAÇÃO BRUSCA

8.1 Síntese

A efetividade e a sustentabilidade de sistema de alerta para escorregamento/inundação brusca foram estudadas de acordo com os seguintes contextos:

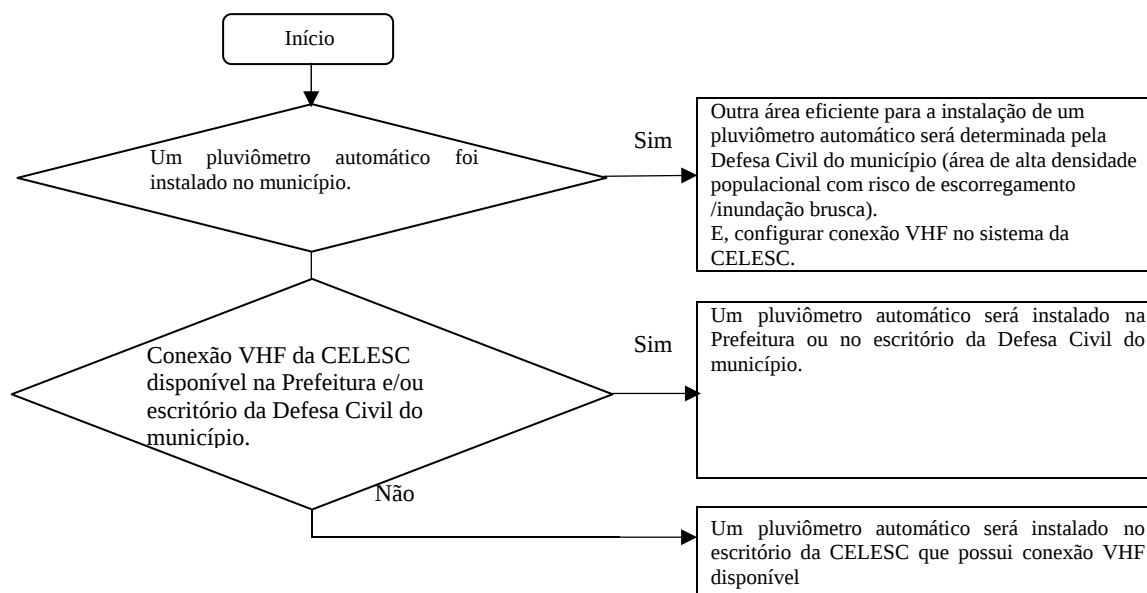
- Monitoramento de chuvas e transmissão/armazenamento dos dados
- Índice pluviométrico referencial para atenção/alerta
- Gerenciamento das informações, cálculos de índice pluviométrico referencial, notificação/anúncio de atenção ou alerta de escorregamentos.
- Ordem de evacuação e educação para prevenção de desastres
- Ordenamento do tráfego rodoviário para evitar riscos

8.2 Monitoramento de Chuvas e Transmissão/Armazenamento de Dados

Um pluviômetro automático será instalado em cada município (293 municípios no estado de Santa Catarina) com o propósito de notificação do alerta de escorregamentos.

A Defesa Civil de SC é a organização responsável para o estabelecimento e manutenção de pluviômetros automáticos para efetuar a transmissão e o armazenamento dos dados. A EPAGRI/CIRAM e cada município são as organizações executoras do monitoramento de chuvas, transmissão e armazenamento de dados.

A localização do pluviômetro automático será determinada pelo seguinte procedimento. Dados de transmissão em duplicidade serão efetuados pelo sistema *very high frequency connection* (VHF) do sistema da CELESC e pelo sistema *general packet radio services* (GPRS) para assegurar que ocorra a transmissão de informações mesmo sobre condições de tempestade.



Fonte; Equipe de Estudos da JICA

Figura-8.2.1 - Fluxograma para Determinação da Localização dos Pluviômetros Automáticos

8.3 Índice Pluviométrico referencial para Atenção/Alerta

O índice pluviométrico para atenção/alerta será estabelecido pela Defesa Civil de SC com o apoio da EPAGRI/CIRAM.

Não estão disponíveis dados de escorregamentos/inundações bruscas com tempo e localização exatas

de ocorrência no Estado de Santa Catarina. As estações de monitoramento de chuvas são esparsas e os locais de escorregamentos/inundações bruscas estão, na maioria das vezes, a mais de 10 km de distância. Portanto, os índices pluviométricos adequados para o alerta de escorregamentos não são possíveis de ser estabelecidos, devendo ser efetuado quando os dados exatos estiverem disponíveis.

Acurácia na previsão de ocorrência de desastre:

$$\text{Índice de Previsão Correta} = \frac{\text{Número de desastres acima dos valores do critério de alerta}}{\text{Número total de desastres}} (\%)$$

Eficiência na previsão de ocorrência de desastre:

$$\text{Índice de Eficiência} = \frac{\text{Número total de horas para o alerta prévio}}{\text{Número de desastres acima dos valores do critério de alerta}} \quad (\text{Horas/números de desastres})$$

O índice de água no solo é usado como indicador para o alerta prévio de escorregamento no Japão como descrito na seção- 9.2.3 do Relatório Principal Parte 1 Plano Diretor.

A agência metodológica do Japão constatou que 93% das fatalidades devido ao escorregamento tiveram como causa os maiores índices de água no solo dos últimos 10 anos. As análises foram conduzidas em 53 mil escorregamentos ocorridos de 2001 a 2009. No caso de chuvas intensas de novembro de 2008 na bacia do Rio Itajaí, as fatalidades ocorreram apenas na área onde o índice de água no solo estava acima de um índice de chuva provável de 20 anos de retorno. Portanto, um período de retorno de 10 anos se torna apropriado como configuração inicial para o indicador de alerta.

O índice pluviométrico referencial para o estado de atenção deve ser estabelecido em níveis anuais. O objetivo da notificação do estado de atenção é a preparação para nível de alerta de tempestades, reorganização desse sistema para os habitantes, verificação das suas funções e oportunidade de treinamento para atividades de prevenção de riscos.

8.4 Gerenciamento de Informação, Cálculo do Índice Pluviométrico referencial, Notificação do estado de Atenção/Alerta.

A Defesa Civil de SC é a organização responsável pelo gerenciamento de informação, cálculo do índice pluviométrico referencial e notificação de atenção/alerta.

A notificação do estado de atenção e alerta é transmitida formalmente pela Defesa Civil de SC. Considerando que a informação prévia para a população é importante, a Defesa Civil encarregará a EPAGRI/CIRAM de emitir o anúncio do índice pluviométrico referencial de atenção/alerta através da página de internet e/ou outros meios de comunicação, como parte da rotina ou de boletim meteorológico de emergência. No sistema computacional de alerta prévio deverá ser incluído a função de envio automático de correio eletrônico à Defesa Civil de SC, ao prefeito/funcionários da defesa civil de cada município e aos funcionários encarregados da EPAGRI/CIRAM.

8.5 Ordem de Evacuação e Educação para Prevenção de Desastres

Os Prefeitos dos municípios são responsáveis oficiais para a ordem de evacuação. A ordem de evacuação será dada para residências designadas em situação de risco, as quais devem ser evacuadas quando o índice pluviométrico referencial atingir o nível de alerta.

A Defesa Civil do município irá preparar o mapa detalhado do risco (E=1:10000), irão designar as áreas/casas de risco e determinar os locais de abrigo para evacuações de emergência, tais como escolas e igrejas, além de estabelecer a rota de evacuação. A educação para conscientização da população sobre a necessidade de evacuação em situações de desastres também será conduzida. O Estado de

Santa Catarina deve esclarecer as responsabilidades com respeito à ordem de evacuação sob a forma de lei.

Geralmente o município por si só não possui capacidade suficiente para efetuar uma ordem de evacuação com sucesso. A Defesa Civil de SC deve coordenar uma rede de apoio ao município, usando recursos humanos das universidades, engenheiros do setor público ou privado, e/ou assistência técnica internacional. O sistema de alerta prévio deve ser iniciado o mais rápido possível. Então, as áreas/casas de risco que devem ser evacuadas serão designadas uma a uma através do máximo esforço dos municípios, o que provocará o amadurecimento do sistema de alerta prévio.

O resumo da ordem de evacuação e educação para a prevenção de desastre é mostrado na figura 8.5.1.

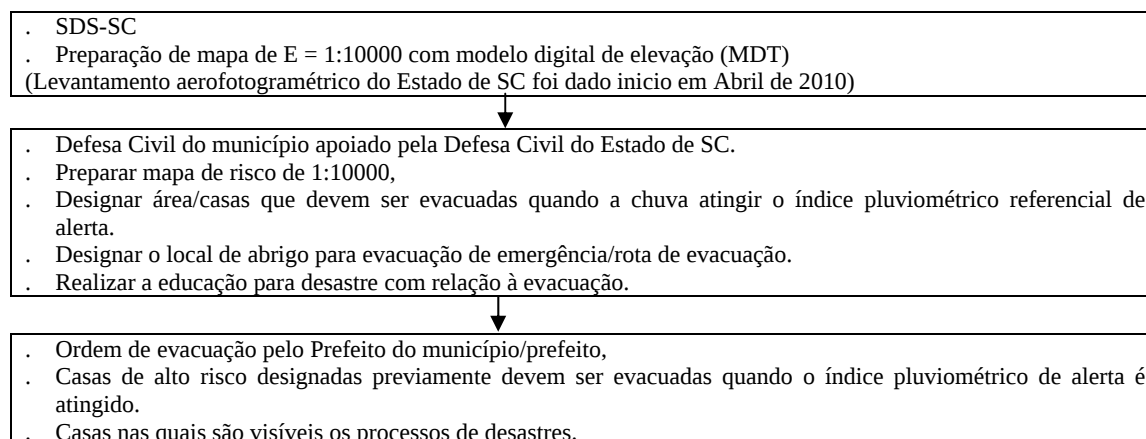


Figura 8.5.1 Ordem de Evacuação e Educação para Desastres

8.6 Ordenamento do Tráfego Rodoviário para Evitar Riscos

As medidas estruturais para prevenção de escorregamento serão conduzidas a partir de encostas de alto risco (grande potencial de perda anual). Porém, existem muitos locais de rodovias propensas ao desastre de escorregamentos, a maioria em estradas montanhosas de baixo volume de tráfego. O potencial de perda anual de encostas em estradas de baixo volume de tráfego em geral não é alto e não priorizado mesmo quando possuem propensão ao desastre. Portanto é necessário que faça o ordenamento do tráfego da estrada para evitar riscos em segmentos rodoviários propensos.

O ordenamento do tráfego será realizado para seções rodoviárias propensas quando o índice pluviométrico de alerta é atingido. O ordenamento do tráfego será requisitado quando houver processo de desastre associado com escorregamento/inundação brusca. As seções rodoviárias a serem reguladas serão designadas de uma a uma através do máximo esforço a fim de promover o amadurecimento do sistema de alerta precoce. Após a conclusão das medidas estruturais, as designações das seções rodoviárias propensas serão removidas.

O município é responsável pelas estradas municipais; o DEINFRA é responsável por promover o ordenamento do tráfego nas estradas estaduais a fim de evitar riscos. O município geralmente não possui capacidade de efetuar por si só a ordem de regulação do tráfego. A Defesa Civil de SC deve coordenar o apoio aos municípios, usando recursos humanos das universidades, engenheiros do setor público e privado, e/ou assistência técnica internacional.

CAPÍTULO 9 CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E SOCIAIS

9.1 Considerações Ambientais e Sociais dos Projetos Selecionados

9.1.1 Introdução

A Equipe de Estudo da JICA realizou uma série de reuniões e audiências públicas com os interessados relevantes de acordo com as Diretrizes da JICA para as Considerações Sociais e Ambientais (2010) no curso do estudo do plano diretor. Os comentários e as sugestões dadas pelos interessados nas reuniões foram totalmente revistos e analisados na preparação do plano diretor. Como resultado, a Equipe de Estudo da JICA adotou medidas de prevenção de desastres contra a cheia de 50 anos como a estrutura principal do plano diretor.

Como descrito no Capítulo 16 deste plano diretor, a Equipe de Estudo propôs a implementação do plano diretor de forma escalonada, uma vez que a implementação de todas as medidas de prevenção de desastre contra a cheia de 50 anos requeria um enorme montante de recursos e levaria um longo período de tempo até sua conclusão.

Para tal propósito, a Equipe de Estudo avaliou e examinou todas as medidas propostas no plano diretor para sua priorização. Entre outras coisas, a Equipe colocou ênfase na verificação da possibilidade de se obter um consenso sobre a implementação das medidas propostas entre os interessados, sendo revelado nas reuniões com os interessados que seria difícil para os mesmos aceitar a construção de um canal de desvio para o extravasor e diques ao longo do rio devido à possibilidade de impactos nos ecossistemas do entorno e em outros ambientes naturais. Em realidade, a Equipe de Estudo já esperava que seria difícil obter um consenso sobre a construção de tais medidas e que isso exigiria um processo de longo prazo. Como resultado da avaliação, as medidas de prevenção de desastres contra a cheia de 10 anos foram determinadas como os projetos prioritários na primeira fase.

As considerações ambientais e sociais neste estudo foram realizadas com as seguintes limitações:

- i) Não foi feito o levantamento das condições socioeconômicas, tais como estrutura fundiária, estrutura familiar e renda familiar, nas áreas onde a aquisição de terras seria necessária, já que as informações sobre os projetos não foram abertas durante o estudo devido à incerteza sobre o início dos projetos. De fato, a equipe de estudo não revelou tanta informação quanto o que foi explicado nas audiências públicas no final do estudo do plano diretor.
- ii) Os mapas topográficos na escala 1:10.000 não estavam disponíveis quando o estudo de viabilidade foi realizado, embora supunha-se que estivessem prontos para serem usados durante o estudo. Como alternativa, o mapa topográfico na escala 1:50.000 e os resultados do levantamento topográfico do rio realizado no estudo de viabilidade foram utilizados para o estudo detalhado e para a elaboração do projeto. Além deles, os mapas topográficos da Cidade de Itajaí na escala 1:2.000 estavam disponíveis e também foram utilizados para o estudo nas áreas urbanizadas da Cidade de Itajaí.

O estudo de viabilidade revelou que as vias existentes ao longo do Rio Itajaí Mirim eram suficientemente altas e não necessariamente precisavam ser elevadas como medida de prevenção de desastre. Portanto, a Equipe de Estudo considerou não haver a necessidade de reassentamento ou grande aquisição de áreas, exceto nas áreas a serem afetadas pela sobre-elevação da Barragem Oeste.

Este capítulo descreve: i) os resultados de uma revisão do exame ambiental inicial (IEE) feito no plano diretor; ii) o esboço dos termos de referência para o estudo de impacto ambiental (EIA) que seria necessário para a implementação dos projetos prioritários; iii) os resultados das considerações ambientais e sociais dos projetos prioritários; e iv) a legislação ambiental concernente e os passos e levantamentos necessários para obtenção de uma licença ambiental no Brasil.

9.1.2 Revisão do Exame Ambiental Inicial (IEE) no Estudo do Plano Diretor

(1) Exigências para a Obtenção da Licença Ambiental

Uma vez que a área de captação do rio Itajaí está localizada dentro do território do estado de Santa Catarina, a FATMA é o órgão responsável pela análise dos relatórios de estudo ambiental e pela emissão da licença ambiental para o projeto. Portanto, as informações sobre os estudos de impacto ambiental, especialmente os pontos cruciais nas avaliações ambientais e sociais, foram coletadas na FATMA durante o estudo.

No estado de Santa Catarina, um relatório de avaliação ambiental a ser apresentado para a FATMA varia de acordo com a extensão do impacto ambiental esperado. Um proponente de um projeto deve apresentar um dos seguintes relatórios de acordo com o tamanho, tipo e localização do projeto, conforme descrito no Capítulo 7 do estudo do plano diretor.

- EIA - Estudo de Impacto Ambiental)
- EAS - Estudo Ambiental Simplificado
- RAP - Relatório Ambiental Prévio

Como este projeto compreende todas as fontes hídricas em toda a bacia do rio Itajaí, é, portanto, obrigatório apresentar para a FATMA um relatório EIA para um projeto de “macro drenagem¹”, que cubra todos os componentes propostos como projetos prioritários na primeira fase.

(2) Revisão do IEE

A Equipe de Estudo revisou o exame ambiental inicial (IEE) feito no estudo do plano diretor utilizando mapas e dado adicionalmente coletado no estudo de viabilidade. O foco da revisão foi colocado nos componentes propostos como projetos prioritários na primeira fase. As seguintes seções descrevem os resultados da revisão e a Tabela 9.1.1 mostra a classificação e o escopo ambientais revisados dos projetos prioritários na primeira fase.

a. Armazenamento de Água em Arrozaís

Espera-se que os impactos ambientais e sociais causados por este componente seja insignificante, uma vez que o componente não requer obra de engenharia de grande porte. O componente será implementado pela CRAVIL quando os mapas topográficos na escala 1/10.000 estiverem concluídos e as áreas para implementação estiverem definidas. Uma vez determinadas as áreas de implementação utilizando os mapas topográficos, a CRAVIL preparará um plano de implementação e adotará os procedimentos necessários para o registro das áreas de implementação como Reservas Legais (RL) de acordo com o Código Florestal.

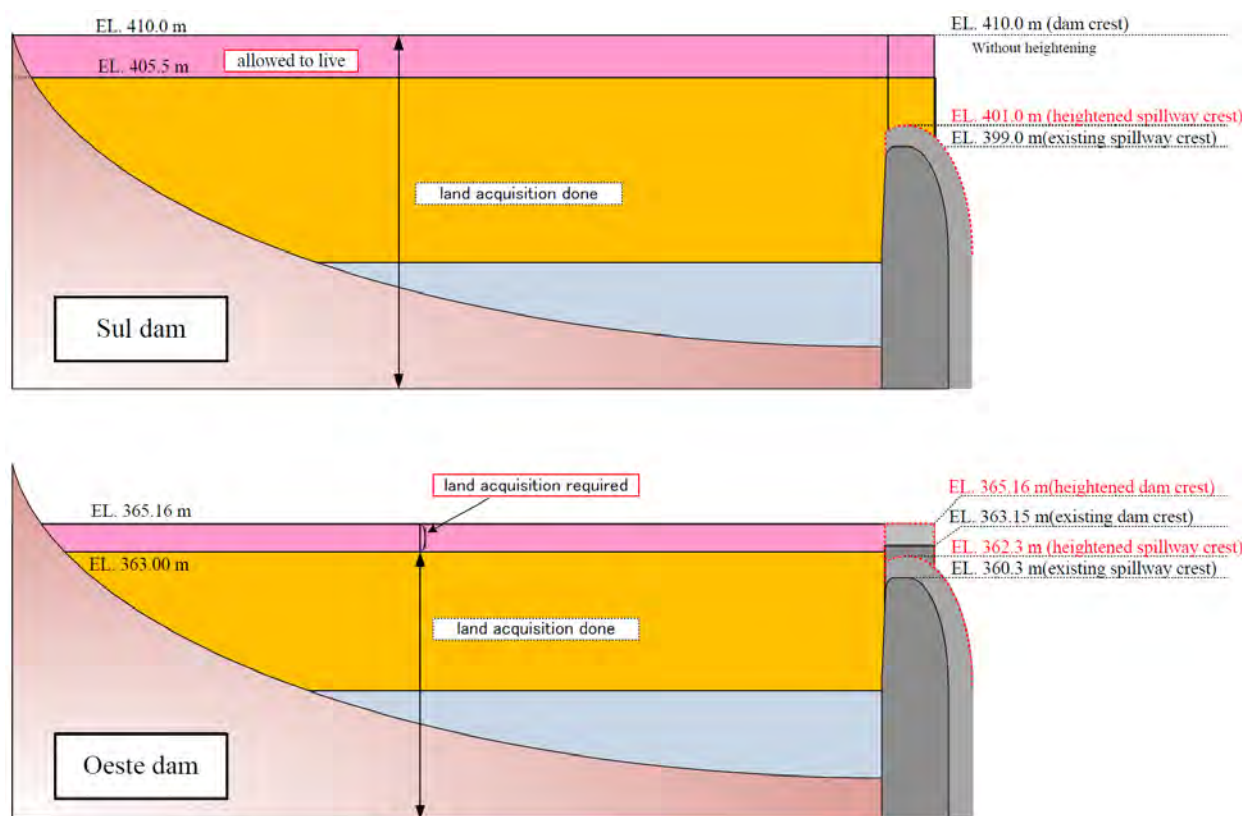
b. Sobre-elevação das Barragens Sul e Oeste

As terras usadas para a sobre-elevação das barragens Sul e Oeste e aquelas que deverão ser inundadas na fase de operação foram consideradas as áreas afetadas por este componente. No estudo de viabilidade, o andamento da aquisição de terras dado pelo Governo do Estado de Santa Catarina e os projetos propostos das barragens, que não estavam disponíveis no estudo do plano diretor, foram coletados e totalmente revisados e analisados para identificar e determinar as áreas potencialmente afetadas. Como detalhado nas seções adiante, a avaliação revelou que todas as áreas a serem afetadas pela sobre-elevação da barragem Sul e aquelas até a altura do vertedouro existente da barragem Oeste já foram adquiridas, embora os resultados do IEE no estudo do plano diretor indicou que a aquisição de terras e o reassentamento compulsório possam ser possíveis impactos causados pela sobre-elevação de ambas as barragens.

A Figura 9.1.1 mostra o nível de água potencial das barragens com e sem a sobre-elevação das cristas e o

¹É utilizado como o termo que nomeia o projeto incluindo “controle integrado de cheias” e “gestão de bacia”, embora o significado literal seja “drenagem de larga escala”.

andamento da aquisição de terras dado pelo Governo de Santa Catarina até o momento.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 9.1.1 A mudança de elevação com a sobre-elevação e a aquisição de terras realizada

O vertedouro da Barragem Sul será sobre-elevado de 399,0 m para 401,0 m, não sendo necessário sobre-elevar a crista da barragem. Como o Governo de Santa Catarina já adquiriu as áreas de inundação potencial até a EL. 410,0 m, não haverá necessidade de aquisição de mais terra para este componente. Entretanto, o DNOS (antigo órgão federal que construiu as Barragens Sul e Oeste) fez um acordo com a COOPERBASUL para o uso de terras estendidas da EL. 405,0 m até EL. 410,0 m, que são raramente inundadas. Como o acordo não inclui uma cláusula de compensação por quaisquer danos causados pela inundação, o DNOS revisará e analisará o acordo atual com a COOPERBASUL para garantir que a COOPERBASUL seja compensada quando tais áreas forem inundadas.

O barramento e as cristas do vertedouro da Barragem Oeste serão sobre-elevadas em 2 m e, portanto, as elevações de ambas as cristas serão EL. 365,16 m e EL. 362,3 m, respectivamente. Embora o DEINFRA do Estado de Santa Catarina já tenha adquirido áreas com potencial de inundação até a EL. 363,0 m, ainda existem a necessidade de adquirir o restante das áreas potenciais até a elevação da crista de barragem planejada (EL. 365,16 m). Em outras palavras, espera-se que a sobre-elevação da Barragem Oeste afete famílias/comunidades que residem nas áreas de inundação potencial da cota 363,0 m até a cota 365,16 m.

Um inventário das construções existentes (residências e galpões) nas áreas de inundação potencial da Barragem Oeste já foi realizado para avaliar o custo de compensação para as famílias que poderão ser afetadas pela sobre-elevação da crista da barragem. Os resultados do inventário simplificado são descritos na Seção 9.2.1.

Além disso, a sobre-elevação da barragem Oeste poderá causar um impacto adverso no meio ambiente fluvial (por exemplo, qualidade da água, leito do rio e flora e fauna ribeirinhas) uma vez que as obras de engenharia serão feitas no corpo principal da barragem e exigirão o desvio do fluxo principal do rio Oeste durante o período de construção das obras. Por outro lado, não se prevê nenhum impacto adverso no meio ambiente fluvial devido à sobre-elevação da barragem Sul, uma vez que as obras de engenharia para a

barragem Sul sobre-elevarão o vertedouro em dois metros e não demandarão nenhuma obra no fluxo principal do rio.

c. Utilização das Barragens das Hidrelétricas da CELESC para Controle de Cheias (Introdução do método de Pré-liberação)

Esta é a medida adotada pela CELESC, que opera as Barragens do Rio Bonito e do Pinhal no rio dos Cedros, para mitigar o risco de cheias através da pré-liberação da água armazenada nas barragens quando houver alerta de cheia. Um sistema de alerta deve ser instalado para dar o alarme às famílias que residem à jusante de ambas as barragens quando houver risco potencial de cheia após a descarga da água armazenada em ambas as barragens. Mais detalhes sobre a pré-liberação junto com um sistema antecipado de alerta são descritos nos Capítulos 4 e 6 na Parte II deste relatório.

d. Instalação de Comportas no Rio Itajaí Mirim

Esta medida objetiva a instalação de duas comportas e um dique de contracorrente no velho canal do Itajaí Mirim como descrito no Capítulo 5 na Parte II deste relatório.

As comportas ficarão localizadas em área residencial, portanto as obras de construção das comportas poderão causar vibração e/ou ruído ou tráfego intenso. As obras de construção também poderão tornar a água do rio turva. No entanto, estes impactos serão insignificantes se as necessárias medidas de mitigação destes impactos forem adotadas pelo empreiteiro na fase da construção. Por outro lado, não há impacto previsto na fase de operação, desde que as comportas sejam operadas adequadamente.

Como descrito no Capítulo 5 na parte II deste relatório, foi proposta uma parede com estacas-prancha na margem direita para garantir a segurança das famílias que residem ao longo do rio, além das comportas, uma vez que tais áreas na margem direita estão sujeitas aos danos causados pelas cheias, especialmente pela maré alta e pela contracorrente. Prevê-se que as obras de construção da parede com estacas-prancha gerem ruído e vibração nas áreas do entorno, e o empreiteiro deverá providenciar acomodações temporárias para as famílias que residem nas áreas afetadas com antecedência.

e. Medidas Estruturais contra Deslizamentos de Terra

Esta medida prevê a proteção das encostas ao longo das rodovias nacionais para prevenir deslizamentos de terra/falhas nos taludes. Uma vez que as obras de construção causarão problemas no tráfego devido ao estacionamento de grandes caminhões na rodovia ou ao bloqueio de uma das pistas, o empreiteiro deve adotar as medidas de segurança necessárias, tais como controle de tráfego, durante a construção.

f. Desenvolvimento do Sistema de Previsão e Alerta de Cheias

Uma vez que esta medida não inclui nenhuma obra estrutural, não está previsto impacto ambiental na fase da construção. Além disso, o sistema não alterará o estilo de vida e nenhuma condição socioeconômica das famílias que residem na área, mas irá protegê-las dos danos causados pelas cheias. Como consequência, não está previsto nenhum impacto social pela introdução do sistema de previsão e alerta de cheias. É importante, no entanto, garantir que o sistema possa disseminar a informação até os grupos vulneráveis e realizar treinamento de emergência com a participação destes grupos utilizando o sistema, para minimizar o risco de cheias.

g. Desenvolvimento do Sistema de Alerta de Deslizamentos de Terra e de Cheias Súbitas

Do mesmo modo, não se espera que esta medida cause qualquer impacto ambiental ou social tanto na fase da construção quanto na fase de operação, uma vez que a medida não inclui qualquer obra estrutural ou causará qualquer mudança socioeconômica. Como no caso do FFWS acima descrito, um requisito para garantir a eficácia do sistema é a disseminação da informação para os grupos vulneráveis usando o sistema e a condução de treinamentos de emergência do sistema, para que os grupos possam reagir adequadamente quando receberem um alarme do sistema.

Table 9.1.1 IEE results of selected components

CONSTRUCTION PHASE		SOCIO-ECONOMIC IMPACTS																POLLUTION				NATURAL ENVIRONMENT												
	SOCIOECONOMIC IMPACTS, POLLUTION AND NATURAL ENVIRONMENT	Land acquisition	Productive economic activities	Land use and occupation	Regional conflicts	Inequality between urban and rural people	Socio-economic impacts for low income people	Water use	Indigenous and cultural people	Cultural heritage	Sanitation	Public health	Traffic and interference by the construction	Change in income or life	Impacts for agriculture	Impacts for downstream	Involuntary resettlement	Impacts for land and houses	Impacts for regional infrastructure	Water pollution	Air pollution	Soil contamination	Noise and vibration	Land subsidence	Offensive odor	Topography and geology	Hydrological condition	Solid waste	Groundwater	Fauna and flora	Coastal area	Global issues: Greenhouse gas	Landscape	
	PROPOSED MEASURES	-	-	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	B -	-	-	-	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	C	C	-	C	-	-	-	
Basin Storage Measures	Water storage in paddy fields	A +	-	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	B -	-	-	-	C <td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C</td></td></td></td></td>	C <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C</td></td></td></td>	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>C<td>-</td><td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C</td></td></td>	-	-	-	-	-	-	-	C <td>C<td>-</td><td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C</td></td>	C <td>-</td> <td>B -</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C</td>	-	B -	-	-	-	C
	Small scale dams in micro-basins	A +	C	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>B -</td><td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td></td></td></td></td></td>	-	-	-	C <td>B -</td> <td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td></td></td></td></td>	B -	C <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td></td></td></td>	-	C <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td></td></td>	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td></td>	-	-	-	C <td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td>	C <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td>	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td>	-	-	-	
	Heightening of Oeste Dam	A +	B -	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>B -</td> <td>B -</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td></td></td>	-	-	-	B -	B -	-	-	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td></td>	-	-	-	C <td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td>	C <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td>	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td>	-	-	-	
	Heightening of Sul Dam	A +	B -	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>B -</td> <td>B -</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td></td>	-	-	-	B -	B -	-	-	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td>	-	-	-	C <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></td>	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td>	-	-	-	-	-	
	Pre-release of CELESC's dam	A +	-	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></td>	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td>	-	-	-	-	-	
River Improvement Measures	Floodgate in Itajaí Mirim	A +	C	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	B -	-	-	-	-	B -	C <td>C</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C</td></td></td>	C	-	-	C	-	-	C <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C</td></td>	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C</td>	-	-	-	-	-	C	
Others	Measures for landslides	A +	-	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	B -	-	-	-	-	-	-	C <td>C<td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td></td></td></td></td>	C <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td></td></td></td>	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>C<td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td></td></td>	-	-	C <td>C<td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td></td>	C <td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td>	C <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td>	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>B -</td>	-	-	-	-	B -
	Flood Forecasting and Warning System (FFWS)	A +	-	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Landslide and flush flood warning system	A +	-	-	A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

OPERATION PHASE		SOCIO-ECONOMIC IMPACTS																POLLUTION				NATURAL ENVIRONMENT											
	SOCIO-ECONOMIC IMPACTS, POLLUTION AND NATURAL ENVIRONMENT	Land acquisition	Productive economic activities	Land use and occupation	Regional conflicts	Inequality between urban and rural people	Socio-economic impacts for low income people	Water use	Indigenous and cultural people	Cultural heritage	Sanitation	Public health	Traffic and interference by the construction	Change in income or life	Impacts for agriculture	Impacts for downstream	Involuntary resettlement	Impacts for land and houses	Impacts for regional infrastructure	Water pollution	Air pollution	Soil contamination	Noise and vibration	Land subsidence	Offensive odor	Topography and geology	Hydrological condition	Solid waste	Groundwater	Fauna and flora	Coastal area	Global issues: Greenhouse gas	Landscape
	PROPOSED MEASURES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basin Storage Measures	Water storage in paddy fields	-	-	B -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B +	-	-	-
	Small scale dams	-	C	C	-	C	-	-	-	-	-	-	C <td>C<td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td></td></td></td></td>	C <td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td></td></td></td>	C <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td></td></td>	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>C<td>-</td><td>C<td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td></td>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C <td>C<td>-</td><td>C<td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td></td>	C <td>-</td> <td>C<td>B -</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td>	-	C <td>B -</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>B -</td>	B -	-	-	B -
	Heightening of Oeste Dam	-	C	C	-	C	-	-	-	-	-	-	C <td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td>	C <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></td>	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heightening of Sul Dam	-	C	C	-	C	-	-	-	-	-	-	C <td>C<td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td>	C <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></td>	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pre-release of CELESC's dam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
River Improvement Measures	Floodgate in Itajaí Mirim	-	-	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td></td>	-	-	-	-	-	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td></td>	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td>	-	-	-
Others	Measures for landslides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>C<td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>B -</td></td>	-	-	C <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>B -</td>	-	-	-	B -
	Flood Forecasting and Warning System (FFWS)	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legend: A+: Significant positive impact, A-: Significant negative impact, B+: Moderate positive impact, B-: Moderate negative impact, C: Extent of impact is unknown, - : No impact is expected

9.1.3 Esboço das Descrições dos TDR para o Estudo EIA/RIMA

(1) Esboço do Conteúdo do EIA necessário para a obtenção da Licença Ambiental

Na preparação da descrição do esboço dos TDR, a Equipe de Estudo da JICA coletou os TDRs existentes de antigos estudos EIA mantidos na FATMA no estado de Santa Catarina. Embora não houvesse estudo EIA feito para projeto de gestão de enchentes ou de gestão de desastres causados por deslizamentos de terra no estado de Santa Catarina, foram utilizados aqueles referentes a um projeto de gestão de bacia em Minas Gerais e a um projeto de desenvolvimento portuário integrado em Santa Catarina como referência para a elaboração do esboço do seguinte conteúdo de TDR.

Esboço do Conteúdo dos Termos de Referência

- 1 Especificações e Objetivos do Estudo
- 2 Justificativa do Projeto
- 3 Informações sobre o local
- 4 Levantamentos básicos conduzidos no Estudo
 - 4.1 Levantamento e mapeamento topográfico
 - 4.2 Levantamento geológico e geotécnico
 - 4.3 Levantamento sobre sedimentação
 - 4.4 Levantamento hidrológico
 - 4.5 Modelagem numérica
 - 4.6 Sondagem do solo
- 5 Componentes do Projeto
 - 5.1 Armazenamento de água em arrozais existentes
 - 5.2 Sobre-elevação da barragem Oeste
 - 5.3 Sobre-elevação da barragem Sul
 - 5.4 Utilização das barragens da CELESC para controle de cheias
 - 5.5 Instalação de comportas no Rio Itajaí Mirim
 - 5.6 Medidas de proteção das encostas
 - 5.7 Desenvolvimento do sistema de previsão e alerta de cheias
 - 5.8 Plano de Implementação
 - 5.9 Cronograma de implementação existente
 - 5.10 Estimativa de custo
- 6 Estudo de impactos ambientais (EIA)
 - 6.1 Descrições e principais características dos componentes do projeto
 - 6.2 Descrição de planos alternativos
 - 6.3 Planos e programas propostos
 - 6.4 Legislação ambiental aplicável
 - 6.5 Determinação e análise das áreas afetadas
 - 6.6 Características ambientais das áreas afetadas
 - 6.6.1 Ambiente físico
 - 6.6.1.1 Clima
 - 6.6.1.2 Hidrologia
 - 6.6.1.3 Qualidade da água
 - 6.6.1.4 Sedimentação
 - 6.6.1.5 Ruído e Vibrações

6.6.1.6 Geologia

6.6.2 Ambiente biológico

6.6.2.1 Flora e aspectos da botânica

6.6.2.2 Fauna e aspectos dos animais

6.6.2.3 Áreas de preservação existentes

6.6.2.4 Espécies endêmicas e ameaçadas

6.6.3 Ambiente socioeconômico

6.6.3.1 Perfis históricos

6.6.3.2 Uso e ocupação do solo

6.6.3.3 Demografia regional

6.6.3.4 Condições da infraestrutura e condições de vida das famílias

6.6.3.5 Estrutura econômica e seus segmentos

6.6.3.6 Organizações sociais e civis

6.6.3.7 Cultura, Quilombolas e Povos Indígenas

6.7 Avaliação do Impacto Ambiental

6.8 Propostas de prevenção, mitigação e medidas de compensação

6.9 Programas ambientais e planos de monitoramento ambiental

6.10 Prognóstico ambiental

(2) Cronograma de um Estudo EIA e Custo Estimado do Estudo

Um estudo de avaliação do impacto ambiental será realizado por uma empresa de consultoria ou por consultores cadastrados no estado. De maneira geral, um estudo EIA a ser terceirizado para uma empresa de consultoria/consultores compreende: i) preparação e finalização dos TDR para o estudo; ii) condução do estudo; iii) preparação dos relatórios ambientais (RIMA e relatório para divulgação pública); e iv) preparação e organização da audiência pública. Portanto, os TDR para um estudo EIA deve ser primeiro esboçado pela empresa de consultoria/consultores após ter sido oficialmente selecionado. O esboço dos TDR deve ser revisado, analisado e aprovado pela FATMA no prazo de 45 – 60 dias de sua apresentação. Um Estudo EIA deve ser realizado de acordo com os TDR aprovados.

Um cronograma tentativo dos trabalhos de um estudo EIA e a estimativa de custo do estudo são apresentados nas Tabelas 9.1.2 e 9.1.3, respectivamente.

Tabela 9.1.2 Cronograma Tentativo do EIA/RIMA

Itens	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(11*)	12
Preparação dos TDR	○	○										
Estudo EIA		○	○	○	○	○	○	○	○			
Preparação do RIMA										○		
Consultas públicas												○

Nota*: O prazo a partir da preparação do RIMA até as consultas públicas varia de acordo com os órgãos que fazem a análise ambiental nos respectivos estados.

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 9.1.3 Custo Estimado do ESTUDO EIA

Unidade: R\$

Item	Custo Unitário	Unidade	Quantidade	Contingência (20%)	Total
Preparação dos TDR	6.880	HM	2	3,430	17,150
Estudo EIA	57.168	HM	3	114,336	571,680
Preparação do RIMA	36.587	L.S.	1	9,147	45,734
Consultas públicas	26.676,0	HM	1	6,644	33,220
				Total	667.785

Fonte: ECSA, Engenharia Socioambiental S/S

9.2 Aquisição de terras e reassentamentos necessários nos Projetos Prioritários

9.2.1 Resultados do levantamento de campo das áreas objeto da sobre-elevação das barragens

(1) Introdução

As barragens Oeste e Sul, que estão respectivamente localizadas nos municípios de Taió e Ituporanga, são objeto de sobre-elevação. Na fase de planejamento da sobre-elevação das barragens, o governo do estado, como órgão executor, deverá adquirir áreas dos proprietários de terras que serão potencialmente inundadas ou alagadas pela sobre-elevação das cristas de ambas as barragens. Ambas as barragens estão localizadas nos tributários superiores do Rio Itajaí, a barragem Oeste no Rio Itajaí do Oeste e a barragem Sul no Rio Itajaí do Sul.

Esta seção descreve os resultados do estudo sobre os impactos sociais potenciais devidos às obras de sobre-elevação das barragens e as medidas de mitigação contra estes impactos potenciais. Ambas as barragens Oeste e Sul são barragens de controle de cheias que, normalmente, não recebem águas estranhas durante período sem cheia.

No Brasil, existem alguns estudos de Avaliação do Impacto Ambiental (EIA) para projetos de barragens de geração de energia hidrelétrica, embora não tenha sido realizado nenhum EIA para barragem de controle de cheias² até o momento³.

Os limites das áreas afetadas pela construção das barragens Oeste e Sul não foram determinados devido à falta de informações, tais como os desenhos de projeto e de conclusão, uma vez que as obras de construção e o reassentamento foram feitos há mais de 30 anos. Do mesmo modo, não houve grandes reclamações feitas pelas comunidades ao redor sobre a aquisição de terras e sobre a operação de cada barragem.

Como descrito na Seção 9.1.2, espera-se que a sobre-elevação das barragens afete as áreas a partir da cota das cristas existentes até a cota das cristas sobre-elevadas, especialmente para a barragem Oeste. Para obter uma visão geral das condições atuais da área afetada, a Equipe de Estudo da JICA realizou um levantamento de campo composto de um estudo sobre a literatura existente e reconhecimento de campo como descrito a seguir.

(2) Método de pesquisa

a) Estudo da literatura existente

Durante o estudo da literatura existente, as seguintes informações e dados foram obtidos do Deinfra – SC, que é o órgão responsável pela operação e manutenção das barragens Oeste e Sul.

- Mapa básico da Barragem Sul que mostra a distribuição e localização das áreas a serem adquiridas
- Desenhos de engenharia do Corpo da Barragem Sul

² Uma vez que a barragem de controle de cheias não forma uma área de inundação, a área de armazenamento da barragem é acessível às comunidades durante o período sem cheias.

³ O sistema de licenciamento ambiental ainda não existia quando as barragens Oeste e Sul foram construídas.

- Mapa básico da Barragem Oeste que mostra a distribuição e localização das áreas a serem adquiridas
- Resultados da avaliação tentativa dos preços da terra das áreas a serem afetadas pela sobre-elevação de ambas as barragens
- Resultados das entrevistas feitas com o órgão responsável pela operação das barragens e com os sindicatos agrícolas

O Deinfra – SC possui dados e informações relevantes limitados sobre as barragens Oeste e Sul, possivelmente devido à transferência da responsabilidade pela operação e manutenção das barragens do DNOS para o Deinfra-SC.

b) Reconhecimento de campo

O reconhecimento de campo nas barragens Oeste e Sul foi realizado no período de 15-17 de abril e 14-16 de abril de 2011, respectivamente, com o objetivo de coletar as informações necessárias para o desenvolvimento de um programa de reassentamento com estimativa de custos. Durante o levantamento, dados geográficos, como latitude, longitude e cota das residências e celeiros localizados na área afetada, foram coletados utilizando dispositivos de recebimento, TOPCOM GR-3 no Sistema de Satélites de Navegação Global (GNSS).

(3) Resultados do levantamento de campo

a) Condições atuais das áreas afetadas e no entorno da Barragem Sul

Quanto à sobre-elevação do vertedouro da Barragem Sul, que é um dos projetos prioritários, o nível de água de cheia de projeto foi definido à cota EL. 410,0 m em consideração do nível máximo de água da cheia de 10.000 anos e da borda livre de acordo com as normas oficiais de projeto do Brasil⁴.

De acordo com os desenhos de projeto da barragem Sul e com informações obtidas de informantes importantes no Deinfra – SC, a aquisição de terras já foi concluída até a cota EL. 410,0 m quando a barragem existente foi construída. Em princípio, a sobre-elevação do vertedouro não exigirá a aquisição de mais terras. Entretanto, as imagens de satélite que cobrem a área afetada indicaram que algumas construções, como residências e celeiros, estão localizadas abaixo da cota EL. 410,0 m. Por isso, foi realizado o reconhecimento de campo. Durante o reconhecimento de campo, foi dada a devida consideração à manutenção dos residentes na área afetada a partir da obtenção das informações sobre o projeto.

O levantamento revelou a existência de seis (6) construções, quatro (4) residências e quiosques e (2) cabanas de madeira, localizadas entre a cota EL. 401,276 m e a cota EL. 409,314 m.

Além disso, o levantamento identificou as atuais classes de uso do solo nas áreas potencialmente afetadas pela barragem Sul, apresentadas a seguir:

- Arrozaís (classe I):	10,0 %
- Plantações de cebola (classes III e IV):	25,0 %
- Áreas íngremes (classe V):	5,0%
- Pastagens (classes VI e VII):	35,0%
- Áreas de Preservação Permanente (APP) (classe VIII):	25,0 %

Os detalhes da classificação de uso do solo são mostrados na Seção 9.3.4.

b) Condições atuais das áreas afetadas e no entorno da Barragem Oeste

Do mesmo modo, nível de água de cheia de projeto da barragem Oeste foi definido à cota EL. 365,0 m em

⁴ “Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidroelétricas”, Outubro, 2003

consideração do nível máximo de água da cheia de 1.000 anos e da borda livre de acordo com as normas oficiais de projeto do Brasil. Consequentemente, a sobre-elevação da barragem existente em 2 m foi proposta através da elevação da crista da barragem da cota EL. 363,15 m até a cota EL. 365,16 m. Embora a aquisição de terras tenha sido feita até a cota EL. 363,0 m quando a barragem existente foi construída, uma estimativa aproximada com base nos mapas topográficos em escala 1:50.000 revelou que será necessário adquirir outros 67 ha de terras.

O atual uso do solo nas áreas afetadas é classificado a seguir:

- Áreas agrícolas (classe III):	10,0 %
- Áreas agrícolas para culturas temporárias (classe IV):	25,0%
- Culturas perenes (classe V):	30,0%
- Pastagens (classe VI):	20,0%
- Pastagens íngremes (classe VII):	5,0%
- Áreas de Preservação Permanente (APP) (classe VIII):	10,0 %

O reconhecimento de campo também descobriu que há duas (2) residências de madeira, três (3) galpões de madeira e uma (1) residência de tijolos com celeiro nas áreas potencialmente afetadas entre as cotas EL. 361,988 m e 354,979 m (Ver Relatório de Apoio F).

9.2.2 Medidas necessárias para minimizar os possíveis impactos da sobre-elevação da barragem Sul

Como mencionado em 9.2.1 (3), a aquisição de terras foi concluída até a cota EL. 410,0 m pelo DNOS para a construção da barragem existente. Em 1981, um acordo para a concessão do uso da terra entre a cota EL. 405,5 e 410,0 m foi feito pelo DNOS e a COOPERBASUL, que era uma cooperativa organizada pelas comunidades do entorno, para permitir que os membros da COOPERBASUL utilizassem tal área para criação de animais. O conteúdo de tal acordo é mostrado no Relatório de Apoio F.

Atualmente, o Deinfra – SC, que é responsável pela operação e manutenção das barragens transmitidas pelo DNOS, segue tal acordo assinado pelo DNOS sem qualquer revisão e permite que os membros da COOPERBASUL utilizem a área com base neste acordo.

Até o momento, não houve nenhum problema sério entre a COOPERBASUL e o Deinfra – SC, embora o nível de armazenamento de água tenha algumas vezes chegado ao nível de água máximo.⁵ A sobre-elevação da barragem, que aumentaria a possibilidade de inundação da área de concessão, pode causar um impacto negativo no uso da área, embora seja pouco provável que isto ocorra.

Portanto, recomenda-se que o Deinfra – SC discuta o possível impacto negativo com a COOPERBASUL para aditar o atual contrato de concessão de uso da área, nesta ocasião.

9.2.3 Medidas de mitigação dos possíveis impactos causados pela sobre-elevação da barragem Oeste

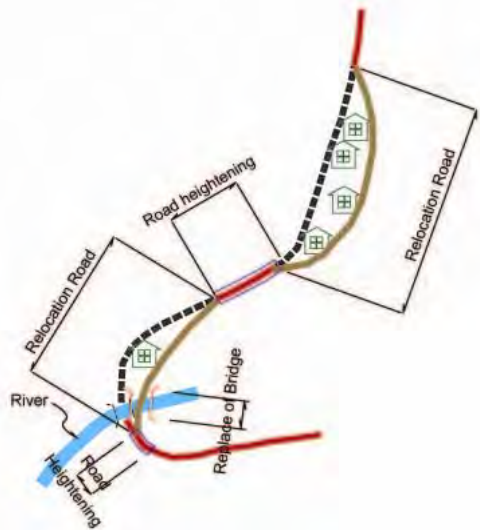
Como descrito em 9.2.1 (3), a sobre-elevação da Barragem Oeste exigirá a aquisição de 67 ha entre as cotas EL 363,0 m e EL. 365,16 m. As residências, galpões, parte de rodovias e pontes que estão localizados nas áreas de inundação potencial são mostrados no Relatório de Apoio F. Com o objetivo de mitigar possíveis impactos negativos nas comunidades que vivem nas áreas passíveis de inundação, a Equipe de Estudo da JICA propõe um novo traçado para as rodovias existentes e a sua utilização como diques para proteger as residências da inundação.

A Tabela 9.2.1 mostra as características gerais das duas (2) medidas alternativas, uma com novo traçado de

⁵ Foram registrados vários transbordamentos do vertedouro da barragem Sul pelo Deinfra-SC.

rodovia e a outra com o reassentamento das comunidades, enquanto que a Tabela 9.2.2 compara as estimativas de custo das duas alternativas.

Tabela 9.2.1 Características gerais das medidas alternativas

	Medida alternativa-1: novo traçado de rodovia	Medida alternativa-2: reassentamento
Esquema		
Descrição geral	- Alguns trechos de rodovias e pontes devem ter novo traçado para proteger as construções existentes contra a inundação causada pela sobre-elevação da barragem. Portanto, a elevação do novo traçado de vias e pontes deve ser superior ao da crista da barragem.	- As construções localizadas em áreas de inundação potencial devem ser realocadas. - Alguns trechos de rodovias e pontes, cujas alturas são inferiores ao da crista da barragem elevada, serão realocados.
Mérito	- Sem reassentamento de comunidades	- Custo menor devido à redução do volume de obras de construção
Demérito	- Aumento do custo de construção devido ao novo traçado da rodovia - Redução da área de inundação devido à instalação da rodovia	- Reassentamento de residências/comunidades necessário
Custo do projeto	R\$ 4.797.000 (100%)	R\$ 2.819.000 (58,8%)

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Tabela 9.2.2 Estimativa de Custos

							(R\$)
			Alternative of Road relocation		Alternative of Compensation		Remarks
	unit	unit cost	quantity	amount	quantity	amount	
Replacement of Bridge	m2	3,000	160	480,000	80	240,000	
Relocation of Road	m	1,570	1,500	2,355,000	500	785,000	
Other works	%	30	---	851,000	---	308,000	Main works *30%
[1] Sub total (Construction cost)				3,686,000		1,333,000	
Land Acquisition	LS	966,000	1	966,000	1	966,000	
House Compensation	LS	326,000	---	---	1	326,000	3houses+3sheds
Price contingency for area delineation	%	15	---	145,000	---	194,000	
[2] Sub total (Land, Compensation)				1,111,000		1,486,000	
Total [1]+[2]				4,797,000		2,819,000	

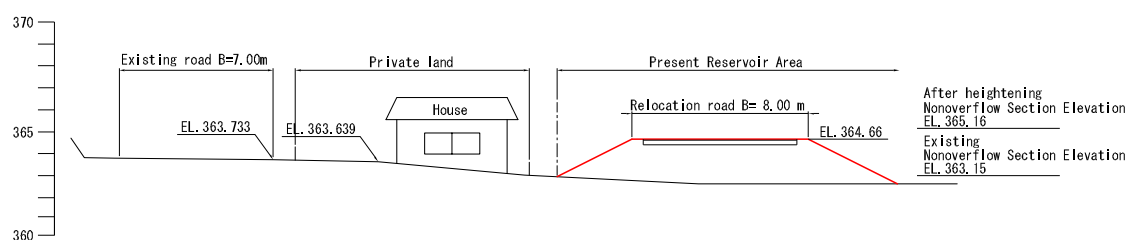
Fonte: Equipe de Estudo da JICA

O detalhamento do custo da aquisição de terras e da compensação pelas residências também é mostrado na seção 9.2.3.

Tabela 9.2.3 Detalhamento dos Custos da Aquisição de terras e da Compensação pelas Residências

Aquisição de terras	
7,0ha de Classe III e 17,0ha de Classe IV explorados com cultivos (R\$ 20.000,00/ha)	480.000,00
20,0ha de Classe V de pastagens (R\$ 15.000,00/ha)	300.000,00
13,0ha de Classe VI e 3,0ha de Classe VII com restrições (R\$ 7.500,00/ha)	120.000,00
7,0ha de Classe VIII com APP (R\$ 4.300,00/ha)	30.000,00
24,0ha de culturas permanentes (R\$ 1.500,00/ha)	36.000,00
Total	966.000,00
Compensação pelas residências	
Casa de alvenaria (100,0m ²), parede de alvenaria (240,0m), galpão de madeira (90,0m ²).	165.000,00
Galpão de madeira (72,0 m ²)	28.000,00
Galpão de madeira (60,0 m ²)	23.000,00
Casa de madeira (60,0 m ²)	30.000,00
Galpão de madeira (96,0 m ²)	36.000,00
Casa de madeira (90,0 m ²)	44.000,00
Total	326.000,00
Reserva + 15%	194.000,00
TOTAL GERAL	1.486.000,00

Fonte: Equipe de Estudo da JICA



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura 9.2.1 Seção típica de Novo Traçado de Rodovia

Conclusão

No Brasil, a compensação por propriedades afetadas por obras públicas tem sido geralmente realizada de acordo com as leis e regulamentos relevantes, enquanto que no caso do processo de reassentamento, procedimentos administrativos têm sido adotados devido à falta de legislação relevante. De fato, tem havido muitos problemas e reclamações causados pelo apoio/organização insuficiente ou inadequado dos reassentamentos, tais como i) realocação em áreas remotas e ii) oportunidades limitadas de emprego nas áreas para realocação, especialmente para as profissões normalmente exercidas pela população reassentada.

Embora o custo para a medida alternativa-1 com novo traçado de rodovia seja 1,7 vezes maior que o da medida alternativa-2 com o reassentamento, como mostrado na Tabela 9.2.2, a Equipe de Estudo da JICA recomenda a medida alternativa-1 como sendo a mais razoável e justificável para evitar e minimizar futuros impactos negativos em linha com os princípios básicos das Diretrizes da JICA para as Considerações Ambientais e Sociais.

9.2.4 Processo de reassentamento na Barragem Oeste e Programa de Reassentamento Proposto

(1) Introdução

Embora a Equipe de Estudo da JICA recomende a realocação da rodovia, o governo do estado poderá selecionar a medida alternativa-2 uma vez que o número de famílias objeto da realocação é pequeno. Se assim for, a preparação e a apresentação dos planos necessários, tais como o plano de reassentamento e o

de monitoramento, serão necessárias.

As seções seguintes detalham o processo de reassentamento e de compensação.

(2) Processo de reassentamento

a) Tipos de medidas de compensação aplicáveis

O programa de reassentamento tem o objetivo de garantir os meios de vida das famílias/pessoas reassentadas, dando o apoio necessário para a recuperação de seus meios de vida, mas sem alterar suas características culturais.

De acordo com o processo geral de reassentamento adotado no país descrito na Seção 9.3.3, a Equipe de Estudo da JICA propõe as seguintes opções como medidas de compensação pelas propriedades a serem afetadas pela sobre-elevação da barragem Oeste. Não obstante, o valor da compensação das perdas deverá ser avaliado de acordo com o Manual de Operações do Banco Mundial (OP) 4.12, Anexo A – Instrumentos de Reassentamento Involuntário (WB OP 4.12, Anexo A)⁶ com definido pelas Diretrizes da JICA para Considerações Ambientais e Sociais (2010).

1) Compensação por ativos

O valor das construções e terras existentes deve ser avaliado para determinar o montante a ser pago em dinheiro para as famílias afetadas de acordo com o processo descrito na Seção 9.3.3. Na avaliação, é importante estimar a compensação de acordo com o WB OP 4.12, Anexo A, como descrito anteriormente.

2) Reassentamento individual (Carta Compromisso, CC)

O público alvo é responsável por procurar e selecionar a terra e outras propriedades equivalentes àquelas que eles originalmente possuíam. Se o órgão executor julgar que as propriedades selecionadas pelo público alvo atendem os critérios definidos no contrato entre o órgão e as famílias afetadas, o órgão executor compra as propriedades selecionadas.

3) Reassentamento Individual de Casos Especiais (CE)

No caso do público alvo ter algumas limitações/dificuldades que requeiram um cuidado ou considerações especiais, podem ser feitos arranjos especiais tais como a alocação em lotes urbanos ao invés de lotes rurais (mas o tamanho do lote será menor do que o do lote afetado).

Público alvo para reassentamento

Quanto à sobre-elevação da barragem Oeste, as seguintes pessoas devem ser o público alvo:

- pessoa que realiza atividades econômicas na área afetada
- pessoa que reside na área afetada, mas não tem propriedade legal na mesma.

⁶ A compensação por perdas deve ser avaliada pelo custo de reposição, que é definido a seguir.

“Para terras agrícolas, será o valor de mercado, pré-projeto ou pré-realocação, de terra com igual potencial produtivo ou uso na vizinhança da terra afetada, mais o custo de preparação da terra a níveis similares àqueles da terra afetada, mais o custo de quaisquer registros ou impostos sobre a transferência. Para terras em áreas urbanas, é o valor de mercado pré-realocação de terra de igual tamanho e uso, com infraestrutura pública e de serviços similar ou melhorada e localizada na vizinhança da terra afetada, mais o custo de quaisquer registros ou impostos sobre a transferência. Para residência e outras estruturas, é o custo de mercado dos materiais a serem utilizados na estrutura de reposição com uma área e qualidade similares ou melhores àquelas da estrutura afetada, ou para reparar uma estrutura parcialmente afetada, mais o custo do transporte dos materiais de construção para o local da obra, mais o custo de quaisquer remunerações para trabalhadores e empreiteiros, mais o custo de quaisquer registros ou impostos sobre a transferência. Na determinação do custo de reposição, a depreciação do ativo e o valor dos materiais de demolição não são levados em consideração, nem o valor dos benefícios resultantes do projeto deduzidos da valorização do ativo afetado. Quando a legislação local não atende à norma de compensação por custo total de reposição, a compensação nos termos da legislação local será complementada por medidas adicionais de modo a atender à norma do custo de reposição.” (Fonte: OP 4.12 do Banco Mundial, Anexo A)

- pessoa que tem sua propriedade na área remanescente não utilizada pela sobre-elevação da barragem.
- pessoa que depende da propriedade afetada para sua sobrevivência

Processo de reassentamento

1) Reassentamento Individual

No caso do reassentamento individual, o órgão executor emitirá uma Carta Compromisso (CC) que mostra o custo estimado da propriedade afetada de modo que o público alvo tenha uma idéia do valor da compensação.

Após a emissão da CC, o público alvo deverá procurar e selecionar propriedades, e informar ao órgão executor as propriedades selecionadas. O órgão executor examinará a adequação das propriedades selecionadas antes da aprovação de sua aquisição. Uma vez validada a legitimidade e a adequação das propriedades, o órgão executor permitirá a aquisição/compra da propriedade e assinará o documento oficial da compra.

Nos procedimentos do reassentamento individual, os seguintes pontos devem ser levados em consideração.

- Tamanho do lote adquirido

O tamanho do lote adquirido variará entre 3,0 ha a 17,0 ha dependendo da estrutura familiar e do seu tipo com base no CSE (Ver Seção 9.3.3). Na determinação do tamanho do lote, deve ser dada a consideração devida ao conceito de “custo de reposição” definido no WB OP 4.12 Anexo-A.

- Construções para aquisição

Do mesmo modo, as construções em cada lote devem ser determinadas considerando a estrutural familiar e o tipo de residência com base no CSE (Ver Seção 9.3.3). Do mesmo modo, o WB OP 4.12 Anexo-A deve ser consultado para a estimativa da compensação pelas perdas.

- Opção pela carta compromisso

O público alvo pode preparar sua solicitação por escrito para a aquisição de propriedades. Uma vez que essa solicitação tenha sido feita por escrito, não é possível revisá-la.

- Assistência técnica para recuperação do meio de vida

O órgão executor é responsável pela provisão de assistência técnica e social especializada para o público alvo após a aquisição da nova propriedade(s) para a restauração do seu meio de vida.

- Modo de reembolso

No caso do público alvo não ser proprietário da área afetada, o reembolso do custo de reassentamento pode ser necessário. O órgão executor e o público alvo farão negociações e determinarão se o reembolso será ou não feito. No caso na necessidade de reembolso, o modo de reembolso, seja total ou parcial, será também discutido entre o órgão executor e o público alvo.

2) Casos Especiais de Reassentamento Individual (CE)

Casos especiais de reassentamento individual (CE) também devem passar por procedimentos similares e o processo de reassentamento deve ter considerações similares, em princípio. Observa-se que o tamanho do lote pode ser determinado de acordo com as características das famílias afetadas.

As considerações necessárias na determinação do tamanho do lote são descritas a seguir.

- Tamanho do lote para aquisição

Lotes rurais

Área remanescente não utilizada deve ser preferencialmente utilizada para o reassentamento do público alvo na área rural.

O limite mínimo da área dos lotes rurais deve ser dezoito (18) ha de acordo como a Fração Mínima de Parcelamento (FMP) definida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA.

Lotes urbanos

O público alvo que selecionar área urbana para residir terá o direito a adquirir um tamanho mínimo de lote de acordo com a legislação do governo central e/ou local.

- Modo de reembolso

O público alvo que for proprietário, herdeiro ou reclamante das terras e propriedades afetadas, será isento de qualquer pagamento, exceto a transferência das terras e propriedades afetadas para o órgão executor como pagamento.

Se o valor das propriedades existentes adquiridas exceder o benefício que o público alvo pode obter do reassentamento, o saldo será pago em dinheiro para o público alvo.

9.3 Legislação Ambiental, Programa Geral de Reassentamento e Programa de Monitoramento Pós-Reassentamento no Brasil

9.3.1 Legislação relacionada com a Compensação

A principal legislação relacionada com as considerações ambientais e sociais no Brasil é apresentada na Seção 7.2 na Parte I do estudo do plano diretor.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 assegura a justa e prévia compensação em dinheiro aos proprietários de áreas afetadas por projetos antes de sua implementação. Também estipula a compensação dos custos para a manutenção da qualidade ambiental ou ao manejo ambiental, bem como as das áreas de preservação permanente (APP), incluindo a aquisição de terras para o reflorestamento.

O proponente de um projeto tem a responsabilidade legal pela aquisição de áreas para a implementação do projeto. Em um projeto de construção de barragem, o órgão executor do governo tem a responsabilidade pela aquisição dos locais da construção, após o processo adequado de aquisição de terras. No caso do órgão executor e das famílias/pessoas afetadas não chegarem a um acordo amigável sobre a aquisição de terras, o órgão executor adotará as medidas legais necessárias para a desapropriação compulsória da terra.

No Brasil, várias leis e regulamentos relacionados com a aquisição de terras e as compensações têm sido promulgados e implementados desde o primeiro regulamento promulgado em 1821. As leis e regulamentos aplicáveis, que estão atualmente em vigor, são apresentados a seguir.

- Constituição da República Federativa do Brasil, de 05/10/88;
- Decreto-Lei 3.365, de 21 de junho de 1941, conforme aditado e complementado pelo Código de Processo Civil (CPC);
- Lei Federal No. 4.132 de 10 de setembro de 1962;
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de 2004, para avaliação de propriedades rurais (NBR 14.653-3) e de propriedades urbanas (NBR 14.653-2).

É importante notar que não há legislação ou regulamentação específica para os procedimentos de reassentamento, embora haja regulamentos e diretrizes para a estimativa da compensação e da desapropriação. Portanto, na maioria dos projetos do passado, a estrutura do reassentamento teve que ser determinada através de negociações com as famílias/pessoas afetadas.

As seguintes seções destacam os pontos relevantes da legislação existente sobre aquisição de terras no Brasil.

- (1) Constituição da República Federativa do Brasil, de 05/10/1988;

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que foi promulgada em 10 de maio de 1988, trouxe importantes inovações às condições da aquisição de terras. A Cláusula 14 do Artigo 5 da Constituição é resumido a seguir.

Artigo 5: Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes

Cláusula XIV: A lei estabelecerá o procedimento para desapropriação por necessidade ou utilidade pública, ou por interesse social, mediante justa e prévia compensação em dinheiro, ressalvados os casos previstos nesta Constituição.

(2) Decreto-Lei 3.365, de 21 de junho de 1941.

O Decreto-Lei 3.365, de 21 de junho de 1941, dispõe sobre desapropriações por utilidade pública. Este Dec.-lei 3365/1941 é uma das leis especiais referidas pelo art. 271 do Código de Processo Civil. Este Decreto-lei foi parcialmente alterado pela Lei 9.785, de 29 de janeiro de 1999.

(3) Lei Federal No. 4.132 de 10 de setembro de 1962

A Lei 4.132, de 10 de setembro de 1962 definiu os casos de desapropriação por interesse social e dispôs sobre sua aplicação; esse diploma foi alterado pela Lei 6.513, de 20 de dezembro de 1977 (art. 31).

(4) Outros

O Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, regulamentado pelo Decreto nº 35.851, de 16 de julho de 1954, alínea “b” do art. 151 – Decreta o Código de Águas.

Artigo 151, item b: desapropriar nos prédios particulares e nas autorizações pré-existentes os bens, inclusive as águas particulares sobre que verse a concessão e os direitos que forem necessários, de acordo com a lei que regula a desapropriação por utilidade pública, ficando a seu cargo a liquidação e pagamento das indenizações.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de 2004, regulamenta as normas para avaliações de bens, com os procedimentos gerais na NBR 14.653-1, avaliações de imóveis rurais (NBR 14.653-3) e imóveis urbanos (NBR 14.653-2).

9.3.2 Comparação entre as Diretrizes da JICA para as Considerações Ambientais e Sociais e a Legislação Relevante no Brasil

A Tabela 9.3.1 mostra a comparação entre as Diretrizes da JICA para as Considerações Ambientais e Sociais e a Legislação Relevante no Brasil

Tabela 9.3.1 Comparação entre as Diretrizes da JICA para as Considerações Ambientais e Sociais e a Legislação Relevante no Brasil

Nº	Descrição	Legislação Relevante no Brasil e Seu resumo
1) Diretrizes da JICA para Considerações Ambientais e Sociais		
1.	Reassentamento involuntário e perda dos meios de vida devem ser evitados quando possível através da exploração de alternativas viáveis. Quanto, após tal exame, não for possível evitar tais ações, devem ser acordadas medidas efetivas com as populações que serão afetadas para minimizar o impacto e compensar as perdas.	Indisponível (ou segue convenção / protocolo social)
2.	As populações que deverão ser reassentadas involuntariamente ou cujos meios de vida serão obstaculizados ou perdidos devem ser suficientemente compensados e apoiados pelos proponentes do projeto de maneira oportuna.	Indisponível (ou segue convenção / protocolo social)
3.	Os países devem enviar esforços para possibilitar às pessoas afetadas pelos projetos melhorar seu padrão de vida, oportunidades de renda e níveis de produção, ou pelo	<u>Artigo 5 da Cláusula 24 da Constituição Brasileira</u> O artigo estipula os procedimentos para aquisição de terras com compensação monetária justa e antecipada

	menos a restaurar os níveis anteriores ao projeto.	em consideração do benefício e da necessidade da população. <u>Decreto-Lei nº. 3365 (21 de junho de 1941)</u> Este decreto estipula as regras e os processos da desapropriação/expropriação para projetos públicos assim como para quaisquer outros fins de interesse público. O decreto define que um proprietário de propriedades expropriadas / desapropriadas para interesse público deve ser compensado em dinheiro.
4.	Compensação prévia, a custo de reposição integral, deve ser providenciada o máximo possível.	<u>Artigo 5 da Cláusula 24 da Constituição Brasileira</u> Idem acima.
5.	Para projetos que resultarão em reassentamento involuntário de grande escala, os planos de ação de reassentamento deverão ser preparados e disponibilizados para o público. Na preparação do plano de ação de reassentamento, devem ser feitas consultas às populações afetadas e às suas comunidades com a disponibilização suficiente de informações aos mesmos com antecedência.	<u>Resolução CONAMA Nº. 01 (23 de janeiro de 1986)</u> A resolução estipula que um RIMA deve ser divulgado ao público ou as prefeituras deverão realizar audiências ou consultas públicas sobre o projeto e os potenciais impactos. <u>Resolução CONAMA Nº. 09 (3 de dezembro de 1987)</u> A resolução define o objetivo das audiências / consultas públicas, descrição das audiências / consultas públicas (por exemplo, cronograma, estruturação, frequência e locais), órgão responsável e a necessidade de documentação para as audiências / consultas.
6.	Quando as consultas são feitas, devem ser dadas explicações de forma, maneira e em linguagem que sejam compreensíveis para as populações afetadas.	<u>Resolução CONAMA Nº. 01 (23 de janeiro de 1986)</u> Idem acima. <u>Resolução CONAMA Nº. 09 (3 de dezembro de 1987)</u> Idem acima.
7.	A participação adequada das populações afetadas e de suas comunidades deve ser promovida no planejamento, implementação e monitoramento dos planos de ação de reassentamento e nas medidas para evitar a perda dos seus meios de vida.	Indisponível (ou segue convenção / protocolo social)
8.	Mecanismos adequados e acessíveis de reclamação devem ser estabelecidos para as populações afetadas e para suas comunidades.	<u>Resolução CONAMA Nº. 01 (23 de janeiro de 1986)</u> Idem acima. <u>Resolução CONAMA Nº. 09 (3 de dezembro de 1987)</u> Idem acima.
Política de Segurança do Banco Mundial, OP 4.12 e OP 4.12 - Anexo A		
9.	Após a identificação da necessidade do reassentamento involuntário em um projeto, o financiador realiza um censo para identificar as pessoas que serão afetadas pelo projeto, para determinar quem será elegível para assistência e desencorajar a chegada de pessoas não elegíveis para assistência. (WB OP 4.12, Parágrafo 6). Os resultados do censo compreendem: (i) ocupantes atuais da área afetada; (ii) características padrão das residências realocadas; (iii) magnitude da perda esperada; (iv) informações sobre grupos ou pessoas vulneráveis; e (v) disposições para a atualização das informações sobre os meios e sobre o padrão de vida da população reassentada. (WB OP 4.12, Anexo A, Parágrafo 6).	<u>Decreto Federal Nº. 7342 (26 de outubro de 2010)</u> Este decreto institucionaliza o registro de perdas de propriedades por pessoas que serão afetadas pelo projeto de construção de uma barragem para geração de energia hidrelétrica. Tipos de perdas a serem registrados e o órgão (comitê interministerial) a administrar o registro são definidos pelo decreto.
10.	As pessoas realocadas podem ser classificadas em um dos seguintes três grupos: (a) aquelas que têm direitos legais sobre a terra; (b) aquelas que não têm direitos legais sobre a terra no momento do início do censo, mas têm uma demanda sobre tal terra ou sobre as benfeitorias que é reconhecida nos termos da legislação do país ou se torna reconhecida através de processo identificado no plano de reassentamento; e (c) aquelas que não têm direitos legais nem demanda sobre a terra que ocupam. (WB OP 4.12, Parágrafo 15)	Indisponível (ou segue convenção / protocolo social)
11.	Deve ser dada preferência a estratégias de reassentamento baseadas na terra para a realocação de pessoas cujos meios de vida dependam da terra. Tais estratégias podem incluir o reassentamento em área pública ou área privada,	Sem regulamentação.

	desapropriada ou adquirida para reassentamento. (WB OP 4.12, Parágrafo 11).	
12.	O plano de reassentamento ou estrutura da política de reassentamento também inclui medidas para assegurar que as pessoas realocadas: (i) recebam apoio após o reassentamento, por um período de transição, com base em uma estimativa razoável de tempo possivelmente necessário para a restauração dos seus meios e padrão de vida; e (ii) recebam assistência para o desenvolvimento, além de medidas de compensação, tais como a preparação da terra, facilidades de crédito, treinamento ou oportunidades de emprego. (WB OP 4.12, Parágrafo 6).	Indisponível (ou segue convenção / protocolo social)
13.	Para alcançar os objetivos desta política, deve ser dada atenção especial às necessidades dos grupos vulneráveis entre aqueles realocados, especialmente aqueles abaixo da linha da pobreza, sem-terra, idosos, mulheres e crianças, populações indígenas, minorias étnicas ou outras pessoas realocadas que podem não estar protegidas pela legislação nacional de desapropriação de terras (WB OP 4.12, Parágrafo 8).	Indisponível (ou segue convenção / protocolo social)
14.	No caso de impacto quando toda a população realocada for inferior a 200 pessoas, pode ser necessário um plano de reassentamento abreviado. (WB OP 4.12, Parágrafo 25).	Indisponível (ou segue convenção / protocolo social)

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Embora exista legislação e regulamentos sobre a aquisição de terras e compensação no Brasil, o apoio ao reassentamento e aos meios de vida após a realocação tem geralmente se baseado na convenção ou protocolo social de acordo com a Constituição Brasileira. No entanto, a avaliação ambiental para a obtenção da licença ambiental tem sido muito severa e analisa o plano de reassentamento com seu plano de monitoramento como parte da avaliação, uma vez que têm havido muitos problemas e reclamações causados pelo apoio e organização insuficientes ou inadequados no reassentamento, tais como i) realocação para áreas remotas e ii) oportunidades limitadas de emprego nas áreas de realocação, especialmente para aquelas profissões nas quais a população reassentada estão empregadas.

É, portanto, necessário que o governo estadual realize um EIA e medidas de reassentamento em conformidade com as diretrizes da JICA (Diretrizes da JICA para as Considerações Ambientais e Sociais) e com aquelas utilizadas pelas instituições internacionais de financiamento, como o Banco Mundial, de modo que o governo estadual possa se beneficiar dos esquemas de empréstimos de tais instituições para implementação do Projeto.

Consequentemente, se recomenda que o EIA seja realizado de acordo com o esboço dos TDR anexados a este relatório. Considerando às robustas condições financeiras do governo estadual, a Equipe de Estudo da JICA considera que não será muito difícil para o governo estadual financiar a realização do EIA para o projeto.

9.3.3 Procedimento Geral para Reassentamento no Brasil

(1) Conceitos básicos

Alguns conceitos básicos a serem considerados na formulação de um programa de reassentamento para as pessoas que serão afetadas pela construção de uma barragem são definidos a seguir:

Cadastro Socioeconômico – CSE: realizado por meio de questionário estruturado, com perguntas fechadas que permite analisá-lo pelo método quantitativo, aplicado a todas as famílias moradoras na área a ser alagada e na área do canteiro de obras, proprietárias e não, permitindo traçar o perfil socioeconômico e o número de famílias a serem contempladas com algum tipo de remanejamento.

Área diretamente atingida: pode também ser simplificada como “**área atingida**”, aquela necessária à implantação do canteiro de obras e à formação do reservatório, consistindo, neste último caso, da área da

cota de inundação acrescida da faixa de preservação permanente – APP, sitiada no entorno do reservatório.

Propriedade atingida e população atingida: esta pode também ser simplificada como “atingidos”, aquelas situadas na área atingida, ora definida, sendo sempre este o conceito utilizado para este significado, exceto quando explicitado de forma diferente.

Ft - Força de Trabalho: corresponde a um dado numérico, com peso atribuído à capacidade e disponibilidade de cada trabalhador para execução de tarefa vinculada à exploração agropecuária, variando de acordo com a faixa etária de cada membro da família.

Constitui público-alvo para as modalidades de reassentamento o conjunto de proprietários e posseiros de boa fé de imóveis com dimensão limitada ao estipulado em estudo específico, da área rural e dos núcleos populacionais, bem como os não proprietários vinculados às propriedades da área rural, atingidos pelas barragens, identificados por ocasião do CSE. Outras categorias ou situações que porventura se façam presentes na área atingida serão objeto de Estudo de Caso e, eventualmente, incluídas no público-alvo.

(2) Medidas e alternativas de reassentamento

Em geral, o público alvo de um programa de reassentamento, em um projeto de construção de barragem para geração de energia hidrelétrica, será compensado ou receberá um terreno alternativo para reassentamento. A descrição das medidas de reassentamento é resumida a seguir.

Compensação, que consiste na aquisição total ou parcial, com pagamento em dinheiro, de bens imóveis e/ou de áreas atingidos e de áreas remanescentes inviáveis ou de interesse do empreendedor. O montante da compensação será determinado mediante acordo entre o empreendedor e as famílias/pessoas afetadas.

Provisão de terras alternativas consiste em transferir o atingido para outra propriedade e ajudá-lo a se mudar para tal propriedade por meio de uma das seguintes alternativas

- a) Reassentamento Rural Coletivo (RRC) – áreas parceladas em lotes rurais individuais, com infraestrutura individual e coletiva básica;
- b) Pequeno Reassentamento Rural (PR) – áreas parceladas em lotes rurais individuais com casa, galpão, água e luz elétrica;
- c) Reassentamento Individual (Carta Compromisso, CC) – nesta modalidade, a família se responsabilizará pelo seu reassentamento, buscando e adquirindo uma propriedade compatível com o seu direito. A aquisição e o registro da propriedade serão feitos pelo empreendedor.
- d) Reassentamento em Área Remanescente (AR) – áreas de propriedades que foram adquiridas na sua totalidade, mas que não serão inundadas e não farão parte da APP, reorganizadas de forma a readaptá-las para uso agropecuário, desde que haja viabilidade.
- e) Reassentamento de Casos Especiais (CE) – situação que poderá ocorrer nas diversas modalidades já descritas, em áreas remanescentes, em lotes de tamanho reduzido ou ainda em lotes urbanos em áreas próximas a centros urbanos, para famílias afetadas que tenham pessoas que requerem atenção especial (p.ex., idosos e pessoas com necessidades especiais).

Deve ser dada atenção especial aos aspectos socioeconômicos das famílias afetadas na preparação de um programa de reassentamento. A preservação da cultura e tradição que mantêm as famílias afetadas vinculadas a terra, no meio rural, oferecendo alternativas que atendam aos interesses de cada família deve ser considerada em um programa de reassentamento.

Além disso, se o CSE revelar que comunidades indígenas ou de categoria social especial (tais como Quilombolas) podem ser afetadas pelo projeto, normas específicas devem ser utilizadas para dar a devida atenção às suas características e peculiaridades tradicionais e culturais.

O enquadramento definitivo do atingido em uma das modalidades de remanejamento se dará com base no

estudo de caso, considerando o perfil socioeconômico e a opção individual por uma das modalidades em que possa ser enquadrado, de acordo com as diretrizes e critérios definidos para tal fim no passado.

As decisões optativas se darão após a apresentação dos valores de avaliação patrimonial da propriedade a que o atingido está vinculado, enquadrado como proprietário ou não, conforme for identificado no CSE. O processo deve ser desenvolvido de forma participativa e com a adoção de procedimentos de comunicação capazes de esclarecer os atingidos sobre as etapas sucessivas dos levantamentos de dados e das negociações com os mesmos

9.3.4 Procedimentos para a Compensação e Aquisição de Terras

As seções adiante descrevem os procedimentos adotados para a compensação e aquisição de terras em um projeto de construção de barragem para geração de energia hidrelétrica, como um exemplo dos procedimentos administrativos a serem adotados. Embora estes procedimentos sejam considerados aplicáveis para um projeto de construção de uma barragem de controle de cheias, em princípio, é necessário aprofundar a análise para verificar se todos os procedimentos descritos a seguir podem ser aplicados ao projeto proposto, uma vez que os projetos de barragens para o controle de cheias são muito escassos em comparação com as barragens hidrelétricas.

Consiste na aquisição total ou parcial, com pagamento em dinheiro, de bens imóveis atingidos e de áreas remanescentes inviáveis ou de interesse do empreendedor, mediante acordo entre o empreendedor e o proprietário. É o pagamento em dinheiro dos bens imóveis atingidos pelo empreendimento. Uma boa comunicação e relacionamento entre o empreendedor e as famílias/pessoas afetadas é crucial para o bom andamento do processo de aquisição de terra, uma vez que esse processo se baseia em negociações com os proprietários das propriedades atingidas. Esta modalidade de remanejamento poderá contar com a participação de representantes dos proprietários no acompanhamento da obtenção de dados das pesquisas de mercado para determinar os valores de avaliação das terras e benfeitorias atingidas. A avaliação dos bens patrimoniais será feita, utilizando-se os dados obtidos nos levantamentos físicos das propriedades, que serão acompanhados pelos proprietários ou por seus prepostos.

Nesta modalidade se enquadram também as aquisições de áreas remanescentes inviáveis à manutenção da atividade que o atingido vinha desenvolvendo ou aquelas de interesse do empreendedor. Abrange ainda a indenização de benfeitorias atingidas dos não proprietários de terra, que residam ou explorem o imóvel atingido.

A desapropriação judicial se dá de forma compulsória, sempre com o respaldo na Resolução Declaratória de Utilidade Pública para as áreas atingidas pelo empreendimento, emitida pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Sua aplicação se dará apenas depois de esgotadas as possibilidades de um acordo amigável com o proprietário, ou quando a propriedade apresenta problemas de ordem documental que inviabilizem sua aquisição administrativa.

Os procedimentos para compensação assim como a implementação de um projeto são resumidos a seguir.

a) Preenchimento da Folha Cadastral

É a primeira atividade a ser levada a efeito, de forma que não se acesse as propriedades e inicie os levantamentos físicos sem o conhecimento dos proprietários ou responsáveis. Consiste em estabelecer contato com os proprietários ou responsáveis pela propriedade, informar-lhes sobre a obra, critérios e procedimentos a serem adotados pelo empreendedor no trato das questões relacionadas à indenização das propriedades atingidas, com vistas a obter a Autorização de Acesso formal à propriedade e sua aquiescência para as demais atividades a serem desenvolvidas na mesma. Neste momento, aproveitando este contato, deverão ser verificados os dados documentais da propriedade e dos proprietários e proceder-se o preenchimento um formulário denominado Folha Cadastral, no qual todos esses dados deverão ficar registrados

b) Demarcação da Cota de Inundação e da Área de Preservação Permanente (APP)

Consiste na materialização em campo das curvas demarcando a cota de inundação e a área de preservação permanente⁷ para a correta identificação da área e das benfeitorias atingidas.

c) Demarcação da Propriedade

Consistem na definição em campo dos limites e caracterização da área, propiciando a elaboração das plantas cadastrais, quantificação e distribuição das classes do potencial de uso das terras.

d) Pesquisa de preços e determinação de valores unitários

Refere-se às definições de valores básicos unitários para as benfeitorias não reprodutivas e para as benfeitorias reprodutivas, os quais serão fixados com base nos Métodos e Custo de Reposição e de Reprodução, respectivamente, serão pelo método do custo de reprodução, devendo ser consultas às fontes disponíveis do ramo, colhendo informações sobre custos de materiais, mão de obra, insumos agrícolas, bem como os custos operacionais envolvidos decorrentes da atividade econômica rural.

No que se refere à pesquisa de mercado para determinar o valor da terra nua de propriedades rurais, esta é realizada através da busca de dados sobre imóveis rurais transacionados ou em oferta, em consultas junto às fontes disponíveis como sendo, imobiliárias, cartórios, corretores, sindicatos, prefeituras, bancos, e outros profissionais ligados à exploração agrícola. É necessário alcançar uma gama de informações confiáveis e suficientes para satisfazer aos normativos

A vistoria em cada imóvel se faz necessária para identificar as características das terras quanto à capacidade de uso, nível de manejo tecnológico, categoria de acessibilidade, quantificar e qualificar as benfeitorias reprodutivas e não reprodutivas, permitindo apurar seus valores, extraindo o valor da terra nua para ser submetido ao tratamento estatístico e à definição do valor básico unitário paradigma a ser utilizado nas avaliações.

Estes procedimentos são fundamentais na apuração dos valores indenizatórios, pois, permitem fazer frente às possíveis especulações oportunistas, dando a credibilidade necessária na defesa das avaliações, em qualquer instância.

A atividade da pesquisas de mercado será realizada por profissionais atuantes na área de engenharia de avaliações. Uma vez que os atingidos estiverem cientes dos procedimentos a serem adotados, poderão escolher legitimamente seus representantes para acompanhar o processo da pesquisa de mercado, a fim de aferir a veracidade dos dados anotados. Normalmente o raio de ação a ser considerado nas pesquisas de dados abrange os municípios diretamente atingidos e os circunvizinhos, em que os imóveis rurais possam de alguma forma apresentar similaridade entre si.

Uma vez trabalhados os dados e definidos os valores básicos unitários das pesquisas realizadas, estes deverão compor as tabelas de valores aplicáveis nas avaliações, a serem aprovadas pelo empreendedor e pela comissão de representantes dos atingidos, se assim for acordado, estando sujeitas às correções semestrais, caso sejam constatadas variações de aumento significativo nos preços de mercado no período.

A Tabela 9.3.2 apresenta exemplos de valores de compensação descritos na Carta Compromisso para residências individuais próximas à Barragem Oeste.

Tabela 9.3.2 Estimativa de Custo para as Cartas Compromisso

SITUAÇÕES	VALOR DO IMÓVEL	VALOR TETO	VALOR DA TERRA	TOTAL (R\$)
Tipo de Residência I = 54,00 m ²	31.398,00	33.480,00	202.550,00	267.428,00
Tipo de Residência II = 63,00 m ²	35.961,00	33.480,00	202.550,00	271.991,00

⁷ Não há comentário oficial do órgão ambiental (FATMA), não está claro se é necessário constituir uma APP ao redor do reservatório temporário.

Tipo de Residência III = 73,00 m ²	40.963,00	33.480,00	202.550,00	276.993,00
Tipo de Residência I. A. Mínima = 40,50 m ²	23.388,00	0,00	45.000,00	68.388,00
Tipo de Residência II. A. Mínima = 45,00 m ²	24.536,00	0,00	45.000,00	69.536,00
Tipo de Residência III. A. Mínima = 50,00 m ²	23.388,00	0,00	45.000,00	68.388,00
Tipo de Residência I. A. Máxima = 40,50 m ²	23.388,00	23.315,00	137.500,00	184.203,00
Tipo de Residência II. A. Máxima = 45,00 m ²	24.536,00	23.315,00	137.500,00	185.351,00
Tipo de Residência III. A. Máxima = 50,00 m ²	26.659,00	23.315,00	137.500,00	187.474,00

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

e) Análise Documental

Análise documental é uma análise detalhada e criteriosa de cada processo, objetivando garantir condições adequadas à transferência da propriedade, por ocasião da aquisição, ou instituição de servidão administrativa, através de documento legal registrado no Cartório de Registro de Imóveis ou Cartório de Títulos e Documentos. Possibilita ainda a confirmação da titularidade e identificação dos beneficiários das indenizações, bem como a regularidade documental (questões de legalização, pagamento de impostos, taxas e ainda as questões de gravames de penhor, hipoteca, etc.) do imóvel e sua viabilidade para negociação e indenização.)

f) Avaliação das Propriedades Afetadas

Para avaliar as terras e propriedades afetadas por um projeto, de maneira qualitativa e quantitativa, deve ser realizado um levantamento de campo para esclarecer as informações sobre as mesmas (isto é, i) classificação da aptidão da terra, ii) atual uso do solo, iii) classificação florestal, iv) cobertura vegetal e florestal, e v) densidade das florestas nas áreas afetadas) e fazer um inventário das propriedades e benfeitorias existentes, tais como culturas perenes, construções, estradas, linhas de transmissão de energia, linhas telefônicas, poços, lagos, fontes utilizadas para abastecimento de água, instalações comunitárias e instalações turísticas.

O levantamento de campo deve ser realizado por especialistas ou por uma empresa profissional com uma ampla gama de especializações, sendo os resultados avaliados e validados pelo empreendedor.

g) Avaliação das Propriedades Afetadas

A metodologia utilizada na avaliação observa as recomendações das normas brasileiras para avaliação⁸, sendo a NBR 14.653-3 que trata das avaliações de imóveis rurais e a NBR 14.653-2 no caso de avaliações de imóveis urbanos, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

O critério para avaliação das benfeitorias reprodutivas (culturas permanentes) e não reprodutivas (construções) é o definido pelo Método de Custo, acrescido do valor econômico no que diz respeito às plantações.

A avaliação das construções é feita determinando-se o Valor da Remoção, considerados os custos de desmontagem, quebra de materiais, transporte e custo de reconstrução, bem como, no caso de edificação residencial, um valor de locação de outro imóvel, pelo período tecnicamente definido como necessário para a remoção da benfeitoria e sua reconstrução em outro local.

Para a avaliação da terra nua, deve ser adotado o critério definido pelo Método Comparativo por classe de capacidade de uso, dividindo-se em oito (8) subclasses.

Classe I: Compreende as terras cultiváveis aparentemente sem problemas especiais de conservação, ou seja, sem limitações ao uso com culturas anuais ou perenes, pastagens e reflorestamento. Os solos são férteis, profundos, com boa retenção d'água, sem riscos de inundação e sem lençol freático elevado.

Classe II: Compreende as terras cultiváveis com problemas simples de conservação, ou seja, podem ser

⁸ Desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

cultivadas mediante práticas de conservação, admitindo subclasses dependendo do relevo, da retenção por carência ou excesso de água de caráter distrófico com baixa CTC.

Classe III: Compreende terras cultiváveis com problemas de conservação que, se cultivadas sem os necessários cuidados, podem sofrer degradação rápida e requerer medidas complexas de conservação para produção de culturas anuais climaticamente adaptadas, admitindo subclasses dependendo do relevo com riscos de erosão sob cultivos intensivos, baixa fertilidade, solos álicos com limitada profundidade ou drenagem devido à presença de pedregosidade superficial, com riscos de inundações nas áreas planas e com moderadas limitações climáticas. .

Classe IV: Terras que não se utilizam para cultivos contínuos ou regulares, com produção de colheitas médias ou elevadas de culturas anuais, mas em períodos curtos. Fertilidade de média a baixa, Textura podendo ter menos de 15% a 60 % de argila, Bem drenado a moderadamente drenado e solos profundos.

Classe V: Terras que não são cultiváveis por culturas anuais e podem ser com segurança usada para produção de vegetais permanentes, pastagens ou florestas. Em relação à fertilidade pode apresentar de média a baixa, profundidade do solo menor 1,20m, deficiência hídrica, pedregosidade menor de 5%.

Classe VI: Terras que não são cultiváveis com culturas anuais, podendo ser culturas permanentes, pastagens ou florestas, fertilidade considerada baixa, relevo plano, solo bem drenado, pedregosidade de 5 a 10 % e Profundidade maior de 2m.

Classe VII: Terras que apresentam severas limitações mesmo para pastagens e florestas. Semelhante a classe VI, exigindo maiores práticas principalmente quanto à erosão, fertilidade considerada baixa, relevo suavemente ondulado, bem drenado, solo raso menor que 0,50m de profundidade e com deficiência Hídrica.

Classe VIII: Nessa Classe são incluídas as terras impróprias para cultura, pastagem ou (re)florestamento podendo servir apenas como abrigo de fauna silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água. Podem ser terras encharcadas ou extremamente declivosas, de mangues ou terras extremamente pedregosas.

As áreas de posse ou de Marinha são avaliadas com os mesmos critérios adotados para a avaliação de áreas legalizadas, restringindo-se aos casos em que fique constatado tratar-se de possuidor de boa fé.

A cobertura florística nativa existente abaixo da cota de inundação e aquela sem restrição à exploração, situada nos remanescentes inviáveis a serem adquiridos, são avaliadas e indenizadas simultaneamente com os demais bens. Entretanto, a cobertura florística nativa situada em área de preservação permanente – APP, em que sua exploração é proibitiva, serão consideradas como acessões naturais integrantes da terra nua, quando da avaliação do imóvel.

As culturas temporárias não são avaliadas quando os proprietários forem avisados no mínimo 6 (seis) meses antes da necessidade de desocupação do imóvel, após a propriedade ser indenizada. Caso seja necessária a liberação da propriedade em menos de seis meses após a indenização e a partir do aviso ao proprietário, sem que exista tempo hábil para a colheita, as culturas temporárias serão indenizadas.

As benfeitorias secundárias, entendidas como estradas e caminhos, poços d'água, sistemas de abastecimento, redes elétricas e acessos, são avaliadas pelo método do custo de reposição ou de realocação.

h) Laudos Técnicos Administrativos

Os laudos técnicos administrativos contendo os valores finais das avaliações, servindo de referência para as indenizações, são elaborados para cada propriedade atingida, nos quais estarão discriminados as áreas e valores das terras e dos bens afetados, totalizando o valor patrimonial a indenizar.

i) Negociações

O procedimento adotado para aquisição dos bens é o do entendimento direto com o proprietário, mediante diálogo franco e cordial, afastando-se a intermediação de terceiros que possam, eventualmente, pretender tirar proveito econômico ou político da ocasião.

A compensação é composta pelos valores dos laudos técnicos administrativos dos bens patrimoniais. O empreendedor, que é o agente executor, assume os ônus decorrentes da escrituração e registro das áreas a serem adquiridas pelo proprietário indenizado, em substituição àquelas expropriadas, podendo alternativamente, ser estipulado um percentual sobre o valor total do laudo técnico administrativo, visando fazer frente às despesas de regularização do novo imóvel.

j) Pagamento

Os pagamentos são normalmente realizados em um prazo máximo de 30 (trinta) dias, a contar da data do acordo amigável com cada proprietário, quanto ao valor da indenização, desde que a documentação da propriedade apresente condições para tal. Em caso da possibilidade de enquadramento e confirmação da opção do proprietário por uma das modalidades de reassentamento (CC e CE), o valor acordado para indenização será aplicado na amortização do montante do valor a ser desembolsado para aquisição da nova propriedade.

k) Prazo para Liberação da Propriedade

Uma vez efetivado o pagamento da indenização, ou se for o caso de optar por alguma modalidade de reassentamento, o proprietário deverá atender ao prazo estipulado para a remoção das benfeitorias indenizadas, liberando a área para o empreendedor.

Em situações excepcionais, desde que o cronograma de obras não seja afetado, o empreendedor pode celebrar contrato de comodato de áreas já indenizadas com o intuito de estender o prazo de desocupação da área atingida, até o momento pré-determinado. .

l) Obtenção da Resolução Declaratória de Utilidade Pública – DUP

Este procedimento cumpre os requisitos exigidos pela Resolução 279/2007 ANEEL com relação à obtenção da Resolução Declaratória de Utilidade Pública das áreas atingidas, de forma a permitir a interposição de ação judicial de desapropriação nos casos em que a aquisição da área pela via administrativa (amigável) não seja possível, seja em função da falta de acordo com o proprietário, seja pela falta de documentação da propriedade que propicie um pagamento seguro por parte do empreendedor. Dependendo do empreendimento, esta declaração de utilidade pública da área poderá ser obtida nos âmbitos estadual e municipal.

No estágio inicial do projeto, deve ser discutido profundamente se a Resolução é ou não aplicável a um projeto de barragem para controle de cheia, considerando a natureza do projeto. De fato, a Resolução estipula a legitimidade da aquisição de terras para um projeto de hidrelétrica e, portanto, é considerada aplicável para uma barragem de controle de cheias, já que sua natureza é similar a da barragem hidrelétrica.

m) Imissão na Posse

Nos casos em que o procedimento judicial para imissão na posse se fizer necessário, em decorrência da não aceitação dos valores oferecidos ou por absoluta impossibilidade de solução a respeito de controvérsias sobre títulos de propriedades, será elaborado o correspondente laudo pericial para fins de imissão na posse, o que deve ocorrer no máximo até 6 (seis) meses antes do início do enchimento do reservatório.

n) Priorização das Propriedades a Adquirir

As aquisições das áreas do reservatório serão realizadas nos municípios de ambas as margens do rio, preferencialmente em ordem seqüencial de jusante para montante a partir da barragem, e obedecerão à seguinte ordem de prioridade.

- Áreas para canteiro e acessos
- Propriedades totalmente atingidas, propriedades a serem adquiridas totalmente
- Propriedades parcialmente atingidas cujos proprietários tenham optado pela indenização parcial
- Propriedades parcialmente atingidas

o) Critérios para Identificação de Remanescentes Inviáveis para a Manutenção das Atividades Familiares

Qualquer remanescente será analisado, quando couber, associativamente com outros remanescentes ou áreas não atingidas, quer para fins de indenização, quer para a análise da viabilidade das atividades ocupacionais atuais das famílias a ele vinculadas. Se a análise revelar que i) o custo para prover ou recompor a infra-estrutura necessária for superior ao custo da realocação ou ii) quando esta situação acarretar expressivos prejuízos à família proprietária, decorrente das distâncias resultantes aos serviços básicos de que necessita, a continuidade das atividades ocupacionais será considerada impossível. Os fatores limitantes a serem considerados na análise de viabilidade das áreas remanescentes serão basicamente a suscetibilidade à erosão e o impedimento à mecanização, estes relacionados com a declividade do terreno e os índices de pedregosidade.

No caso de propriedades que já eram inviáveis para a agricultura antes da implantação do empreendimento, mas onde se pratique, atualmente, alguma forma de exploração econômica alternativa que as viabilize, deverá ser avaliada a possibilidade de manutenção dessas atividades na área remanescente.

Nas propriedades onde seja exercida, atualmente, atividade agrícola, cujo remanescente seja viável para a exploração agrícola, o empreendedor adquirirá apenas a área atingida pelo reservatório e a necessária para a implantação da faixa de proteção ciliar.

No caso de propriedades onde se exerça, atualmente, atividade agrícola, cujo remanescente é inviável e a área atingida viável, será adquirida pelo empreendedor a área total, salvo se o proprietário expressar, formalmente, sua intenção de permanecer com o remanescente.

9.3.5 Programa típico de monitoramento de reassentamento no Brasil

(1) Introdução

A devida consideração deve ser dada a: i) produção agrícola e atividades econômicas (p. ex., atividades agrícolas, quaisquer atividades complementares, abastecimento do mercado e comercialização); ii) interação social (p. ex., retomada das atividades comunitárias e reformulação/reestruturação da estrutura social); e iii) organização da infraestrutura básica (p. ex., moradias, escolas, instalações de saúde e de transporte) durante o processo de reassentamento das famílias/pessoas afetadas. Com tal objetivo, é necessário um programa de monitoramento sistemático a ser implementado durante o processo de reassentamento, para garantir a transparência do processo e a modificação das atividades de reassentamento quando necessário.

(2) Justificativa

O principal objetivo de um programa de monitoramento é identificar os aspectos positivos e negativos das várias medidas (compensação monetária, carta compromisso, reassentamento nas áreas remanescentes, reassentamento individual e casos especiais) adotadas para o desenvolvimento das novas comunidades no curso do reassentamento.

O programa de monitoramento tem por alvo as famílias/pessoas reassentadas/relocadas. Uma vez identificados os aspectos negativos, o programa de monitoramento deve oferecer alternativas e meios efetivos para minimizar os fatores negativos, através de orientação técnica e social.

Essas situações de mudança causadas por motivos exógenos às motivações pessoais podem gerar conflitos e desestruturação econômica e social na vida das pessoas. A implementação deste programa é importante

na medida em que propõe o acompanhamento e apoio às famílias atingidas, buscando criar procedimentos negociáveis que possibilitem às famílias restabelecer suas condições de vida. Portanto, este programa é de suma importância por fazer parte de um processo de acompanhamento das famílias remanejadas, retroalimentando os projetos de assistência técnica e social em cada tipo de remanejamento

(3) Objetivos

O principal objetivo do programa de monitoramento é pesquisar, em diferentes momentos, com intervalos de tempos determinados, o processo de inserção da população remanejada e seus aspectos econômico-financeiros, reunindo condições para, se for o caso, propor medidas corretivas para o programa de remanejamento da população. Em particular, o programa tem os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar em diferentes etapas as alterações no quadro de vida da população da Área de Influência Direta (tanto da área rural quanto urbana) e Indireta, em virtude do seu remanejamento
- Avaliar a eficiência e eficácia do programa de remanejamento
- Acompanhar as famílias, identificando os desvios entre o planejado e o executado, propondo correção das diretrizes adotadas.

(4) Metas

Os objetivos listados anteriormente estão relacionados a metas, ou seja, a resultados esperados, que devem ser alcançadas a partir do desenvolvimento de atividades necessárias propostas para o Desenvolvimento do Programa. A principal meta consiste em monitorar 100 % das famílias remanejadas nas etapas TO, T1, T2 e T3, conforme escolha da alternativa de remanejamento, o que permitirá a avaliação da situação em que se encontram até a fase de estabilização, ao final de três anos

(5) Indicadores ambientais

As informações a serem monitoradas são as seguintes: i) grau de satisfação, ii) nível de renda familiar, e iii) inserção das famílias reassentadas/relocadas nas novas comunidades. Além disso, os seguintes indicadores ambientais devem ser monitorados por três anos.

- Manifestações contrárias da população atingida diante dos resultados das atividades do remanejamento;
- Percentual de moradores atingidos satisfeitos com a efetividade do remanejamento;
- Percentual de reassentados emancipados no menor tempo possível;
- Grau de diversificação da produção agropecuária;
- Percentual de reassentados que desenvolveram meios de trabalho que propiciarem melhores condições de vida que as de origem;
- Nível de incremento de produtividade;
- Evolução da renda familiar;
- Percentual de inserção das famílias no novo local;
- Melhoria dos indicadores sociais;
- Percentual de desvios entre o planejado e o executado;
- Grau de incorporação de novas tecnologias na produção agropecuária.

(6) Público alvo

O programa de monitoramento tem como alvo: i) população diretamente atingida, ii) população forçada a se remanejar, iii) população sem residência ou emprego e iv) população que não recebeu compensação pela

propriedade.

(7) Conceitos básicos

As famílias/pessoas reassentadas devem ser acompanhadas e as medidas de reassentamento e seu processo devem ser avaliados nas diferentes etapas do programa de reassentamento. Os resultados do Cadastro socioeconômico serão utilizados para avaliação.

Etapas

Objetivos do monitoramento

Etapa T0 (quando começam as atividades de monitoramento):	Esta etapa terá como instrumento um questionário estruturado que permitirá identificar o perfil socioeconômico e produtivo das famílias identificadas no CSE, anteriormente à mudança dos seus locais de origem.
Etapa T1 (Seis meses após o reassentamento):	Avaliação da situação atual das famílias reassentadas/relocadas.
Etapa T2 (18 meses após o reassentamento):	Avaliação das condições socioeconômicas das famílias reassentadas/relocadas.
Etapa T3 (30 meses após o reassentamento):	Avaliação da estabilidade das famílias reassentadas/relocadas.

(8) Procedimentos metodológicos

Os trabalhos deste programa consistirão em pesquisa quali-quantitativa, realizada por meio de questionários com perguntas fechadas e entrevistas semi-estruturadas com perguntas abertas, permitindo que as pessoas exponham suas emoções e sentimentos em relação ao remanejamento. O método qualitativo permitirá julgar o grau de satisfação ou insatisfação das famílias, o perfil socioeconômico anterior e após a mudança e o método quantitativo permitirá mensurar os dados e estabelecer as comparações necessárias entre as informações referentes a um tempo e outro. A metodologia contempla diferentes momentos de abordagem, em intervalos de tempo determinados, cada um dos quais constituindo etapas interligadas, com objetivos específicos e sujeitos à metodologia própria.

O monitoramento será executado periodicamente, a fim de possibilitar a comparação de diferentes etapas das famílias remanejadas na sua nova realidade, considerando como marco inicial o Cadastro Socioeconômico (CSE).

As atividades de monitoramento serão realizadas de acordo com o seguinte cronograma:

T0: Antes do reassentamento das famílias

T1: Seis meses após o reassentamento

T2: Um ano após T1

T3: um ano após T2, quando as famílias reassentadas/relocadas deveriam ter uma estabilização.

(9) Desenvolvimento do programa

O programa de monitoramento será desenvolvido em consideração do cronograma e das metodologias necessárias.

a) ETAPA “T0” – Antes do reassentamento

Esta etapa terá como instrumento um questionário estruturado que permitirá identificar o perfil socioeconômico e produtivo das famílias identificadas no CSE, anteriormente à mudança dos seus locais de origem. Esta etapa se caracteriza por ser o momento do contato com as famílias que serão remanejadas. O

levantamento de dados neste momento é necessário para possibilitar comparações posteriores. A situação de cada família neste momento servirá como parâmetro.

b) ETAPA “T1” - Seis meses após o reassentamento

As famílias serão avaliadas seis meses após a mudança, tempo previsto para verificar e analisar a adaptação à nova realidade, o processo de inserção na nova comunidade e quais os maiores problemas e dificuldades encontrados. Esta etapa deverá ser executada por meio de entrevistas semi-estruturadas com perguntas abertas que permitirão avaliar os sentimentos e emoções vividas durante esses seis meses. Considerou-se que, em seis meses, já será possível, a cada família, explicitar o quadro que montou de sua nova situação e, até, avaliá-la, quanto a problemas e vantagens.

c) ETAPA “T2” – Um ano após “T1”

Esta etapa se dará num momento de maturação do processo e visa detectar a situação socioeconômica das famílias, conforme seu grau de vulnerabilidade. Será realizada após a primeira safra para analisar como ocorreu o plantio, a colheita e a venda dos produtos plantados. Nesta etapa utilizar-se-á o questionário estruturado da etapa T0.

d) ETAPA “T3” – Um ano após “T2”

Nesta etapa será avaliado o grau de estabilização das famílias remanejadas, a fim de calcular suas condições financeiras para o início do pagamento dos lotes. Esta etapa será realizada ao final do terceiro ano após a indenização ou reassentamento.

A metodologia indicada para esta etapa será um questionário estruturado com perguntas fechadas, que permitirá uma análise quantitativa que permita mensurar e cruzar dados com as etapas anteriores sobre a situação econômico-financeira e a interação social das famílias.

9.3.6 Gestão e programas de monitoramento ambiental

Todas as atividades relacionadas com a gestão ambiental, supervisão e monitoramento das fases de construção e operação, serão planejadas no EIA/RIMA de acordo com os métodos/procedimentos definidos pela legislação ambiental brasileira. O conteúdo e a composição dos programas de gestão e monitoramento ambiental serão determinados e concluídos em consulta com os órgãos concernentes no processo de preparação do EIA/RIMA.

Os seguintes itens deverão ser incluídos nos programas de gestão e monitoramento ambiental.

- | | |
|----------------------------------|---|
| Licenciamento Ambiental: | Deverá descrever o estudo de avaliação do impacto ambiental e as medidas propostas para evitar e mitigar os impactos esperados. |
| ii) Gestão e Controle Ambiental: | Incluirá as descrições sobre o treinamento ambiental para trabalhadores, gestão de saúde dos trabalhadores e medidas de prevenção da poluição (por ex., poeira, tráfego, ruído e vibração). |
| iii) Monitoramento Ambiental: | Ele descreve o plano de monitoramento nas fases de construção e operação. |

O empreendedor é responsável pelo monitoramento ambiental, mas sua implementação (por exemplo, atividades de monitoramento de campo) é geralmente terceirizada para empresas de consultoria/consultores ou universidades.